

**Desarrollo de una Bebida a Base de Atol de
Maíz (*Zea mays*) y Leche de Soya (*Glicine max*)
Fortalecida y Enriquecida y con
Vitaminas y Minerales**

Dominga Elizabeth Canales Medina

Honduras
Diciembre, 2006

ZAMORANO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA

**Desarrollo de una Bebida a Base de Atol de
Maíz (*Zea mays*) y Leche de Soya (*Glicine max*)
Fortalecida y Enriquecida con
Vitaminas y Minerales**

Proyecto especial presentado como requisito parcial para optar
al título de Ingeniera en Agroindustria en el Grado
Académico de Licenciatura.

Presentado por:

Dominga Elizabeth Canales Medina

Honduras
Diciembre, 2006

La autora 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.

Dominga Elizabeth Canales Medina

Honduras
Diciembre 2006

**Desarrollo de una Bebida a Base de Atol de Maíz
(*Zea mays*) y Leche de Soya (*Glicine max*)
Fortalecida y Enriquecida con
Vitaminas y Minerales**

Presentado por:

Dominga Elizabeth Canales Medina

Aprobado por:

Julio R. López, M.Sc.
Asesor Principal

Raúl Espinal, Ph.D.
Director
Carrera de Agroindustria

Wilfredo Domínguez, M.Sc.
Asesor

George Pilz, Ph.D.
Decano Académico

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

DEDICATORIA

A mi Dios y Padre Todopoderoso.

A mi mamá y hermanos.

AGRADECIMIENTOS

A Dios Todopoderoso por ser mi fuente de vida, por brindarme siempre la fuerza y sabiduría que he necesitado.

A mi familia, en especial a mi mamá, por todo el sacrificio y su apoyo incondicional en todo momento para el logro de mis metas. Por sus oraciones y por toda la confianza que han depositado en mí.

A Juan E. Andrade por sus consejos y apoyo, por instruirme y ayudarme a enfocar los problemas desde una perspectiva diferente.

A mis amigas de la EAP por ser un brazo amigo, por su comprensión y cariño y por ser un apoyo en todo momento.

A mis asesores de tesis por su soporte en la realización de este estudio.

Al staff de la carrera de Agroindustria Alimentaria por su cariño y apoyo en la logística para la realización este trabajo.

A las escuelas que participaron en el análisis sensorial por su disposición y tiempo empleado.

AGRADECIMIENTOS A PATROCINADORES

A la Secretaría de Agricultura de Honduras por el apoyo financieros brindado para la realización de mis estudios en Zamorano.

RESUMEN

Canales, D. 2006. Desarrollo de una Bebida a Base de Atol de Maíz (*Zea mays*) y Leche de Soya (*Glicine max*) Fortalecida y Enriquecida con Vitaminas y Minerales. Proyecto de Graduación del Programa de Ingeniería en Agroindustria. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, Honduras. 20 p.

La desnutrición es un problema que afecta a la niñez hondureña, especialmente en el área rural donde asciende a 42%. El objetivo de este estudio fue desarrollar una bebida a base de atol de maíz y leche de soya fortalecida y enriquecida con vitaminas y minerales. Se utilizaron dos proporciones de atol de maíz (65% y 75%) y dos proporciones de leche de soya (25% y 35%) respectivamente. Se incluyó una premezcla de vitaminas y minerales para bebidas escolares, la cual cumple con el 15% de los requerimientos del valor diario para niños en edad escolar. Los tratamientos fueron evaluados sensorialmente (aceptación general) en escuelas del sector rural con la participación de 75 niños de 6-12 años de edad. Se utilizó un diseño de bloques completos al azar (BCA) y los datos se analizaron mediante una separación de medias Duncan ($P < 0.05$). Se realizó un análisis químico proximal de los tratamientos y los costos variables de producción. Se determinó la vida de anaquel mediante conteos microbiológicos organizados en bloques completos al azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo. Ambos tratamientos obtuvieron una alta aceptación en el rango de “me agrada mucho” y no se encontró diferencia estadística significativa entre tratamientos. Se encontró que ambos tratamientos constituyen una fuente rica en carbohidratos y que el tratamiento con mayor contenido de soya, por su aporte a la dieta, se considera como una buena fuente de proteína. Con base en los conteos microbiológicos se estableció que la vida de anaquel para ambos tratamientos es de cuatro días. Se determinó que los costos variables de producción para esta bebida son menores al presupuesto diario por niño del programa actual de merienda escolar de Honduras.

Palabras claves: desnutrición, deficiencias, merienda escolar, nutrientes.

Julio R. López, M.Sc.
Asesor Principal

CONTENIDO

	Portadilla	i
	Autoría.....	ii
	Página de firmas	iii
	Dedicatoria	iv
	Agradecimientos.....	v
	Agradecimiento a patrocinadores.....	vi
	Resumen	vii
	Contenido	viii
	Índice de Cuadros.....	x
	Índice de Figuras	xi
1.	REVISIÓN DE LITERATURA	1
1.1	DESNUTRICIÓN	1
1.2	SITUACIÓN NUTRICIONAL EN HONDURAS	1
1.3	LECHE DE SOYA.....	2
1.3.1	Leche de soya y su papel en la nutrición.....	2
1.4	REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES.....	3
1.4.1	Requerimientos Nutricionales para niños.....	4
1.5	PROGRAMAS DE MERIENDA ESCOLAR	4
1.5.1	Escuelas Saludables y el programa de merienda escolar	5
2.	INTRODUCCIÓN	6
3.	MATERIALES Y MÉTODOS	7
3.1	LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO	7
3.2	MATERIAS PRIMAS.....	7
3.3	FORMULACIONES	7
3.4	METODOLOGÍA	7
3.5	PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA	9
3.5.1	Elaboración del atol de maíz	9
3.5.2	Elaboración de la leche de soya	10
3.5.3	Elaboración de la bebida	10
3.6	ANÁLISIS DE LAS BEBIDAS.....	11
3.6.1	Análisis sensorial.....	11
3.6.2	Análisis químico proximal	11
3.6.3	Análisis de vida de anaquel	12
3.6.4	Análisis de costos variables de producción.....	12
3.6.5	Diseño experimental.....	12

