

**Desarrollo y evaluación de un pudín  
nutricional instantáneo para  
niños en edad escolar**

**Marco José Del Valle Trujillo**

**Honduras**  
Diciembre, 2003

ZAMORANO  
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

# **Desarrollo y evaluación de un pudín nutricional instantáneo para niños en edad escolar**

Trabajo de graduación presentado como requisito parcial para optar  
al título de Ingeniero en Agroindustria en el Grado  
Académico de Licenciatura

**Marco José Del Valle Trujillo**

**Honduras**  
Diciembre, 2003

El autor concede a Zamorano permiso  
para reproducir y distribuir copias de este  
trabajo para fines educativos. Para otras personas  
físicas o jurídicas se reservan los derechos de autor

---

Marco José Del Valle Trujillo

**Honduras**  
Diciembre, 2003

**Desarrollo y evaluación de un pudín nutricional  
instantáneo para niños en edad escolar**

presentado por

Marco José Del Valle Trujillo

Aprobado:

---

Gladys de Flores, M.Sc.  
Asesor principal

---

Claudia García, Ph.D.  
Coordinadora de la Carrera de  
Agroindustria

---

Luis Osorio, Ph.D.  
Asesor

---

Antonio Flores, Ph.D.  
Decano Académico

---

Kelly Caballero, M.S.R.D.  
Asesor

---

Kenneth L. Hoadley, D.B.A.  
Rector

## **DEDICATORIA**

A Dios y la Virgen María, mi recurso ordinario.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por darme la fortaleza necesaria.

A mi familia por su apoyo y confianza en mí.

A mis amigos Álvaro, Eduardo, Juan José, Diana, Daniel, Marjorie, Heidy, Flor, Brenda, Olga, Ricardo, Kamil, Juan Ramón, Ivanna, Ana Claudia y Luis.

A los Paredes, los Weingartner, mis amigos zamoranos y la gente de UIUC por su ayuda.

A las escuelas donde se realizó la evaluación sensorial de este estudio.

## **AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES**

A INSAFORP, FEPADE-BCR, Zamorano y FANTEL por patrocinar mis estudios en la Escuela Agrícola Panamericana.

A INTSOY, NSRC y UIUC por aportar fondos para realizar este estudio.

A Cargill, Archers Daniels Midland, National Starch and Chemical, Sabores Cosco de El Salvador, Cosco Internacional (Sethness Greenleaf Inc.), Continental Custom Ingredients y Avebe que aportaron información e ingredientes para este estudio.

## RESUMEN

Del Valle, Marco 2003. Desarrollo y evaluación de un pudín nutricional instantáneo para niños en edad escolar. Trabajo de graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria. Escuela Agrícola Panamericana, Honduras. 30p.

La situación alimentaria se relaciona con el nivel de desarrollo de cada país. La desnutrición aumenta la mortalidad poblacional, especialmente para niños en crecimiento. Este estudio se propuso desarrollar y evaluar, en el ámbito rural, un pudín nutricional instantáneo de uso institucional para niños en edad escolar, con el 50, 50, 25 y 25% de sus recomendaciones dietéticas diarias de proteína, vitamina C, calcio y zinc, respectivamente. Fue realizado con el International Soybean Program de la University of Illinois y el Centro de Evaluación de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana. El pudín se evaluó sensorialmente a través de un grupo focal, una validación con niños y una prueba de aceptación en tres escuelas rurales aledañas a la EAP. Se realizó un análisis proximal y determinación de calcio, zinc y vitamina C en tres réplicas del producto; se evaluó su vida útil analizando diferencias en humedad, vitamina C, mesófilos aerobios, mohos y levaduras, coliformes totales, *Staphylococcus aureus*, color y actividad de agua a los 0, 30 y 60 días de almacenamiento, bajo condiciones ambientales, en bolsas plásticas selladas al vacío. La aceptación del pudín en las escuelas rurales fue  $4.5 \pm 1.0$  sobre 5, sin diferencias por edad ni sexo. La mezcla tuvo 3% de humedad, 74% de carbohidratos, 14% de proteína, 2% de grasa, 3% de ceniza y 366, 4 y 29 mg/100 g de calcio, zinc y vitamina C, respectivamente. En el análisis de vida útil, no se encontraron diferencias estadísticas para humedad y color a los 30 días, pero sí para el contenido de vitamina C y actividad de agua a los 60 días. Los recuentos microbiológicos se mantuvieron por debajo de los límites establecidos para fórmulas infantiles, y no se detectaron coliformes ni *Staphylococcus aureus* hasta 60 días de elaboración.

**Palabras clave:** caracterización química, merienda escolar, micro y macronutrientes, producto institucional, prueba de aceptación, soya, recomendación dietética diaria, vida útil.

## CONTENIDO

	Portadilla.....	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas.....	iii
	Dedicatoria.....	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen.....	vii
	Contenido.....	viii
	Índice de Cuadros.....	ix
	Índice de Anexos.....	xi
1.	<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
1.1	ANTECEDENTES.....	2
1.2	OBJETIVOS.....	3
1.2.1	General.....	3
1.2.2	Específicos.....	3
2.	<b>REVISIÓN DE LITERATURA.....</b>	<b>4</b>
2.1	GENERALIDADES.....	4
2.2	PARÁMETROS DE NECESIDADES NUTRICIONALES.....	4
2.2.1	Ración dietética recomendada.....	4
2.2.2	Ingesta dietética diaria estimada segura y adecuada.....	4
2.2.3	Ingesta dietética de referencia.....	4
2.3	INGREDIENTES.....	5
2.3.1	Aislado proteico de soya.....	5
2.3.1.1	Definición.....	5
2.3.1.2	Composición química y valor nutricional.....	5
2.3.1.3	Limitantes de la utilización de productos de soya.....	6
2.3.1.4	Métodos para eliminar sabores indeseables en productos de soya.....	7
2.3.1.5	Métodos para enmascarar sabores indeseables en productos de soya.....	7
2.3.1.6	Proteínas individuales de la soya.....	7
2.3.1.7	Otros compuestos importantes en la soya.....	8
2.3.2	Leche.....	9
2.3.3	Almidón pregelatinizado.....	9
2.3.4	Maltodextrina.....	9
2.3.5	Azúcar.....	9
2.3.6	Zinc.....	10
2.3.6.1	Efectos adversos del exceso de zinc.....	10
2.3.7	Calcio.....	10

2.3.7.1	Efectos adversos del exceso de calcio.....	11
2.3.8	Interacciones que reducen la disponibilidad de minerales.....	11
2.3.8.1	Interacciones entre minerales.....	11
2.3.8.2	Interacciones entre vitaminas y minerales.....	11
2.3.8.3	Interacciones entre minerales y fibra.....	11
2.3.9	Vitamina C.....	12
2.3.9.1	Efectos adversos del exceso de vitamina C.....	12
2.3.10	Monoglicéridos y diglicéridos.....	12
2.3.11	Colorantes.....	12
2.3.12	Saborizantes.....	12
3.	<b>MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	13
3.1	UBICACIÓN.....	13
3.2	MATERIALES.....	13
3.3	MÉTODOS.....	14
3.3.1	Formulación del producto.....	14
3.3.2	Evaluación sensorial del pudín instantáneo.....	14
3.3.2.1	Grupo focal.....	14
3.3.2.2	Validación del prototipo.....	15
3.3.2.3	Prueba de aceptación en escuelas rurales.....	16
3.3.3	Caracterización del producto.....	16
3.3.4	Estudio de vida útil del pudín instantáneo.....	16
3.3.5	Análisis de costos de la mezcla para pudín instantáneo.....	17
4.	<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>	18
4.1	FORMULACIÓN DEL PRODUCTO.....	18
4.2	EVALUACIÓN SENSORIAL.....	18
4.2.1	Grupo focal.....	18
4.2.2	Validación del prototipo.....	19
4.2.3	Prueba de aceptación.....	20
4.3	CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO.....	21
4.4	ESTUDIO DE VIDA ÚTIL.....	22
4.5	ANÁLISIS DE COSTOS DEL PRODUCTO.....	23
5.	<b>CONCLUSIONES.....</b>	24
6.	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	25
7.	<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	26
8.	<b>ANEXOS.....</b>	28

## ÍNDICE DE CUADROS

### Cuadro

1.	Recomendaciones dietéticas diarias para niños de 7 a 9.9 años, para el sexo masculino.....	14
2.	Composición química de los ingredientes de la mezcla.....	15
3.	Formulación y aportes nutricionales por porción del prototipo de pudín instantáneo.....	15
4.	Análisis realizados para la caracterización del prototipo de pudín seco y reconstituido.....	16
5.	Análisis realizados para el estudio de vida útil del prototipo de pudín.....	17
6.	Límites microbiológicos establecidos para fórmulas infantiles.....	17
7.	Calificación para los atributos evaluados en el pudín por el grupo focal.....	18
8.	Calificación para la aceptación del pudín en escolares, según edad y sexo..	19
9.	Distribución de frecuencias de aceptación en la validación del pudín.....	19
10.	Calificación para la aceptación del pudín con escolares en comunidades rurales, según edad y sexo.....	20
11.	Distribución de frecuencias en la prueba de aceptación del pudín en escuelas rurales.....	20
12.	Composición química del producto en polvo.....	21
13.	Características físicas del pudín instantáneo reconstituido.....	21
14.	Resultados del análisis de vida útil del pudín instantáneo.....	22
15.	Recuentos microbiológicos del estudio de vida útil del pudín instantáneo...	22
16.	Costos variables del pudín por porción.....	23

## ÍNDICE DE ANEXOS

### Anexo

1. Formato para la evaluación sensorial con el grupo focal..... 29
2. Formato de encuesta para la prueba de aceptación con niños..... 30

## 1. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial la situación alimentaria se relaciona con el nivel de desarrollo de los países y se manifiesta en el estado nutricional de la población como una consecuencia del desequilibrio en la ingesta dietética (Flores, 1996).