4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	13
4.1	ANÁLISIS SENSORIAL.....	13
4.2	ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL	13
4.3	DETERMINACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL	15
4.4	DETERMINACIÓN DE COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN	16
5.	CONCLUSIONES	17
6.	RECOMENDACIONES	18
7.	BIBLIOGRAFÍA	19

ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro

1.	Datos de desnutrición en Honduras.....	2
2.	Valores nutricionales de la leche de soya fluida.	3
3.	Valores diarios recomendados (RDA) de micronutrientes para niños	4
4.	Valores diarios recomendados (RDA) de macronutrientes para niños.....	4
5.	Resumen de las formulaciones.	7
6.	Información de la premezcla de nutrientes de la cía. Watson Foods.....	8
7.	Resultado de la evaluación sensorial de los tratamientos.....	13
8.	Composición química de los tratamientos.....	14
9.	Información nutricional de los tratamientos por porción de 240 ml	14
10.	Contenido calórico de los tratamientos por porción de 240 ml.....	15
11.	Mesófilos aerobios totales por día por tratamiento	15
12.	Costos variables de producción para el tratamiento A1 en base a una porción de 240ml de bebida.	16
13.	Costos variables de producción para el tratamiento A2 en base a una porción de 240ml de bebida.	16

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura

1.	Flujo de Proceso para la elaboración de una bebida a base de atol de elote y leche de soya.....	9
2.	Escala de la prueba de aceptación para niños.....	11

1. REVISIÓN DE LITERATURA

1.1 DESNUTRICIÓN

La desnutrición es la condición que ocurre cuando el cuerpo de una persona no está obteniendo los nutrientes suficientes, puede resultar del consumo de una dieta inadecuada o mal balanceada, por trastornos digestivos, problemas de absorción u otras condiciones médicas. La desnutrición puede ser lo suficientemente leve como para no presentar síntomas; sin embargo, en algunos casos puede ser tan grave que el daño ocasionado sea irreversible, a pesar de que se pueda mantener a la persona con vida (Enciclopedia Médica 2006).

De acuerdo con Stylianopoulos (1999) el hambre y la malnutrición son algunos de los problemas más graves a nivel mundial y afectan especialmente a los habitantes de los países en vías de desarrollo. Las formas de malnutrición más severas y extensas son la deficiencia de proteína y energía, así como la carencia de algunas vitaminas y minerales.

Como lo cita Molina *et. al.* (1993), en Centroamérica las principales deficiencias de micronutrientes son las relativas al yodo, la vitamina A y el hierro, así como algunas vitaminas del complejo B. Tales deficiencias están más acentuadas en la población de menores recursos, que presenta también un mayor índice de desnutrición, representando por tanto la población más vulnerable.

1.2 SITUACIÓN NUTRICIONAL EN HONDURAS

Honduras ha tenido que enfrentar choques significativos como ser impactos externos y desastres naturales que han estresado la capacidad económica del país. Individuos en el margen de extrema pobreza son severamente afectados por la reducción en el consumo, lo cual tiene un relevante impacto en el estatus nutricional, sobre todo en los niños (World Bank 2006).

En Honduras el 47% de los niños en extrema pobreza son raquíticos, lo cual indica una desnutrición crónica. Como reflejo de los patrones de pobreza, la desnutrición infantil varía grandemente de región a región (Cuadro 1). En la región más pobre, la región rural occidental, 52.6% de los niños se encuentran desnutridos (ENCOVI 2006).

El 60% de los preescolares en la región occidental reciben alimentos con suplementos nutricionales. El programa Escuelas saludables consiste en provisión de un rango diverso de bienes y servicios, cuya meta es mejorar la nutrición de los niños que asisten a escuelas rurales y mejorar su bienestar en general. Un total de 103.3 millones de lempiras se han destinado para este programa.

Cerca del 2.7% de los estudiantes comprendidos entre las edades de 7-18 años se benefician de este programa. Asimismo residentes de las áreas rurales de la zona occidental se benefician en mayor grado del programa que aquellas en el resto del país. Así, mientras cerca de la mitad de los favorecidos son extremadamente pobres, solo el 12% son no pobres. El 88.5% de los destinatarios de este tipo de ayuda reside en el área rural (ENCOVI 2006).

Cuadro 1. Datos de desnutrición en Honduras.

Departamento	Tasa de desnutrición	Departamento	Tasa de desnutrición
Islas de la Bahía	12.22	Valle	32.22
Francisco	23.11	Choluteca	32.88
Morazán	27.33	El Paraíso	34.55
Cortes	28.11	La Paz	55.11
Atlántida	22.99	Ocotepeque	44.55
Gracias a Dios	31.00	Santa árbara	46.99
Colón	30.77	Copán	51.99
Olancho	33.22	Intibucá	62.44
Yoro	39.66	Lempira	61.33
Comayagua		Honduras	34.00

Fuente: Seguridad Alimentaria y Nutrición en Honduras, ONU-USAID, 2005.

1.3 LECHE DE SOYA

Según Williams (1998) la malnutrición respecto a las proteínas y sus calorías constituye un problema afrontado por una gran porción de la población mundial. A medida que las fuentes tradicionales de proteína se han vuelto poco disponibles para algunos sectores de la población, muchos gobiernos, agencias gubernamentales y organizaciones mundiales han concentrado sus esfuerzos hacia el aumento en la utilización de proteína de origen vegetal en el consumo humano. Aunque la proteína de origen vegetal es generalmente de menos calidad que la proteína de fuentes animales, estas son menos caras.

La deficiencia de proteína se presenta mayormente en niños, y es usualmente relacionado con la falta de calorías en la dieta, así como un bajo consumo de proteína, provocando así enfermedades importantes en los infantes. La leche de soya es un producto versátil, que puede ser usado de la misma forma en que la leche de vaca es utilizada ya que es una excelente fuente de hierro y proteína. (NATS 2006).

1.3.1 Leche de soya y su papel en la nutrición

La soya ha sido por mucho tiempo reconocida por su potencial valor en el combate de la malnutrición por ser fuente tanto de proteína como de energía. El grano entero contiene cerca de 20% de aceite y 40% de proteína en base seca. Adicionalmente la soya es superior a otras fuentes de proteína vegetal debido a su buen balance de

aminoácidos. Aunque un poco bajo en metionina, la distribución y el perfil de aminoácidos de la proteína de soya son muy cercanos a los recomendados por la FAO (Williams 1998).

De acuerdo con Jain (2006) la leche de soya posee ciertas peculiaridades que la hacen recomendable para su utilización en el mejoramiento de la nutrición. Entre estas características se puede mencionar que contiene todos los tres macronutrientes, tiene todos los aminoácidos esenciales, tiene un buen perfil de ácidos grasos, es rica en casi todos los minerales, posee la mayoría de vitaminas importantes, es una excelente fuente de fibra y contiene muchos fotoquímicos (Cuadro 2).

Cuadro 2. Valores nutricionales de la leche de soya fluida.

Nutriente	Unidades	Valor en 100g	Nutriente	Unidades	Valor en 100g
Agua	g	88.03	Vitaminas		
Energía	kcal	52	Vitamina C,	mg	0
Proteína	g	4.48	Tiamina	mg	0.061
Grasa	g	1.92	Riboflavina	mg	0.051
Carbohidratos	g	4.93	Niacina	mg	0.289
Fibra	g	1.3	Acido Pantoténico	mg	0.518
Azúcares	g	0.5	Vitamina B6	mg	0.096
Minerals			Folato	mcg	16
Calcio, Ca	mg	38	Acido Fólico	mcg	0
Hierro, Fe	mg	1.1	Folato, DFE	mcg_DFE	16
Magnesio, Mg	mg	25	Vitamina B12	mcg	1.22
Fósforo, P	mg	55	Vitamina A, IU	IU	612
Potasio, K	mg	124	Vitamina A, RAE	mcg_	31
Sodio, Na	mg	55	Retinol	mcg	0
Zinc, Zn	mg	0.44	Vitamina E	mg	1.35
Cobre, Cu	mg	0.141	Vitamina D	IU	16
Manganeso, Mn	mg	0.218	Vitamina K	mcg	3
Selenio, Se	mcg	4.8			

Fuente: USDA National Nutrient Database for Standard Reference.

1.4 REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES

Requerimientos nutricionales se definen como el nivel mínimo continuo de nutrientes que, por un específico indicador de suficiencia, mantendrá un nivel definido de nutrientes. El RDA (Recommended Dietary Allowance) es un estimado del mínimo nivel de consumo diario promedio de nutrientes que cumple con los requerimientos de casi todos (97 a 98 por ciento) de los individuos sanos en una particular etapa de vida y género (National Academies Press 2005).

1.4.1 Requerimientos Nutricionales para niños

A continuación se presenta en el cuadro 3 y cuadro 4, los requerimientos diarios recomendados para niños en edad escolar.

Cuadro 3. Valores diarios recomendados (RDA) de micronutrientes para niños.

Nutriente	Unidad	1-3 años	4-8 años	9-13 años
Biotina	ug	8	12	20
Calcio	mg	500	800	1300
Cromo	ug	11	15	25
Cobre	mg	0.34	0.44	0.7
Acido fólico	mg	0.15	0.2	0.3
Yodo	ug	90	90	120
Hierro	mg	7	8	10
Magnesio	mg	80	130	210
Manganeso	mg	1.2	1.5	1.9
Niacina	mg	6	8	12
Acido pantoténico	mg	2	3	4
Fósforo	mg	460	500	1250
Potasio	mg	3000	3800	4500
Piridoxina, B6	mg	0.1	0.6	1
Riboflavina	mg	0.5	0.6	0.9
Selenio	ug	20	30	40
Tiamina	mg	0.5	0.6	0.9
Vitamina A	IU	1000	1333	2000
Vitamina B12	ug	0.9	1.2	1.8
Vitamina D3	IU	200	200	200
Zinc	mg	3	5	8

Fuente: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy (2001).

Cuadro 4. Valores diarios recomendados (RDA) de macronutrientes para niños.