La desnutrición, un aspecto predominante en países en desarrollo, aumenta la mortalidad poblacional, especialmente en niños en etapa de crecimiento. Según la FAO el estado nutricional de la población se vuelve inadecuado debido a que los alimentos son más inaccesibles y el crecimiento poblacional es mayor (Flores, 1996).

Los problemas nutricionales y la incidencia de problemas de salud en los países en desarrollo son debidos principalmente a la pobreza, siendo los niños, las mujeres en gestación y los ancianos los más afectados. La adecuada nutrición infantil es importante, ya que en esta edad la presencia de macro y micronutrientes son indispensables para el desarrollo físico e intelectual, lo cual se ve reflejado en la incidencia de enfermedades y en el desempeño escolar (Flores, 1996).

Mundialmente, según la Organización Mundial de la Salud, unos 840 millones de personas sufren desnutrición y 10 millones de niños mueren cada año por condiciones asociadas a ésta.

La malnutrición proteica y energética puede ser detectada por mediciones antropométricas. En países en desarrollo, el 43% de niños menores de 5 años tienen baja relación peso para edad, si ésta es 70% de la media o menos, indica desequilibrio nutricional negativo y consistente con severa malnutrición proteica y energética (Rolfes y Debruyne, 1990). Honduras y Guatemala se encuentran entre los países con mayor incidencia de baja relación peso para edad en Latinoamérica.

Debido a la importancia de la proteína, la vitamina C, el calcio y el zinc para los niños en crecimiento, este estudio se enfocó en desarrollar y evaluar, en el ámbito rural, un pudín nutricional instantáneo de uso institucional, que cubriera el 50% de la recomendación dietética diaria de proteína y vitamina C y el 25% de calcio y zinc.

## 1.1 ANTECEDENTES

Debido a la importante incidencia de la nutrición en la salud, las Naciones Unidas comenzó a incluir este aspecto en sus programas de trabajo en los años treinta (Flores, 1996).

Los programas de nutrición en Honduras son apoyados por el Programa Mundial de Alimentos, éstos ofrecen alimentos de bajo costo para ser distribuidos por el gobierno a los sectores necesitados y sobre todo en situaciones de emergencia.

Los programas de subsidios alimentarios y monetarios benefician a los escolares de áreas rurales en Honduras. Dentro de estos programas se ha observado que los bonos monetarios tienen un mayor impacto en el avance escolar, permitiendo adelantar medio año en la escuela; mientras que con los bonos de alimentos solamente se adelanta un cuarto de año.

El gobierno de Honduras ha desarrollado adicionalmente otros programas para solventar esta problemática, los cuales son apoyados por instituciones no gubernamentales nacionales e internacionales.

El programa Escuela Saludable de la Secretaría de la Presidencia distribuye meriendas escolares a un total de 10,000 niños en zonas rurales y urbanas. La merienda escolar consiste en una porción de maíz, arroz, leguminosa, aceite y una bebida a base de soya y maíz, (llamada CSB, Corn Soy Blend) en las zonas rurales; y en zonas urbanas, una galleta y una bebida nutritivas. Además se ha estado realizando una suplementación quincenal con hierro y un programa de fluorización y desparasitación anual<sup>1</sup>.

El proyecto de Alimentación Complementaria (Weaning Project) que resultó del esfuerzo de varios países y del apoyo de USAID, mejora las prácticas alimentarias a través de educación nutricional sin inducir nuevos alimentos. Éste generó aumentos significativos en los indicadores de peso para edad y talla para edad de los niños beneficiarios (Griffiths, s.f)

Incaparina en Centroamérica es una bebida desarrollada en Guatemala en los años setenta como parte de programas para el mejoramiento de alimentos básicos y la generación de alimentos de bajo costo y de alto valor nutritivo, cuyo objetivo fue brindar una fuente de proteína vegetal de alta calidad (Tartanac, s.f.). Incaparina se distribuyó en países de Centroamérica y después de la primera formulación realizada se modificó para mejorar sus características nutritivas.

1. Carvajal, M. 2002. Merienda escolar (entrevista). Secretaría del Despacho de la Presidencia de la República de Honduras.

El Programa Iniciativa Mundial para la Soya en la Salud Humana (WISHH, por sus siglas en inglés) promueve el uso de productos proteicos de soya de Estados Unidos. Algunos de los alimentos fortificados con soya de este programa son: las mezclas maíz-soya y trigo-soya (CSB y WSB, por sus siglas en inglés) y la harina de maíz fortificada con soya, que fue introducida en México (WISHH, 2003).

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 General**

- Desarrollar y evaluar un pudín nutricional instantáneo para niños en edad escolar.

### **1.2.2 Específicos**

- Desarrollar y evaluar una mezcla que provea, en una sola porción, el 50% de las recomendaciones dietéticas diarias de proteína y vitamina C para niños entre 7 y 10 años, para el sexo masculino y el 25% de calcio y zinc.
- Realizar pruebas de aceptación del pudín, con niños de escuelas rurales en comunidades aledañas a la Escuela Agrícola Panamericana.
- Estudiar la vida útil de la mezcla hasta dos meses después de elaboración.
- Efectuar un detalle de los costos variables de la mezcla.

## **2. REVISIÓN DE LITERATURA**

### **2.1 GENERALIDADES**

La proteína es un componente nutricional absolutamente necesario en la dieta humana, incluso para quienes poseen suficientes calorías; si la proteína no se encuentra en cantidades suficientes en la dieta o ésta es de mala calidad puede causar consecuencias desastrosas. Si una persona no consume suficiente proteína, sus procesos metabólicos serán más lentos, y si no consume proteína de buena calidad su dieta será incapaz de mantener su cuerpo y su crecimiento (Wardlaw, 1999). A nivel mundial más del 70% de la proteína utilizada para la alimentación humana proviene de las plantas, el otro 30% proviene de los animales. En países desarrollados consumen mayormente proteínas de origen animal (INTSOY, 1986).

### **2.2 PARÁMETROS DE NECESIDADES NUTRICIONALES**

#### **2.2.1 Ración dietética recomendada**

Las raciones dietéticas recomendadas (Recommended Dietary Allowances o RDA, por sus siglas en inglés) son ingestas recomendadas de nutrientes que llenan las necesidades de casi todas las personas sanas de edad y género similares. Éstas son usadas para evaluar y planificar dietas o estimar el riesgo de una deficiencia nutricional de una persona. Estas incluyen un margen de riesgo, exceptuando la energía. La proteína es el único nutriente energético para el cual se ha establecido un RDA (Wardlaw, 1999).

#### **2.2.2 Ingesta dietética diaria estimada segura y adecuada**

Son recomendaciones de ingesta de nutrientes hechas para ciertos nutrientes con información insuficiente para establecer una RDA, por ejemplo algunos minerales traza como cromo, cobre y molibdeno (Wardlaw, 1999).

#### **2.2.3 Ingesta dietética de referencia**

Son recomendaciones dietéticas que consideran una cantidad adicional de cada nutriente cuando éste ayuda a prevenir una enfermedad crónica, como enfermedades del corazón,

osteoporosis y cáncer, que son relacionadas con los antioxidantes presentes en los alimentos (Wardlaw, 1999).

## 2.3 INGREDIENTES

### 2.3.1 Aislado proteico de soya

Según Betz (1988) la soya probablemente se originó en las provincias del noreste de China y Manchuria; incluso antes de 2000 A.C. fue la leguminosa cultivada más importante. En el Oriente, ha contribuido como una parte importante de la dieta humana por siglos, principalmente como leche de soya, tofu y productos fermentados como salsa de soya, miso, natto y tempeh. Su mayor foco de atención es probablemente porque está siendo producida en grandes cantidades y su proteína, que posee un alto valor nutritivo, puede ser obtenida a costos relativamente bajos. La soya es la fuente de proteína disponible más económica. Según Snyder (1987) su contenido de proteína varía entre 38 y 44%, siendo mayor que el de otras leguminosas como los frijoles (20-30%).