Macronutriente	Niños de 4-8 años	Niños de 9-13 años
	g/día	g/día
Carbohidratos	130	130
Proteína	34	19
Grasa*	25-35	25-35
Fibra	25	31

*No se está determinado el valor RDA para este grupo, se tomó como referencia el rango aceptable de distribución de macronutrientes.

Fuente: Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academy (2002), adaptado por el autor.

1.5 PROGRAMAS DE MERIENDA ESCOLAR

Para combatir el problema de la malnutrición el Programa Mundial de Alimentos ha financiado parcialmente algunos programas de merienda escolar en Honduras. En el año 2003 cerca de 300,000 niños fueron alimentados en este programa. El programa

WISHH (Iniciativa Mundial para la Utilización de Soya en la Salud Humana, por sus siglas en inglés), ha conducido análisis de costo/beneficio de utilizar soya para fortificar las raciones escolares. Convencidos de los beneficios de la proteína de soya la Oficina de la Presidencia de Honduras propuso un programa piloto para incorporar proteína de soya en la dieta de los niños en el área rural.

Muchos son los países que han desarrollado con éxito la inclusión de soya en sus programas de meriendas escolares, algunos de ellos son Mozambique, Kenya, Indonesia, India, México, Georgia, Guyana, Afganistán, Botswana, Senegal y Costa de Marfil. En cada uno de estos países se han desarrollado diferentes metodologías de procesamiento de productos a base de soya para su consumo y diferentes inventivas, como ser en algunos casos, la institución de pequeñas empresas dedicadas a esta actividad (WISHH 2006).

1.5.1 Escuelas Saludables y el programa de merienda escolar

El programa de merienda escolar se basa en la dotación de alimentos fortificados a través del concurso de todos los sectores de la nación y la participación comunitaria a los centros preescolares y primarios para reducir los índices de ausentismo y deserción escolar e incrementar la matrícula, complementando la alimentación de los niños y niñas.

Este programa tiene como objetivo primordial disminuir la desnutrición de alto riesgo en la población pre-escolar y escolar. La merienda escolar se brinda a 1,000,000 de menores los 200 días de clases. Actualmente se atiende un millón de niños y niñas en edad pre-escolar y escolar en las áreas rurales y urbanas marginales del país, con la finalidad de lograr mejores condiciones de vida (PES 2006).

Actualmente la merienda consiste en proveer a las escuelas de arroz, aceite de soya fortificado con vitamina A, frijoles, maíz y CSB (Corn Soy Blend) que es una mezcla constituida en un 69.5% de harina de maíz, 21.8% harina de soya, 5.5% aceite de soya y 5.5% minerales y vitaminas antioxidantes. Este programa trabaja en conjunto con el Programa Mundial de Alimentos, el cual se encuentra a cargo de la logística de almacenamiento y distribución de los componentes de la merienda. En cada una de las escuelas es una junta organizada de madres de familia la que se encarga de la elaboración de alimentos a partir de los componentes brindados (Avila 2006).

2. INTRODUCCIÓN

Como lo cita Molina *et al.* (1993) en Centroamérica la deficiencia de vitaminas y minerales afecta en gran medida a los más necesitados, especialmente a aquellos que viven en zonas rurales. La indigencia nutricional es perpetuada a través de las generaciones provocando que las perspectivas de vida de la población sean pobres, particularmente en este sector. Un pueblo mal nutrido no puede desarrollarse, es por ello que surge la necesidad de tomar ciertas estrategias para corregir problemas de deficiencias importantes para la salud humana.

Existe la posibilidad de introducir soluciones favorables que sean sencillas, rentables y eficaces para contrarrestar grandes problemas de salud originados por la deficiencia de nutrientes. El fortalecimiento y enriquecimiento de los alimentos es un procedimiento que se utiliza en muchos países para suministrar vitaminas y minerales a sectores de la población con necesidades específicas de nutrientes. En la elaboración de esta bebida se utilizará la leche de soya como una fuente de proteína y una premezcla de vitaminas y minerales.

El objetivo de este estudio es desarrollar una bebida a base de atol de maíz y leche de soya fortalecida y enriquecida con vitaminas y minerales. Esto como alternativa nutricional dirigida al sector rural de nuestro país, a niños comprendidos entre las edades de 6-12 años. Esta bebida es una opción que puede ser utilizada en programas de seguridad alimentaria tomando en cuenta que se utilizan materias primas de alta disponibilidad y de costos relativamente bajos.

Como objetivos secundarios se plantean la evaluación sensorial de los tratamientos para determinar su aceptación general, la realización de un análisis químico proximal del tratamiento de mayor aceptación, evaluar la vida de anaquel de la bebida mediante pruebas microbiológicas y la determinación de los costos variables de producción de la bebida.

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL ESTUDIO

La parte técnica este estudio se llevó a cabo en la Planta Agroindustrial de Investigación y Desarrollo (PAID), Centro de Evaluación de Alimentos (CEA) y Laboratorio de Microbiología, de la Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano. El análisis sensorial se realizó en tres escuelas de educación primaria, Escuela Álvaro Contreras, Escuela Lempira y Escuela Francisco Morazán ubicadas en las aldeas de Galera, Lizapa y Jicarito respectivamente, departamento de Francisco Morazán, Honduras.

3.2 MATERIAS PRIMAS

Los ingredientes utilizados fueron granos de maíz (*Zea mays* variedad Guayape) en estado lechoso (8-10 semanas después de la siembra), frijol soya (*Glicine max* variedad Cristalina), azúcar refinada, agua purificada, canela en polvo. Como fuente de vitaminas y minerales se utilizó una premezcla de nutrientes para bebidas en programas de escolares de la compañía Watson Foods, Connecticut, USA.

3.3 FORMULACIONES

En estudios anteriores (Villanueva 2005) trabajó con una bebida a partir de leche de soya y atol de maíz, utilizando estos en proporciones de 25%, 50% y 75%. El tratamiento con un 25% de leche de soya y 75% atol de maíz obtuvo mayor aceptación entre los niños en edad escolar. Estos resultados sirvieron como base para la determinación de las proporciones a utilizar en el presente estudio. Se utilizó el tratamiento con mayor aceptación y un tratamiento al cual se adicionó un 10% de leche de soya. También se incorporó una fortificación y enriquecimiento del 15% de del valor diario de vitaminas y minerales para niños comprendidos entre las edades de 6-12 años.

Cuadro 5. Resumen de las formulaciones.

Tratamiento	Porcentaje de atol de maíz	Porcentaje de leche de soya	Porcentaje de Fortificación y enriquecimiento
A1	75	25	15
A2	65	35	15

Se elaboraron dos formulaciones las cuales varían en su contenido de leche de soya y atol de maíz (Cuadro 5). Ambos tratamientos se enriquecieron con una premezcla nutrientes para bebidas de programas escolares.

3.4 METODOLOGIA

Se evaluaron dos tratamientos con una composición de 25% y 35% de leche de soya y 75% y 65% de atol de maíz respectivamente. Cada uno de los componentes de la bebida se elaboró por separado y luego fueron mezclados en las proporciones correspondientes.

La premezcla de nutrientes fue adicionada una vez lista la bebida en una concentración que cumple con el 15% de los requerimientos de los valores diarios para niños en edad escolar, dicha concentración corresponde a 2.05 gramos de premezcla por porción de 240 ml de bebida. Se trabajó con base en 240 ml de bebida ya que es una medida estándar para los vasos pequeños de PVC que son los más utilizados para el consumo de la merienda escolar y que responden asimismo al tamaño de porción estándar de un yogur o pudín.

La premezcla de nutrientes que se utilizó es una premezcla para bebidas de programas escolares de la compañía Watson Foods. El vector promedio nutricional de la premezcla se muestra en el Cuadro 6.

Cuadro 6. Información de la premezcla de nutrientes de la cía. Watson Food.

Nutriente (Ingrediente)	Unidad	Mínimo contenido por 4800mg de premezcla	% Valor Diario
Vitamina A	IU	1750.000	35
Vitamina D3	IU	140.000	35
Tiamina	mg	0.525	35
Riboflavina	mg	0.595	35
Niacina	mg	7.000	35
Acido Pantoténico	mg	3.500	35
Piridoxina, B6	mg	0.700	35
Acido Fólico	mg	0.140	35
Vitamina B12	µg	2.100	35
Biotina	µg	105.000	35
Calcio	mg	350.000	35
Fósforo	mg	350.000	35
Magnesio	mg	140.000	35
Potasio	mg	1225.000	35
Hierro	mg	6.300	35
Zinc	mg	5.250	35
Cobre	mg	0.700	35
Manganeso	mg	0.700	35
Selenio	µg	24.500	35
Cromo	µg	42.000	35
Yodo	µg	52.500	35
Maltodextrina	mg	698.385	

3.5 PROCESO DE ELABORACIÓN DE LA BEBIDA

El flujo del proceso de elaboración de la bebida se presenta a continuación (Figura 1)