En octubre de 1999 la Administración de Drogas y Alimentos de Estados Unidos (FDA, por sus siglas en inglés) aprobó un reclamo de salud para alimentos basados en soya, reconociendo que dietas bajas en grasas saturadas y colesterol con 25 g de proteína de soya al día pueden reducir el riesgo de enfermedades coronarias. Estos alimentos pueden usar este reclamo si poseen por porción: 6.25 g de proteína de soya y menos de 3 g de grasa, 1 g de grasa saturada, 20 mg de colesterol y 480 mg de sodio para alimentos individuales (FDA, 2000).

**2.3.1.1 Definición.** Los aislados de proteína de soya son los productos más refinados, de esta proteína, disponibles comercialmente. Éstos contienen más de 90% de proteína en base seca; son preparados a partir de granos de soya a los que se les ha removido la fibra u okara y la grasa. Pueden tener lecitina añadida para mejorar su dispersabilidad y reducir la formación de precipitados (Endres, 2001). Éstos son usados en la preparación de alimentos nutricionales como bebidas deportivas, bebidas para fisicoculturistas, barras energéticas y dietas específicas para enfermos. También son usados en fórmulas infantiles y en la industria de la carne (WISHH, 2003).

**2.3.1.2 Composición química y valor nutricional.** Muchos estudios han mostrado que los productos de proteína de soya mejoran efectivamente el valor nutricional de los alimentos, especialmente cuando son combinados con cereales (Endres, 2001).

Las proteínas de soya proveen todos los aminoácidos esenciales necesarios para llenar los requerimientos de crecimiento, mantenimiento o estrés físico. Su patrón de aminoácidos la hace la fuente de proteína más completa de todas las proteínas vegetales y asemeja, con excepción de los aminoácidos que contienen azufre, los patrones de las proteínas de alta

calidad derivadas de fuentes animales. Aminoácidos limitantes en otras proteínas pueden estar presentes en exceso en un producto de proteína de soya. Por ejemplo, los productos de proteína de soya contienen un nivel de lisina que excede los requerimientos humanos, proveyendo una excelente vía para corregir la deficiencia de las proteínas de los cereales. Estudios clínicos, tanto en humanos como en animales, han demostrado que los productos de proteína de soya tienen una digestibilidad comparable a otras fuentes de proteína de alta calidad (Endres, 2001).

Los minerales traza de proteínas vegetales son menos biodisponibles para su uso que aquéllos que provienen de productos animales. De igual manera, muchas investigaciones actuales argumentan ciertos factores (como el ácido fítico y la fibra) que interactúan de una manera muy compleja y hacen difícil de predecir la biodisponibilidad de un mineral en un alimento. Algunos estudios han concluido que el contenido de ácido fítico parece inhibir la disponibilidad de zinc, pero parece incluir otros factores (Endres, 2001).

**2.3.1.3 Limitantes de la utilización de productos de soya.** Este ingrediente es utilizado como fuente de proteína; según Betz (1988) “desafortunadamente posee desventajas como la presencia de algunos factores antinutricionales, como el ácido fítico, inhibidores de proteasa, componentes antivitaminicos, hemaglutininas, factores de flatulencia, saponinas, sustancias goitrogénicas, lisinoalanina y factores alergénicos. Algunos de estos factores son termolábiles y varios pueden ser controlados por el procesamiento. Otro de los factores que afectan la utilización de productos de proteína de soya son sus sabores indeseables, como el inherente sabor a soya cruda molida (mejor conocido en inglés como “beany flavor”) y otros sabores que se producen por el procesamiento o almacenamiento. Además no existe un sabor positivo atractivo, esos sabores se enlazan fuertemente a las moléculas de proteína y existen dificultades para remover o enmascarar a éstos en cantidades aceptables”.

**a) Ácido fítico:** es un compuesto con capacidad quelante y el zinc parece ser el más afectado por éste, al reducir su biodisponibilidad. Según Messina *et al.* (1994), el fitato es la forma en la cual las plantas almacenan el fósforo, que es un nutriente esencial para las plantas y los humanos. Este fitoquímico juega un rol importante en la prevención del cáncer y enfermedades del corazón y es generalmente encontrado en alimentos altos en fibra. Graf y Eaton (citado por Messina *et al.*, 1994) han sugerido que estos alimentos altos en fibra nos protegen del cáncer porque contienen fibra y fitato. El fitato también puede actuar como un antioxidante que liga hierro, evitando la generación de radicales libres.

**b) Inhibidores trépticos:** desde 1917 se notó que la soya causaba inhibición del crecimiento en animales jóvenes alimentados con soya. Esto fue atribuido a inhibidores de la tripsina en 1940. Existen dos tipos de inhibidores trépticos: los de Kunitz y los de Bowman-Birk (Snyder, 1987).

**c) Hemaglutininas:** las hemaglutininas o lectinas se encuentran ampliamente distribuidas en plantas, pero su función es desconocida. Estas proteínas tienen la habilidad de causar

agregación de los glóbulos rojos y pueden ser selectivas en el tipo de glóbulos rojos que aglutinan; poseen sitios específicos que les permiten reaccionar con determinados carbohidratos. Estudios recientes han demostrado que las hemaglutininas no pueden resistir la acción de las enzimas del estómago, además son termolábiles. Las hemaglutininas de soya no presentan mayor efecto en las propiedades nutritivas de la soya.

**d) Las saponinas:** son compuestos heterogéneos formados por seis tipos de monosacáridos: xilosa, arabinosa, galactosa, glucosa, ramnosa y ácido glucurónico y cinco tipos de alcoholes triterpenoides, llamados también sapogeninas o sapogenoles. Las sapogeninas que han sido aisladas de la soya son las A, B, C, D y E. Se estima que en promedio tres monosacáridos se encuentran asociados a cada tipo de sapogeninas. Las saponinas son surfactantes fuertes y tienen la habilidad de romper glóbulos rojos (Snyder, 1987). También poseen un posible rol en la prevención del cáncer; un estudio incluso indica que cuando las saponinas fueron mezcladas juntas con el virus del SIDA, éste dejó de crecer (Messina *et al.*, 1994). Algunos investigadores argumentan que sabores como la fresa y el banano no interactúan bien con la proteína de soya y pueden exaltar el sabor de las saponinas en detrimento del sabor de los alimentos con soya<sup>2</sup>.

**e) Sustancias goitrogénicas:** causan hipertrofia reversible de la tiroides, esto está asociado a un péptido de dos o tres aminoácidos, o a un glucopéptido formado por dos o tres aminoácidos y un azúcar.

**2.3.1.4 Métodos para eliminar sabores indeseables en productos de soya.** Estos incluyen inhibición y/o inactivación de la lipoxigenasa; remoción de componentes volátiles indeseables y sus precursores a través de procesos térmicos, control de pH y extracción por solventes (con o sin calor), procesos enzimáticos y otros misceláneos que incluyen métodos físicos, químicos y con materiales biológicos (Betz, 1988).

**2.3.1.5 Métodos para enmascarar sabores indeseables en productos de soya.** Estos productos pueden combinarse con sabores de frutas con alto contenido de fibra, como coco o almendra, y en el caso de la leche de soya con maltosa<sup>3</sup>.

**2.3.1.6 Proteínas individuales de la soya.** Dentro de las proteínas de soya más estudiadas tenemos:

**a) Glicina:** Es la proteína predominante en la soya y de ahí deriva el nombre del género de la soya, constituye más del 35% del total de proteína de soya y posee un peso molecular de 350,000 g/mol. Su estructura cuaternaria es de dos trímeros y su punto isoeléctrico es 4.64 (Snyder, 1987).

2. Cadwallader, K. 2003. Sabores utilizados en alimentos de soya (entrevista). Illinois Center for Soy Foods, University of Illinois, Estados Unidos.

3. Weingartner, K. 2003. Sabores utilizados para enmascarar sabores de soya (entrevista). Internacional Institute of Soybean, University of Illinois, Estados Unidos.

c) **Otras proteínas:** Incluyen hemaglutininas, inhibidores trópticos,  $\beta$ -conglucina y otras globulinas y enzimas.

b) **Lipoxigenasa:** Esta enzima fue descubierta en 1920, debido a su capacidad de blanquear los carotenoides en harina de trigo, también se notó que la soya tenía la habilidad de oxidar lípidos. En 1940 estas propiedades fueron atribuidas a la lipoxigenasa. Esta enzima posee un grupo prostético de hierro que captura oxígeno molecular, tiene un peso molecular de 100,000 y existen cuatro isoenzimas de lipoxigenasa (Snyder, 1987).

### 2.3.1.7 Otros compuestos importantes en la soya.

a) **Lecitina:** la lecitina o fosfatidilcolina, un emulsificante, es conocida por su capacidad de reducir los niveles de colesterol y prevenir enfermedades del corazón (Messina *et al.*, 1994).

La lecitina tiene dos componentes estructurales: la colina, que es un alcohol, y un fosfatidato formado por dos ácidos grasos, una molécula de glicerol y un grupo fosfato. Según VRP (1995), la colina ha sido utilizada para la prevención de la cirrosis, arterioesclerosis y ciertas deficiencias en la función cerebral. Este compuesto es sintetizado en el hígado a partir de la serina. La deficiencia de colina en la dieta puede causar disfunción en el hígado (Wardlaw, 1999).

Se ha reportado que la administración de colina causa olor corporal a pescado, problemas gástricos, vómitos y diarrea. Megadosis de este compuesto pueden incrementar el riesgo de cáncer estomacal, ya que puede metabolizarse hacia nitrosaminas (Wardlaw, 1999).

b) **Compuestos fenólicos:** varios estudios epidemiológicos han mostrado que el incremento en la ingesta de antioxidantes fenólicos naturales, se correlaciona con la reducción de las enfermedades coronarias. Estos compuestos fenólicos son muy heterogéneos e incluyen fenoles simples, flavonoides, lignina y taninos. Los diferentes tipos de flavonoides son flavonas, flavonoles, flavanoles, antocianidinas e isoflavonas (Krämer *et al.*, 2001).

La soya es extremadamente rica en un grupo único de fitoestrógenos llamados isoflavonas, que son las que mejor explican por qué los alimentos de soya pueden reducir el riesgo del cáncer. Ciertos receptores en la superficie de las células de ciertos tejidos sensitivos, como el de los senos, en mujeres que normalmente producen niveles altos de estrógeno, se unen al estrógeno acelerando el progreso del cáncer; las isoflavonas, al ser tan parecidas al estrógeno, pueden unirse a estos receptores compitiendo con el estrógeno y de esta manera reduciendo el riesgo al cáncer (Messina *et al.*, 1994).

Las isoflavonas existen como glucósidos, como la genistina, daidzina y glucitina y también como agliconas, que son la genisteina, daidzeina y gluciteina. Los contenidos promedio en aislados para tales glucósidos y sus agliconas son 65.4, 20.6, 4.0, 15.0, 13.8

y 1.8 mg/100 g, respectivamente. Éstas están asociadas a sabores astringentes y amargos en productos de soya. El procesamiento puede eliminar alrededor del 50% del total de isoflavonas en los aislados; siendo los glucósidos más solubles que las agliconas, éstos son los que se pierden mayormente (Betz, 1988).

### **2.3.2 Leche**

La leche es una importante fuente de proteína en la dieta humana y posee un alto valor nutricional. El 80% de la proteína de leche es caseína y el resto son proteínas que conforman el suero. Existen cuatro tipos de caseínas que son  $\alpha_{S1}$ ,  $\alpha_{S2}$ ,  $\beta$  y  $\kappa$ . Entre las proteínas de suero están la  $\alpha$  y  $\beta$  lactoglobulina, la seroalbúmina, las inmunoglobulinas y las proteínas que protegen los glóbulos grasos. La leche posee 18 de los 20 aminoácidos y todos los esenciales. Entre otros componentes de la leche están la grasa, de la cual el 78% se encuentra en forma de triacilglicéridos; la lactosa que constituye el 4.8% de la leche fresca y que posee limitantes en digestión, ya que algunas personas presentan intolerancia o carencia de la enzima que sirve para desdoblar este disacárido generando así problemas estomacales, diarrea, cólicos y flatulencia.

### **2.2.3 Almidón pregelatinizado**

El almidón es el carbohidrato más abundante en la naturaleza luego de la celulosa, es una fuente biológica de energía, con alta digestibilidad y es un ingrediente con funciones diversas en la industria de alimentos (ARANAL, s. f.). Los almidones pregelatinizados han sido procesados térmicamente para que no necesiten cocción para formar un gel; éstos instantáneamente lo forman al ser hidratados y agitados. Las fórmulas con un almidón modificado instantáneo usualmente requieren de la adición de agentes de dispersión, como sacarosa, dextrosa, sólidos endulzantes con un bajo equivalente de dextrosa, maltodextrinas y/o otras harinas (Branen *et al.*, 2002).

### **2.3.4 Maltodextrina**

Estos son aditivos alimenticios producidos a través de hidrólisis parcial enzimática o ácida de almidones. Las maltodextrinas con un equivalente de dextrosa bajo (<5) son utilizadas para dar viscosidad y propiedades semejantes a la grasa. Sólidos edulcorantes con un equivalente de dextrosa mayor a 20 no son clasificados como maltodextrinas (Branen *et al.*, 2002).

### **2.3.5 Azúcar**

El azúcar es un disacárido formado por glucosa y fructosa unidas a través de un enlace  $\alpha,\beta(1\rightarrow2)$  glucosídico. Es digerible y aporta como todos los carbohidratos 4 kcal de

energía por cada gramo. Se utiliza como edulcorante natural y posee la ventaja de no aumentar la viscosidad, debido a su peso molecular pequeño.

### **2.3.6 Zinc**

Las deficiencias de zinc en la dieta humana fueron reconocidas por primera vez en la década de los sesenta, en Egipto e Irán, aunque se reconocía su importancia en la dieta desde 1900. Esta deficiencia causa retardo del crecimiento e inadecuado desarrollo sexual. Cerca del 10 al 35% del zinc de la dieta es absorbido. Cuando el zinc es absorbido a la pared del intestino, éste induce la producción de metalotioneina, si el zinc no es transferido a la sangre en dos a cinco días, se desprende de la pared del intestino y es excretado por las heces. La absorción de zinc se reduce debido al ácido fólico y el calcio en la dieta.

El zinc es cofactor de más de 300 enzimas; parece poseer un potencial para reducir la diarrea y la malaria, el cáncer en la cabeza y el cuello, la degeneración macular del ojo y la duración de los resfríos comunes, aunque esta función está en debate pues estudios han dado información contraria (Branen *et al.*, 2002). También está relacionado con deficiencias en la habilidad de aprendizaje (Wardlaw, 1999). La deficiencia del zinc puede ser indicada por apetito pobre y deterioro de la agudeza del gusto (Rolfes y Debruyne, 1999).

El gluconato de zinc, es uno de los tres suplementos comerciales de zinc, junto al óxido y el sulfato de zinc, posee un sabor desagradable y puede causar náusea como un efecto adverso (Branen *et al.*, 2002).

**2.3.6.1 Efectos adversos del exceso de zinc.** Ingestas prolongadas que dupliquen la RDA, inhiben la absorción de cobre; suplementos con 5 a 20 veces el RDA pueden reducir la lipoproteína de alta densidad (HDL, por sus siglas en inglés), condición asociada a un incremento en el riesgo de enfermedades del corazón. Ingestas mayores de 100 mg/día pueden resultar en diarrea, calambres, náusea, vómitos y depresión del sistema inmune (Wardlaw, 1999).

### **2.3.7 Calcio**

Todas las células necesitan calcio, el 99% de este elemento en el organismo es utilizado para fortalecer los huesos y dientes, y es necesario para el crecimiento y el desarrollo de los huesos. La absorción de calcio ocurre en el duodeno y es dependiente del calcitriol. La absorción del calcio está entre 20 y 40%, pero puede llegar hasta 50-75%. Este mineral es importante para la coagulación de la sangre, la contracción muscular y la regulación de la actividad de varias enzimas (Wardlaw, 1999).

El calcio se encuentra comercialmente disponible como nutriente en varias formas, como son: fosfato monobásico, fosfato tribásico, pirofosfato ácido, carbonato, glicerofosfato, lactobionato, óxido, fosfato dibásico, pirofosfato y sulfato de calcio. Otras formas comerciales son silicato, acetato, bromato, cloruro, gluconato de calcio, hidróxido y peróxido de calcio (Branen *et al.*, 2002).

**2.3.7.1 Efectos adversos del exceso de calcio.** Una ingesta mayor a 2000 mg/día puede causar en algunas personas altas concentraciones de calcio en la sangre y la orina, irritabilidad, dolor de cabeza, falla de los riñones, calcificación leve de tejidos, cálculos en los riñones y reducción de la absorción de otros minerales (Wardlaw, 1999).

### **2.3.8 Interacciones que reducen la disponibilidad de minerales**

Alimentos ricos en minerales pueden tener una baja disponibilidad de los mismos; un ejemplo son las espinacas que poseen mucho calcio, pero sólo el 5% puede ser absorbido porque contienen bastante ácido oxálico que liga este mineral. Los minerales provenientes de fuentes animales son mejor absorbidos, que los de fuentes vegetales, debido a la ausencia de fibra dietética y otros compuestos a los que se unen los minerales. Dietas vegetarianas poseen baja cantidad de calcio, hierro y zinc. La absorción de minerales también se ve afectada por su necesidad fisiológica y el tiempo de consumo (Wardlaw, 1999).