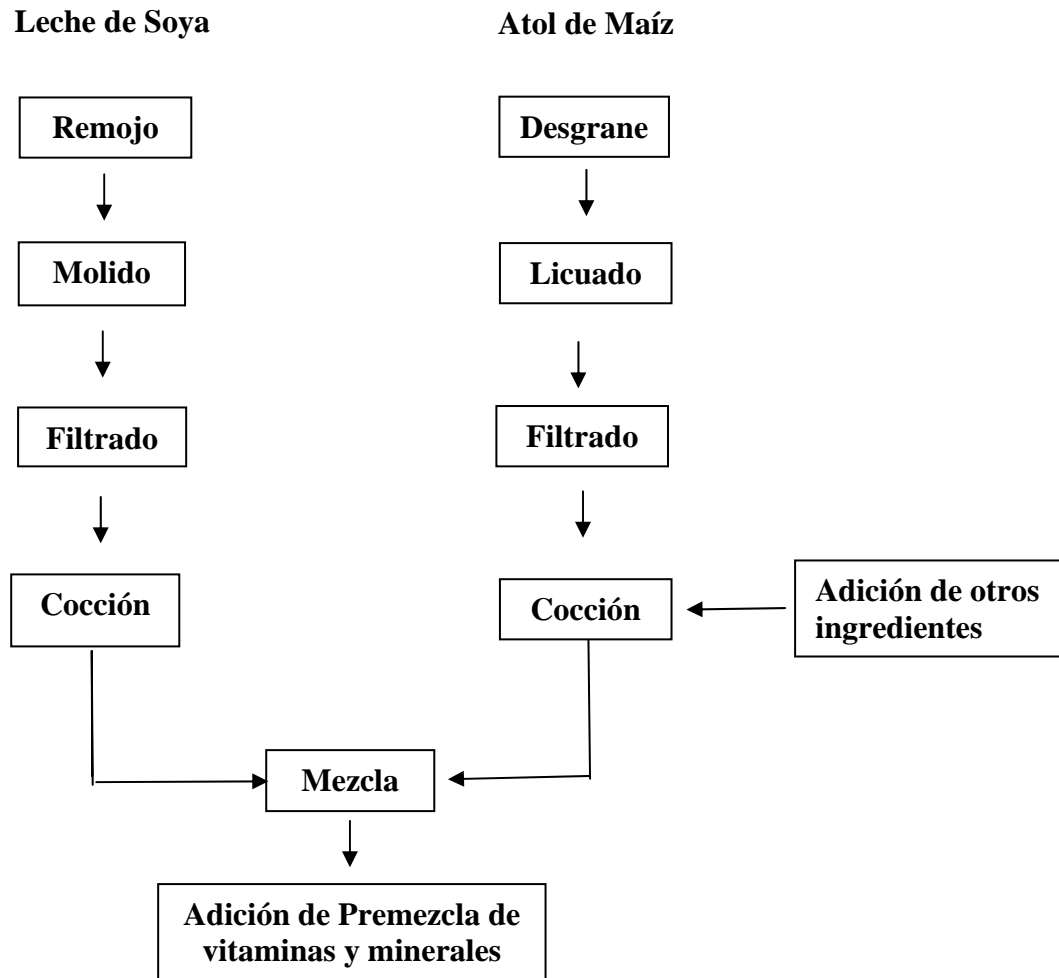


Figura 1. Flujo de Proceso para la elaboración de una bebida a base de atol de elote y leche de soya. Fuente: Villanueva, IG. (2005), adaptado por el autor.

3.5.1 Elaboración de atol de maíz

El maíz que se utilizó fue la variedad Guayape. El procedimiento para la elaboración del atol de maíz se basó en la metodología artesanal utilizada en Honduras y que se detalla a continuación:

1. Pesado de los ingredientes: la premezcla de nutrientes se pesó en una balanza modelo HH320, el resto de los ingredientes se pesaron utilizando una balanza AND FS-15KA.
2. Licuado: una vez que los granos se han separado del elote, 1032 gramos se muelen junto con tres litros de agua en una licuadora Waring Pro™ modelo MXMPBKP6-1 a velocidad media por espacio de 3 minutos.

3. Filtrado: Luego que se licuó el maíz, la mezcla obtenida se filtró utilizando un colador casero de malla de metal.
4. Cocción: La mezcla del maíz molido y filtrado se sometió a cocción a fuego medio en una marmita Vulcan modelo VECTOTW, se removió constantemente durante todo el proceso de cocción. Cuando el atol de maíz alcanzó los 85°C, se retuvo durante 5 minutos a esta temperatura.
5. Mezcla de ingredientes: 375 gramos de azúcar se agregaron una vez que el atol alcanzó una temperatura de 80°C. Posteriormente se agregó la canela en polvo la cual se disolvió en un poco de atol antes de incorporarla con el resto para evitar la formación de grúmulos.

3.5.2 Elaboración de leche de soya

El procedimiento para la elaboración de la leche de soya de acuerdo al INTSOY (1998) y adaptado por el autor, se detalla a continuación:

1. Remojo del frijol soya: Los granos de soya se colocaron en un recipiente con agua en una relación de 1:3 gramos de frijol soya-agua, estos se dejaron en el cuarto frío a una temperatura de 4°C por un período de 16 horas aproximadamente. Si se desea los frijoles pueden dejarse en remojo a temperatura ambiente.
2. Molido de la soya: Los granos hidratados se enjuagaron con agua a temperatura ambiente durante un minuto, posteriormente 160 gramos de grano entero hidratado se molieron en una licuadora junto con 1120 gramos de agua (en una relación de 1 parte de soya hidratada: 7 partes de agua).
3. Filtrado: La mezcla de la soya molida con el agua se filtró con la ayuda de una manta de tela fina para remover la porción fibrosa.
4. Cocción: Una vez que se efectuó el filtrado, se sometió a un proceso de cocción a fuego medio en una marmita hasta que alcanzó una temperatura de 90°C, temperatura a la cual es retenida durante 5 minutos. En procesos caseros se maneja un tiempo de 5 minutos de ebullición.

3.5.3 Elaboración de la bebida

1. Mezcla: Al terminar el proceso de elaboración del atol de maíz y la leche de soya, estos se mezclaron en las proporciones seleccionadas.
2. Fortificación: Se agregaron 2.05 gramos de premezcla de vitaminas y minerales por porción de 240ml de bebida. La premezcla se disolvió en un poco de la bebida antes de incorporarla al resto.

Si se utiliza el procesador automático de leche de soya modelo NO. 5C-5X, todo el proceso de molido del frijol soya hidratado y cocción de la leche de soya toma 15 minutos.

3.6 ANÁLISIS DE LAS BEBIDAS

3.6.1 Análisis sensorial

El análisis sensorial se efectuó con 75 niños comprendidos entre las edades de 6 a 12 años de edad en tres escuelas de educación primaria del área rural, se realizaron tres repeticiones en semanas diferentes.

Se les brindó a los niños una explicación de cómo efectuar la degustación y la forma de llenado de las hojas de evaluación. Se les entregó 15 ml de cada muestra en vasos plásticos.

La aceptación general de las muestras se evaluó empleando una escala de estímulo único de 5 puntos representados en rostros con gestos representativos del gusto o disgusto por las muestras. El número 1 representa una cara triste y 5 una cara alegre, siendo 5 el nivel de mayor aceptación y 1 el de menor aceptación. En la Figura 2, se presenta la escala utilizada y el significado de cada número dentro de la escala.



- 1 Me desagrada mucho
- 2 Me desagrada poco
- 3 No me agrada ni desagrada
- 4 Me agrada
- 5 Me agrada mucho

Figura 2. Escala de la prueba de aceptación para niños.

3.6.2 Análisis químico proximal

Para cada tratamiento se determinó el contenido de humedad mediante método de gravimétrico horno a 105°C (AOAC 978.18), grasa mediante método de extracto etéreo (AOAC 972.28), proteína mediante método micro-Kjeldahl (AOAC 960.52), fibra cruda mediante método de filtro de cerámica (AOAC 962.09), cenizas mediante método gravimétrico (AOAC 923.02) y extracto libre de nitrógeno por diferencia proximal.

3.6.3 Análisis de vida de anaquel

Para cada tratamiento se realizaron cultivos y conteos de mesófilos aerobios totales atendiendo al método de referencia establecido por la AOAC 966.23. Se evaluaron los tratamientos mantenidos en refrigeración a 4°C en botes de polietileno de alta densidad durante seis días, efectuando siembras por duplicado los días 0, 2, 4 y 6 y realizando tomas de pH a diario. Adicionalmente se tomó como base la observación directa para determinar cambios físicos en las muestras.

3.6.4 Análisis de costos variables de producción

Se tomó como base para el cálculo de los costos los rendimientos de producción y los precios de las materia primas en el mercado local. Los costos fueron calculados para una porción de 240 ml.

3.6.5 Diseño experimental

Para los resultados del análisis sensorial se empleó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde cada escuela constituyó un bloque y cada estudiante una repetición. Los panelistas que participaron por escuela fueron 25, estos evaluaron dos tratamientos en tres ocasiones diferentes.

Para los resultados de los conteos microbiológicos se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con medidas repetidas en el tiempo. El análisis de los datos se realizó mediante una separación de medias Duncan con un nivel de significancia ($P < 0.05$) en el programa estadístico SAS® versión 9.1.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 ANÁLISIS SENSORIAL

La evaluación de los tratamientos se realizó mediante una escala de estímulo único de 5 puntos, donde 5 representa la máxima puntuación. Los tratamientos no presentan diferencia estadística significativa ($P < 0.05$), indicando que los niños no muestran preferencias por una formulación con mayor o menor proporción de soya. Es importante que no existan diferencias, ya que se busca poder introducir la mayor cantidad de leche de soya posible para mejorar los aportes nutricionales de proteína de la bebida, sin afectar sus características sensoriales.

Cuadro 7. Resultado de la evaluación sensorial de los tratamientos.

Tratamiento	Calificación	Probabilidad Pr >F
A1 (75% atol de maíz-25% leche de soya)	4.70 ± 0.98	0.0693
A2 (65% atol de maíz-35% leche de soya)	4.68 ± 0.79	

La aceptación para ambos tratamientos se encuentra dentro de la escala de “me agrada mucho” y “me agrada”, lo que indica que la aceptación de la bebida es alta (Cuadro 7). Ninguno de los panelistas observó la presencia de sabores extraños en el caso de la premezcla de nutrientes, sin embargo, sugirieron que la bebida sea más dulce.

4.2 ANÁLISIS QUÍMICO PROXIMAL

De acuerdo a los resultados del análisis químico proximal (Cuadro 8) se puede observar que los carbohidratos representan la mayor parte de los macronutrientes contenidos en la bebida después del agua. Éstos provienen principalmente del atol de elote. Se determinó que a mayor contenido de atol de elote el contenido de carbohidratos es mayor, igualmente, a mayor contenido de leche de soya en la bebida, mayor es su contenido proteico.

Los tratamientos A1 y A2 contienen un bajo porcentaje de grasa, 0.69 y 0.50% respectivamente. No se encontró diferencia estadísticamente significativa en humedad, carbohidratos, fibra y cenizas entre tratamientos (Cuadro 8).

Cuadro 8. Composición química de los tratamientos.¹

	Tratamiento A1	Tratamiento A2
	Contenido en %	Contenido en %
Humedad	83.23±1.40 ^a	85.14±1.71 ^a
Carbohidratos	13.49±0.80 ^a	11.21±1.09 ^a
Proteínas	1.11±0.06 ^a	1.55±0.07 ^b
Grasas	0.69±0.06 ^a	0.50±0.06 ^b
Fibra	0.82±0.10 ^a	0.70±0.16 ^a
Cenizas	0.78±0.01 ^a	0.77±0.01 ^a

¹ Promedios con letras distintas en cada fila son estadísticamente diferentes (P< 0.05).

Con el fin de obtener la información nutricional de los tratamientos y su aporte diario, el resultado del contenido químico de los tratamientos se comparó con los requerimientos diarios para niños de 9 a 13 años de edad (Cuadro 4).

El tratamiento A1 y A2 aportan respectivamente un 27.46% y 22.52% del requerimiento diario de carbohidratos para niños. Ambos tratamientos pueden considerarse como una fuente rica en carbohidratos, ya que proveen más del 10% del valor diario (CFSAN 1999). El tratamiento A2 se considera como rico en proteínas por su aporte del 11.93% del valor diario de proteína para niños. Los tratamientos no representan una buena fuente de fibra y grasa debido a que sus aportes a la dieta son menores al 10% de los requerimientos diarios.

Por ser un alimento enriquecido con una premezcla de nutrientes, sus mayores aportes nutricionales a la dieta se ven reflejados en el contenido de vitaminas, micronutrientes y macronutrientes, aportando el 15% de los requerimientos diarios de estos.