**2.3.8.1 Interacciones entre minerales.** Minerales con valencias y tamaños similares pueden competir entre sí por ser absorbidos; ejemplos de esto son el zinc, que reduce la absorción de cobre, así como el calcio la del hierro (Wardlaw, 1999). Según Prasad (1979), el calcio incrementa la unión del zinc al fitato.

**2.3.8.2 Interacciones entre vitaminas y minerales.** La vitamina C mejora la absorción de ciertas formas de hierro y el calcitriol, una hormona de vitamina D mejora la absorción de calcio (Wardlaw, 1999).

**2.2.8.3 Interacciones entre minerales y fibra.** Componentes de la fibra, como el ácido fítico, pueden afectar la disponibilidad de minerales. Dietas altas en fibra pueden disminuir la absorción de calcio, hierro, magnesio y probablemente otros minerales. Productos leudados pueden liberar el zinc ligado al ácido fítico, gracias a la acción de las levaduras (Wardlaw, 1999).

### 2.3.9 Vitamina C

La mayoría de animales son capaces de sintetizar la vitamina C a partir de glucosa, siendo los humanos una de las excepciones. La vitamina C posee dos formas: el ácido ascórbico y el dehidroascórbico, su forma oxidada; las dos formas son biológicamente activas. La vitamina C actúa como un agente reductor, siendo uno de los antioxidantes celulares solubles en agua, es también un secuestrante de radicales libres y es requerida para la formación de colágeno. Algunos estudios han sugerido que la vitamina C ayuda a prevenir ciertos tipos de cáncer, enfermedades del corazón y cataratas. También mejora la absorción de hierro y es vital para el sistema inmune (Wardlaw, 1999). El calor y la exposición a oxígeno pueden reducir la cantidad de vitamina C disponible. La forma comercial de la vitamina C son cristales o polvos blancos o ligeramente amarillos que pueden oscurecerse al exponerse a la luz (Branen *et al.*, 2002). Un síntoma de la deficiencia de vitamina C es el fácil sangrado de las encías (Rolfes y Debruyne, 1990).

**2.3.9.1 Efectos adversos del exceso de vitamina C.** La ingesta mayor a 1000 mg de vitamina C/día puede causar diarrea, hiperoxaluria (exceso de oxalato excretado en la orina), cálculos de oxalato en los riñones y hemocromatosis o exceso de hierro en la sangre en algunas personas (Wardlaw, 1999).

### 2.3.10 Monoglicéridos y diglicéridos

Son emulsificantes naturales formados por la esterificación parcial del glicerol. En pudines es usado como agente antiespumante.

### 2.3.11 Colorantes

Los colorantes son compuestos naturales o sintéticos, orgánicos o inorgánicos utilizados para teñir o dar color a diferentes productos como pinturas, plásticos, textiles y alimentos. Según el FDA existen tres categorías de colores usados en alimentos: los FD&C certificados para el uso en alimentos, drogas y cosméticos, los D&C tintes o pigmentos para drogas y cosméticos y los Ext. D&C considerados seguros sólo para productos que son aplicados externamente (AACC, 1999).

### 2.3.12 Saborizantes

Los sabores dentro de los alimentos, además de poseer la función de provocar un placer sensorial, poseen otras funciones que se clasifican en económicas, fisiológicas y psicológicas (Branen *et al.*, 2002).

## 3. MATERIALES Y MÉTODOS

### 3.1 UBICACIÓN

Este estudio se realizó en el International Soybean Program de la University of Illinois y en el Centro de Evaluación de Alimentos de la Escuela Agrícola Panamericana. La evaluación sensorial de aceptabilidad se realizó en la Escuela Alison Bixby Stone, en la Escuela Agrícola Panamericana y en las escuelas de las comunidades de Hoya Grande, Galeras y El Jicarito.

### 3.2 MATERIALES

- Aislado proteico de soya, Prolisse 512 de Cargill
- Leche descremada en polvo
- Almidón pregelatinizado, C HiForm 72348 de Cargill
- Maltodextrina, Clintose CR10 (con equivalente de dextrosa de 10) de Archer Daniels Midland (ADM)
- Azúcar
- Gluconato de calcio, Gluconal CAL-A de Avebe
- Gluconato de zinc, Gluconal ZN P de Avebe
- Vitamina C grado USP
- Colorante rojo, Rojo fresa fuerte de Sabores Cosco de El Salvador
- Saborizante de fresa, R&D 7531 de Sabores Cosco de El Salvador
- Mezcla de mono y diglicéridos, CI 200 (50% de  $\alpha$ -monoglicéridos, HLB = 3.5) de Continental Custom Ingredients
- Balanza
- Batidor manual de alambre
- Balanza analítica
- Bolsas estériles
- Selladora al vacío de uso doméstico
- Bolsas plásticas
- Recipiente para preparar el pudín
- Cucharitas desechables
- Recipientes desechables de 2.5 oz
- Servilletas
- Formularios de encuesta
- Equipo y materiales para análisis físicos, químicos y microbiológicos

### 3.3 MÉTODOS

#### 3.3.1 Formulación del producto

La mezcla se formuló para proveer en una porción 10 g de proteína, equivalentes al 46% de la RDD para niños en edad escolar (Cuadro 1). Además se fortificó para ofrecer el 50% de la RDD de vitamina C y el 25% de las RDD de calcio y zinc.

**Cuadro 1. Recomendaciones dietéticas diarias para niños de 7 a 9.9 años, para el sexo masculino.**

Peso promedio (kg)	Energía (kcal)	Proteína (g)	Vit. C (mg)	Calcio (mg)	Zinc (mg)
26.7	2000	21.6	40	800	10

Fuente: INCAP (1996).

La proteína fue proporcionada por aislado proteico de soya y leche descremada en polvo, calculando que cada fuente suministra el 50% de la proteína del producto (Cuadro 3). En el Cuadro 2 se muestra la composición de los ingredientes usados en la formulación del pudín instantáneo. Se usó aislado proteico de soya, Prolisse 512, por su sabor más neutro y su alto contenido de proteína (comparándolo con harina de soya o concentrado de soya). Se eligió leche descremada en polvo por su mejor solubilidad en agua fría y maltodextrina con equivalente de dextrosa de 10 por su contribución a la viscosidad y textura.

Para facilitar la preparación de meriendas escolares, evitando la necesidad de cocción, se utilizó un almidón pregelatinizado. Para evitar la formación de burbujas en el pudín se añadió 1.5 g de una mezcla de mono y diglicéridos; y se usó 139 mg de saborizante de fresa y 112 mg de colorante rojo por porción de 62 g de mezcla seca.

Para la preparación del pudín instantáneo se mezclaron los ingredientes minoritarios (colorante, gluconato de zinc, saborizante, vitamina C, gluconato de calcio y mono y diglicéridos) y luego se añadieron éstos a los ingredientes mayoritarios, mezclándolos muy bien (azúcar, leche, almidón, aislado proteico y maltodextrina), para asegurarse que la mezcla quede bien homogénea.

#### 3.3.2 Evaluación sensorial del pudín instantáneo

**3.3.2.1 Grupo focal.** Mediante un grupo focal constituido por 10 adultos, se evaluaron el grado medio de aceptación, la apariencia general, el sabor, la textura y el color. Se presentaron a cada panelista porciones de 50 g aproximadamente, con un formato para evaluar el producto (Anexo 1). Se realizó un análisis de varianza con los resultados de estas calificaciones.

**Cuadro 2. Composición química de los ingredientes de la mezcla.**

<b>Ingredientes</b>	Agua %	CHO's %	Proteína %	Grasa %	Energía kcal/g	Ca mg/100g	Zn mg/100g	Vit. C mg/100g
Aislado proteico de soya	4.6	2.8	85.8	3.8	3.9	266.0	4.2	<1.0
Leche descremada en polvo	9.1	49.3	33.9	0.1	3.3	1,257	4.1	6.8
Almidón pregelatinizado	7.4	92.0	<0.1	<0.1	3.7	19.2		
Maltodextrina	<6.0	94.5	<0.1		3.8	<0.1		
Azúcar*		99.9			3.9		<0.1	
Mono y diglicéridos	<1.0			100.0	9.0			
Gluconato de calcio	9.0					10,400		
Gluconato de zinc	5.2						13,600	
Vitamina C								100,000

\*Fuente: USDA (2003).

**Cuadro 3. Formulación y aportes nutricionales por porción del prototipo de pudín instantáneo.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Fórmula</b>		<b>Aportes por porción</b>				
	Peso (g)	%	Proteína (g)	Energía (kcal)	Calcio (mg)	Zinc (mg)	Vit. C (mg)
Aislado proteico de soya	5.9	9.5	5.1	22.9	15.7	0.2	0.1
Leche descremada en polvo	14.7	23.6	5.0	49.3	185.3	0.6	1.0
Almidón pregelatinizado	10.0	16.0		36.9	1.9		
Maltodextrina	5.0	8.0		19.1			
Azúcar*	25.1	40.2		100.1			
Gluconato de calcio	0.1	0.1			8.5		
Gluconato de zinc	124 mg	<0.1				1.7	
Vitamina C	20 mg	<0.1					20.0
Saborizante de fresa	139 mg	<0.1					
Colorante rojo	112 mg	<0.1					
Mono y diglicéridos	1.5	2.4		13.5			
<b>TOTALES</b>	62.3	100.0	10.1	241.9	211.7	2.5	21.1
<b>Porcentaje de la RDD</b>			46.6	12.1	26.5	25.4	52.7

\*Fuente: USDA (2003).

**3.3.2.2 Validación del prototipo.** Se validó la mezcla prototipo obtenida previamente, mediante una prueba de aceptación con 35 niños entre 7 y 10 años, de la Escuela Alison Bixby Stone (Escuela Agrícola Panamericana). Se utilizó una encuesta con escala hedónica de cinco puntos, asociada con figuras de rostros emotivos (Anexo 2), que representan la aceptación del producto. Para el manejo de resultados, una vez hecha la evaluación, se le asignó números a cada rostro; siendo 1 equivalente a la menor aceptación y 5 a la mayor aceptación. Además en el formato se anotó la edad, el sexo y los comentarios de los encuestados. Las calificaciones obtenidas para el producto se evaluaron estadísticamente con un análisis de varianza.

Al reconstituir la mezcla, para preparar grandes tandas de pudín, se adicionó ésta poco a poco al agua, mezclando vigorosamente con un batidor manual de alambre en un recipiente de boca ancha; se debe evitar la formación de grumos y burbujas, batiendo adecuadamente.

**3.3.2.3 Prueba de aceptación en las escuelas rurales.** La mezcla prototipo ya validada se evaluó sensorialmente con 250 niños escolares de comunidades aledañas a la Escuela Agrícola Panamericana, utilizando el mismo formato de encuesta que en la prueba de validación (Anexo 2). Estos resultados se evaluaron a través de un análisis de varianza y una distribución de frecuencias.

### 3.3.3 Caracterización del producto

Una vez aprobado el producto, por el grupo focal y la prueba de aceptación con niños, se realizaron análisis de composición de la mezcla por triplicado, como se detalla en el Cuadro 4.

**Cuadro 4. Análisis realizados para la caracterización del prototipo de pudín seco y reconstituido.**

<b>Análisis del pudín seco</b>	<b>Método (AOAC, 1997)</b>
Humedad	Horno a 105°C
Carbohidratos totales	Fenol-ácido sulfúrico
Proteína (N x 6.25)	MicroKjeldahl
Extracto etéreo	Goldfish
Vitamina C	Titulación potenciométrica con dicloro indofenol
Ca y Zn	Espectrofotometría de absorción atómica
<b>Análisis del pudín reconstituido*</b>	<b>Método (AOAC, 1997)</b>
Color del pudín	Colorflex (Hunterlab)
Consistencia del pudín	Consistómetro de Bostwick

\* 62 g de mezcla seca y 125 ml de agua.

### 3.3.4 Estudio de vida útil del pudín instantáneo

Se prepararon tres lotes del producto y por triplicado se envasaron al vacío 250 g de la mezcla seca en bolsas estériles; éstas se almacenaron en condiciones ambientales que simulaban las condiciones de almacenamiento en las comunidades (22 – 24°C).

Dichas bolsas se abrieron a los 30 y 60 días después de su elaboración y se analizaron para compararlas con el producto recién elaborado (Control de 0 días); en ellas se realizaron los análisis que se muestran en el Cuadro 5.

Estos análisis permitieron evaluar la estabilidad del producto. Aumentos en humedad debidos a la higroscopicidad de la mezcla permitirían evaluar la calidad del empaque utilizado y determinar causas de crecimiento de microorganismos. La valoración del contenido de vitamina C indicarían su estabilidad y posibles causas de los cambios de coloración por degradación de ésta. A través del monitoreo del color se podría detectar indirectamente la presencia de los productos de reacción de Maillard, que indicarían pérdida del valor nutritivo.

**Cuadro 5: Análisis realizados para el estudio de vida útil del prototipo de pudín.**

	<b>Análisis</b>	<b>Método a utilizar</b>
Químicos	Humedad	Horno a 105°C
	Vitamina C	Titulación potenciométrica con dicloro indofenol
Físicos	Color	Colorflex (Hunterlab)
	Actividad de agua	Aqualab
Microbiológicos	Recuento total de mesófilos aerobios	Petrifilm
	Recuento total de mohos y levaduras	Petrifilm
	Recuento total de coliformes	Petrifilm
	Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	Petrifilm

Los resultados de los conteos microbiológicos se compararon con los estándares aceptados para fórmulas infantiles según la norma COGUANOR de Guatemala (Cuadro 6).

**Cuadro 6. Límites microbiológicos establecidos para fórmulas infantiles.**

<b>Análisis microbiológico</b>	<b>Recuento máximo permitido, UFC/g</b>
Recuento total de mesófilos aerobios	$5 \times 10^4$
Recuento total de mohos y levaduras	-
Recuento total de coliformes	90
Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	0 en 25 g

Fuente: División de Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública de Honduras (2000).

Estos resultados fueron analizados a través de un DCA para evaluar la estabilidad de la mezcla.

### 3.3.5 Análisis de costos de la mezcla para pudín instantáneo

Se calcularon los costos del producto considerando únicamente el costo de los ingredientes, ya que el único proceso involucrado es el mezclado.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 FORMULACIÓN DEL PRODUCTO

Siendo posiblemente la proteína el factor más limitante en la dieta de los niños en edad escolar, el pudín se formuló como un alimento proteico con aportes significativos de vitamina C, calcio y zinc, que son muy importantes en la etapa de crecimiento. La composición química y aportes nutricionales del producto se detallan más adelante.

La utilización de almidón instantáneo, aunque eleva los costos de la mezcla, permite que la preparación del producto sea rápida y conveniente, sin necesidad de usar energía y muchos implementos. Al momento de reconstituir la mezcla, debe evitarse la formación de grumos o burbujas, para lo cual debe añadirse la mezcla a la cantidad requerida de agua poco a poco, permitiendo que se mezcle bien. A medida que aumenta la consistencia debe reducirse la cantidad de mezcla que se añade, evitando así la formación de grumos. Además debe mezclarse vigorosamente durante todo el proceso, pero sin hacerlo tan bruscamente que favorezca la formación de burbujas. Se pueden elaborar fácilmente tandas para 25 a 30 niños, pero cantidades mayores dificultan el mezclado, favoreciendo la formación de grumos y consistencia desuniforme del producto. En tales casos habría que usar una batidora eléctrica, para mayor facilidad.

### 4.2 EVALUACIÓN SENSORIAL

#### 4.2.1 Grupo focal

A través de un panel sensorial de diez personas se obtuvieron calificaciones promedio para aceptación, apariencia, sabor, textura y color (Cuadro 7). Todas éstas en una escala hedónica de nueve puntos, siendo 1 peor, 5 indiferente y 9 mejor.

**Cuadro 7. Calificación para los atributos evaluados en el pudín por el grupo focal.**

<b>Atributo</b>	<b>Media* <math>\pm</math> desviación estándar</b>
Aceptación	6 $\pm$ 1.4
Apariencia	7 $\pm$ 1.1
Sabor	6 $\pm$ 1.3
Textura	5 $\pm$ 1.8
Color	7 $\pm$ 1.2

\* n = 10

De acuerdo a los resultados, la textura es el atributo con mayores problemas; los panelistas pudieron notar pequeñas partículas, éstas se deben al aislado proteico de soya utilizado que sólo se disuelven con cocción. El sabor se consideró muy suave y se recomendó probar adicionando otros sabores como vainilla o mantequilla, los cuales son mentalmente asociados con cremosidad, o sustituir totalmente el sabor de fresa. Al incrementar el sabor de fresa probablemente pueda afectar el sabor en general, ya que este sabor no combina muy bien con la proteína de soya; las características de sabor propias de los productos de soya se percibieron muy poco. Los atributos del sabor y la textura influyeron en la aceptación del producto pero se mantuvo por arriba de 5 puntos, por lo que se decidió continuar con la validación con niños.

#### 4.2.2 Validación del prototipo

Los resultados de la validación del prototipo según edad y sexo se muestran en el Cuadro 8. Para todas las edades y ambos géneros la aceptación no fue diferente ( $p > 0.05$ ), por lo que se concluye que la aceptación del pudín fue consistente para todos los 35 niños encuestados. El puntaje promedio de aceptación fue de  $4.06 \pm 1.2$ , sobre 5.

**Cuadro 8. Calificación para la aceptación del pudín en escolares, según edad y sexo.**

<b>Edades</b>	<b>Media* <math>\pm</math> desviación estándar</b>
7	$3.7^a \pm 1.7$
8	$4.1^a \pm 1.0$
9	$4.3^a \pm 0.8$
<b>Sexos</b>	<b>Media* <math>\pm</math> desviación estándar</b>
Masculino	$4.3^a \pm 1.0$
Femenino	$3.7^a \pm 1.3$

Medias con letras iguales en la misma fila no indican diferencias ( $p > 0.05$ ), \* n = 35

**Cuadro 9. Distribución de frecuencias de aceptación en la validación del pudín.**

<b>Calificación</b>	<b>Niños (%)</b>	<b>Niñas (%)</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
5	40	55	17	48
4	20	30	9	26
3	20	10	5	14
2	13	0	2	6
1	7	5	2	6
<b>Totales</b>	100	100	35	100

La distribución de frecuencias muestra que gran parte de los niños y niñas (74%) evaluaron el pudín como aceptable y muy aceptable (4 y 5), el 80% de los niños y el 95% de las niñas lo valoraron entre 3 y 5 (Cuadro 9).

Estos resultados indicaron que la fórmula del pudín era aceptable par niños y no se necesitaban modificaciones adicionales al producto; por lo tanto se procedió a evaluar el producto en las escuelas rurales.

### 4.2.3 Prueba de aceptación

Los resultados de la prueba de aceptación en escuelas rurales según edad y sexo se muestran en el Cuadro 10. Al igual que en la validación del producto, la prueba de aceptación en escuelas rurales no mostró diferencias ( $p > 0.05$ ) en los resultados entre las medias por edad y por lo que se concluye que la aceptación del pudín fue consistente para todos los 250 niños encuestados. El puntaje promedio de aceptación fue de  $4.5 \pm 1.0$ , sobre 5.

**Cuadro 10. Calificación para la aceptación del pudín con escolares en comunidades rurales, según edad y sexo.**

<b>Edades</b>	<b>Media* <math>\pm</math> desviación estándar</b>
7	$4.6^a \pm 1.0$
8	$4.4^a \pm 1.0$
9	$4.6^a \pm 0.8$
<b>Sexos</b>	<b>Media* <math>\pm</math> desviación estándar</b>
Masculino <sup>a</sup>	$4.6^a \pm 0.9$
Femenino <sup>a</sup>	$4.5^a \pm 1.0$

Medias con letras iguales en la misma fila no indican diferencias ( $p > 0.05$ ), \* n = 250

**Cuadro 11. Distribución de frecuencias en la prueba de aceptación del pudín en escuelas rurales.**

<b>Calificación</b>	<b>Niños (%)</b>	<b>Niñas (%)</b>	<b>Total</b>	<b>Total (%)</b>
5	74	79	191	76
4	15	11	34	14
3	1	2	4	2
2	5	6	14	6
1	4	2	7	3
<b>Totales</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>250</b>	<b>100</b>

n = 250

La distribución de frecuencias de las calificaciones (Cuadro 11) muestra mayor concentración de niños en los puntajes de 4 y 5 (aceptable y muy aceptable) que en la validación, con el 90% de los niños y niñas. Además no se aprecian diferencias ( $p > 0.05$ ) entre géneros, el 89% de los niños y el 90% de las niñas lo valoraron entre 4 y 5.

### 4.3 CARACTERIZACIÓN DEL PRODUCTO

En el Cuadro 12 se muestran los resultados del análisis químico proximal y las determinaciones de calcio y zinc, realizadas en el pudín instantáneo. Se promediaron los resultados de tres repeticiones de estos análisis.

La humedad de la mezcla es muy baja por lo que el crecimiento de microorganismos sería limitado. El contenido de carbohidratos se ajusta al valor esperado según la formulación y composición de ingredientes. El contenido de proteína es 1.68% menos de lo esperado; y pueden deberse a que el aislado proteico de soya ganó humedad en el transporte y manipulación; pero éstas pueden ser corregidas agregando aproximadamente 1.6 g de Prolisse 512 por porción. Los porcentajes de grasa y cenizas son aproximadamente iguales a los valores esperados. Las diferencias en el contenido de calcio pueden deberse a que la leche utilizada tenía más calcio de lo indicado por el fabricante. El contenido de zinc es aproximadamente igual al esperado. El contenido de vitamina C es el 85% de lo esperado, probablemente debido a que la vitamina C utilizada en la mezcla estaba levemente oxidada. El pudín tiene un color rosado, con valores de L, a y b de 63.97, 14.39 y 7.52, respectivamente. La consistencia del pudín es alta, pero fluye levemente en superficie inclinada.

**Cuadro 12. Composición química del producto en polvo.**

<b>Componente</b>	<b>Medición (g/100 g)</b>	<b>Valor esperado (g/100 g)</b>
Humedad	3.13 ± 0.19	4.29
Carbohidratos	74.40 ± 0.26	74.41
Proteína	14.49 ± 0.41	16.17
Extracto etéreo	2.10 ± 0.53	2.81
Ceniza	2.62 ± 0.05	2.32
Calcio (mg/100 g)	366.33 ± 7.37	339.20
Zinc (mg/100 g)	4.06 ± 0.19	4.08
Vitamina C (mg/100 g)	28.81 ± 0.92	33.78

**Cuadro 13. Características físicas del pudín instantáneo reconstituido.**

<b>Características físicas</b>	<b>Media ± desviación estándar</b>
Color del pudín	
L	63.97 ± 0.06
a	14.39 ± 0.11
b	7.52 ± 0.03
Consistencia del pudín	3.5 cm/minuto

#### 4.4 ESTUDIO DE VIDA ÚTIL

Los resultados del análisis de vida útil se muestran en el Cuadro 14, en donde se promediaron las tres réplicas por muestreo.

**Cuadro 14. Resultados del análisis de vida útil del pudín instantáneo.**

Componente		0 días	30 días	60 días	
<b>Químicos</b>	Humedad	3.13 <sup>a</sup> ± 0.19	3.05 <sup>a</sup> ± 0.07	4.30 <sup>b</sup> ± 0.08	
	Vitamina C	28.81 <sup>a</sup> ± 0.92	23.95 <sup>b</sup> ± 1.38	20.37 <sup>c</sup> ± 0.64	
	Actividad de agua	0.227 <sup>a</sup> ± 0.003	0.258 <sup>b</sup> ± 0.004	0.299 <sup>c</sup> ± 0.01	
<b>Físicos</b>	Color	L	89.65 <sup>a</sup> ± 0.11	89.63 <sup>a</sup> ± 0.11	91.16 <sup>b</sup> ± 0.41
		a	-1.13 <sup>a</sup> ± 0.006	-1.07 <sup>a</sup> ± 0.04	-0.52 <sup>b</sup> ± 0.03
		b	12.72 <sup>a</sup> ± 0.04	12.5 <sup>a</sup> ± 0.13	13.05 <sup>b</sup> ± 0.17

Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias ( $p > 0.05$ ).

Las diferencias en el contenido de humedad a los 60 días pueden deberse al empaque utilizado que no fue totalmente impermeable a la humedad ambiental. El contenido de vitamina C disminuyó ( $p > 0.05$ ) a los 30 y 60 días, debido posiblemente a oxidación por exposición a la luz.

Los resultados de color mostraron diferencias a los 60 días, pero no pueden asociarse a la degradación de vitamina C ni a reacción de Maillard, ya que el L aumentó indicando mayor claridad en lugar de oscurecimiento. Estas diferencias posiblemente se deben a la sensibilidad alta del colorímetro y la variación baja entre réplicas; tales diferencias no son apreciables por el ojo humano. Se encontró diferencias estadísticas en actividad de agua a los 30 y 60 días, pero el aumento es numéricamente pequeño y sin impacto en la vida útil del producto. Actividades de agua por debajo de 0.5 no favorecen el crecimiento de microorganismos. Los resultados de los análisis microbiológicos el producto a lo largo del estudio, se muestran en el Cuadro 15.

**Cuadro 15. Recuentos microbiológicos del estudio de vida útil del pudín instantáneo.**

Análisis	Medias <sup>1</sup> (UFC/g)			Límite <sup>2</sup> (UFC/g)
	0 días	30 días	60 días	
Recuento total de mesófilos aerobios	3 x 10 <sup>2a</sup>	3 x 10 <sup>2a</sup>	4 x 10 <sup>2b</sup>	5 x 10 <sup>4</sup>
Recuento total de mohos y levaduras	3 <sup>a</sup>	3 <sup>a</sup>	5 <sup>b</sup>	-
Recuento total de coliformes	<1	<1	<1	90
Recuento total de <i>S. aureus</i>	0	0	0	0 en 25g

<sup>1</sup>Medias con letras diferentes en la misma fila indican diferencias ( $p > 0.05$ ).

<sup>2</sup>Fuente: División de Control de Alimentos del Ministerio de Salud Pública de Honduras, (2000).

Las diferencias ( $p > 0.05$ ) encontradas a los 60 días, para los recuentos de mesófilos aerobios totales y mohos y levaduras, podrían indicar que el sellado al vacío no fue

adecuado y provocó contaminación por estar expuesto al aire. Sin embargo los recuentos se mantuvieron por debajo de los límites establecidos para fórmulas infantiles.

#### 4.5 ANÁLISIS DE COSTOS DEL PRODUCTO

Los costos de cada uno de los ingredientes por porción se detallan en el Cuadro 16.

**Cuadro 16. Costos variables del pudín por porción.**

<b>Ingrediente</b>	<b>Costo (L)</b>	<b>Porcentaje del total de costos variables</b>
Aislado proteico de soya	0.47	22.09
Leche descremada en polvo	0.59	27.49
Almidón pregelatinizado	0.51	23.83
Maltodextrina	0.05	2.31
Azúcar	0.13	6.07
Gluconato de calcio	0.16	7.66
Gluconato de zinc	0.02	1.16
Vitamina C	0.08	3.74
Saborizante de fresa	0.01	0.30
Colorante rojo	<0.01	0.13
Mono y diglicéridos	0.11	5.22
<b>Totales</b>	<b>2.14</b>	<b>100.00</b>

Los ingredientes que representan los mayores costos variables son la leche descremada en polvo, el almidón pregelatinizado y el aislado proteico de soya. La vitamina C utilizada en este estudio es grado reactivo pero para el proceso industrial se ocupa una mezcla con menor grado de pureza.

## 5. CONCLUSIONES

1. La mezcla del pudín instantáneo contiene 3.13% de humedad, 74.4% de carbohidratos, 14.5% de proteína, 2.1% de grasa y 2.6% de ceniza.
2. Una porción de pudín (62 g de mezcla y 125 ml de agua) provee el 42% de la recomendación dietética diaria para niños entre 7 y 9.9 años de proteína, el 45% de vitamina C, el 29% del calcio y el 25% zinc.
3. El pudín obtuvo una calificación promedio de aceptación de 4.5 sobre 5, indicando alta aceptación por escolares en el área rural.
4. La mezcla de pudín tuvo aumentos en humedad a los 60 días y en actividad de agua a los 30 y 60 días, además pérdidas de vitamina C por oxidación a los 30 y 60 días. No se detectaron *Staphylococcus aureus* ni coliformes y los conteos de mohos y levaduras y mesófilos aerobios se mantuvieron por debajo de los límites establecidos para fórmulas infantiles.
5. El costo de ingredientes por porción es de L 2.14 por porción.

## **6. RECOMENDACIONES**

1. Evaluar diferentes sabores para este producto, como vainilla o caramelo.
2. Evaluar concentraciones menores de mono y diglicéridos y su efecto como antiespumantes, así como también otros agentes antiespumantes o tensoactivos que pudieran ser más baratos, como lecitina.
3. Realizar un estudio financiero de la producción de este pudín, para su distribución en programas de nutrición escolar como Escuela Saludable.
4. Evaluar el uso de un empaque que evite la oxidación de la vitamina C y el aumento de humedad en el producto.
5. Utilizar ejemplos más ilustrativos para explicar las escalas hedónicas a los niños, como alimentos comunes en su medio que puedan representar cada valor de la escala.
6. Utilizar un método de determinación del contenido de vitamina C, más preciso.
7. Evaluar esta formulación como producto comercial listo para el consumo, sustituyendo el almidón instantáneo por un almidón no pregelatinizado más barato.
8. Realizar pruebas de aceptación del pudín con niños de escuelas urbanas.

## 7. BIBLIOGRAFÍA

AACC (American Association of Cereal Chemists). 1999. Colorants: practical guides for the food industry. St. Paul, USA, Eagan Press Handbook Series.

AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 1997. Methods of Analysis of the AOAC International. 3 ed. Volumen II, Maryland. USA.

ARANAL, s.f. Tecnología de Almidones para Alimentos.

Betz, N. 1988. Critical Review in Food Science and Nutrition: Soy Flavor and Its Improvement. Louisiana, USA, Louisiana and Technological Resources Limited. Volumen 27, publicación 4.

Branen, A.; Davidson, P.; Salminen, S.; Thorngate, J. 2002. Food Additives, 2 ed., New York, USA. Marcel Dekker, Inc.

División de control de alimentos del Ministerio de Salud Pública de Honduras. 2000. Normas Guatemaltecas para alimentos COGUANOR.

Endres, J. 2001. Soy Protein Products: Characteristics, Nutritional Aspects and Utilization. Ed. rev. and exp. Fort Wayne, USA, The Endres Group, Inc.

Flores, E. 1996. Estudio base de la situación alimentaria y nutricional en la comunidad de La Lima, Tatumbla, Francisco Morazán, Honduras. Tesis Ing. Agrónomo El Zamorano, Honduras, Escuela Agrícola Panamericana. 45 p.

FDA (Food and Drugs Administration). 2000. Soy Health Claims for Soy Protein, Question About Other Components (en línea). Estados Unidos. Consultado 13 octubre 2003. Disponible en <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/fdsoypr.html>.

Griffiths, M. s.f. Panel: ¿Cuál es la función de los alimentos complementarios en los cambios de las prácticas de alimentación infantil y en el mejoramiento del estado nutricional?.

INCAP (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá). 1996. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala. 45 ed.

INTSOY (International Soybean Program). 1986. The Soybean Solution: Meeting World Food Needs. Ryan, S. Champaign, USA. 28 p.

Krämer, K.; Hoppe, P.; Packer, L. 2001. Nutraceuticals in Health and Disease Prevention. New York, USA, Marcel Dekker, Inc.

Messina, M.; Messina, V.; Setchell, K. 1994. The Simple Soybean and Your Health. Conner, B.; Sparber, E. Honesdale, USA, Paragon Press.

Prasad, A. 1979. Zinc in Human Nutrition. USA, CRC Press.

Rolfes, L.; Debruyne, L. 1999. Life span nutrition: conception through life. Whitney, E. St. Paul, USA, West Publishing Company.

Snyder, H. 1987. Soybean Utilization. USA, Van Nostrand Reinhold Company, Inc.

Tartanac, F. s.f. Los productos Incaparina y otros alimentos basados en la Incaparina: Experiencia del INCAP en Centroamérica. Guatemala.

USDA (United States Department of Agriculture). 2003. Nutrient Database for Standard Reference (en línea). USA. Consultado 2 de abril de 2003. Disponible en [http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut\\_search.pl](http://www.nal.usda.gov/fnic/cgi-bin/nut_search.pl).

VRP (Vitamin Research Products). 1995. Lecithin Or Choline Supplementation (en línea). USA. Consultado 3 de octubre 2003. Disponible en <http://www.aabhealth.com/lecithincholine.htm>.

Wardlaw, G. 1999. Perspectives in nutrition. 4 ed. USA, McGraw-Hill. 727 p.

WISHH (World Initiative for Soy in Human Health). 2003. Commercial uses for soy and soy foods (en línea). USA. Consultado 3 octubre 2003. Disponible en <http://www.wishh.org/development/commercial.html>.

## **8. ANEXOS**

**Anexo 1. Formato para la evaluación sensorial con el grupo focal**

Pudín instantáneo de soya

30 de abril 2003

Nombre: \_\_\_\_\_

Instrucciones: Por favor enjuague su boca antes de empezar. Evalúe el producto que está frente a usted, mírelo y Pruébalo.

1. Considerando todas las características del producto indique su grado medio de aceptación marcando el cuadro correspondiente:

Me desagrada  
muchísimo

No me gusta,  
ni me desagrada

Me gusta  
muchísimo

2. Evalúe indicando cuanto le gustan o le desagradan los siguientes atributos del producto. Marque el cuadro que represente su respuesta y por favor haga sus comentarios abajo.

**APARIENCIA**

Me desagrada  
muchísimo

No me gusta,  
ni me desagrada

Me gusta  
muchísimo

---

**SABOR**

Me desagrada  
muchísimo

No me gusta,  
ni me desagrada

Me gusta  
muchísimo

---

**TEXTURA**

Me desagrada  
muchísimo

No me gusta,  
ni me desagrada

Me gusta  
muchísimo

---

**COLOR**

Me desagrada  
muchísimo

No me gusta,  
ni me desagrada

Me gusta  
muchísimo

---

Gracias por su participación

**Anexo 2. Formato de encuesta para la prueba de aceptación con niños**

**Lugar:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

**Edad:** \_\_\_\_\_

**Sexo:** \_\_\_\_\_

**Marca la carita que muestre cuánto te gusta este pudín.**



**Comentarios:** \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_