Cuadro 9. Información nutricional de los tratamientos por porción de 240 ml.

Macronutriente	Tratamiento A1		Tratamiento A2	
	Contenido (g)	% Requerimiento diario	Contenido (g)	% Requerimiento diario
Carbohidratos	35.70	27.46	29.28	22.52
Proteína	2.95	8.67	4.06	11.93
Grasa	1.83	5.24	1.31	3.74
Fibra	1.85	5.97	2.15	6.94

En el cuadro 10 se presentan las calorías que aportan los carbohidratos, proteínas, y grasa presentes en 240 ml de producto. El contenido calórico de los tratamientos es de 171 Kcal para el tratamiento A1 y 145 Kcal para el tratamiento A2, observándose mayor contenido calórico para el tratamiento con mayor proporción de atol de elote.

Cuadro 10. Contenido calórico de los tratamientos por porción de 240 ml.

Macronutriente	Tratamiento A1	Tratamiento A2
	Kcal	Kcal
Carbohidratos	143	117
Proteína	12	16
Grasas	17	12
Total Kcal	171	145

4.3 DETERMINACIÓN DE LA VIDA DE ANAQUEL

Para determinar el período en el cual la bebida no es apta para el consumo por su carga microbiana, se tomó como base de comparación los planes microbiológicos para leche y quesos de la Comisión Internacional en Especificaciones Microbiológicas para alimentos de Europa. Esta comisión especifica que el máximo conteo de mesófilos aerobios totales permitido es de 3×10^5 UFC/g lo cual corresponde a un logaritmo de 5.47 UFC/g.

Cuadro 11. Mesófilos aerobios totales por día por tratamiento.¹

Tiempo	Tratamiento A1	Tratamiento A2
	Log₁₀ UFC/g	Log₁₀ UFC/g
Día 0	3.84±0.54 ^a	3.49±0.84 ^a
Día 2	3.91±0.59 ^a	3.98±0.84 ^a
Día 4	4.28±0.71 ^a	4.73±0.84 ^a
Día 6	7.31±0.83 ^a	7.31±0.83 ^a

¹Promedios con letras iguales en cada fila no son estadísticamente diferentes (P>0.05).

En el Cuadro 11 se muestra la carga microbiológica expresada como Log UFC/g para ambos tratamientos. El ensayo establecido para el conteo consideró para siembra diluciones hasta 10^{-4} , realizando evaluaciones durante 6 días de almacenamiento. Los resultados obtenidos se compararon con las especificaciones microbiológicas, se determinó así que ambos tratamientos pueden ser consumidos hasta el cuarto día a partir de la fecha de elaboración en condiciones de refrigeración a 4°C.

Se tomó la acidez de las muestra diariamente durante siete días, no se mostró ningún cambio significativo en el pH de las mismas durante este período de tiempo, este se mantuvo estable en valores de 6.7-6.8 para ambos tratamientos. A través de observaciones visuales diarias se logró observar que los tratamientos conservan sus características físicas durante un período de cinco días, después de los cuales se puede observar una separación de la fase acuosa.

4.4 DETERMINACIÓN DE COSTOS VARIABLES DE PRODUCCIÓN

En los Cuadros 12 y 13 se presentan los costos variables de producción para los tratamientos, dichos costos de producción incluyen exclusivamente el costo de las materias primas. El costo por porción de 240 ml de la bebida es de L. 1.86 y L. 1.75 para el tratamiento A1 y A2 respectivamente. El costo de producir una bebida con mayor contenido de leche de soya resulta menos costoso.

Debido a que el presupuesto que maneja Escuelas Saludables para el programa de meriendas escolares es de L.2.50/niño/día (Granados 2006), es posible la utilización de esta bebida como una alternativa que cumple con algunas ventajas nutricionales y que se adecua al presupuesto establecido.

Cuadro 12. Costos variables de producción para el tratamiento A1 en base a una porción de 240 ml de bebida.

Ingrediente	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Mazorcas de maíz	Unidad	0.36	L. 2.00	L. 0.73
Frijol Soya	g	4.87	0.01	0.05
Azúcar	g	21.34	0.01	0.26
Canela en polvo	g	0.05	0.11	0.01
Premezcla de nutrientes	g	2.06	0.40	0.82
Total				L. 1.86
Total				US\$ 0.10

*Se utilizó una tasa de cambio de L. 18.895 por dólar americano.

Cuadro 13. Costos variables de producción para el tratamiento A2 en base a una porción de 240 ml de bebida.

Ingrediente	Unidad	Cantidad	Precio	Total
Mazorcas de maíz	Unidad	0.31	L. 2.00	L. 0.63
Frijol Soya	g	6.83	0.01	0.08
Azúcar	g	18.51	0.01	0.22
Canela en polvo	g	0.05	0.11	0.01
Premezcla de nutrientes	g	2.06	0.40	0.82
Total				L. 1.75
Total				US\$ 0.09

5. CONCLUSIONES

- En el análisis sensorial realizado con niños de seis a doce años de edad de las comunidades de Jicarito, Galeras y Lizapa se obtuvo una alta aceptación para ambos tratamientos y no se encontró diferencia estadística significativa entre ellos.
- Se determinó mediante un análisis químico proximal que ambos tratamientos representan una fuente significativa de energía proveniente de carbohidratos, el tratamiento con mayor contenido de soya presenta mayor contenido proteico y constituye una buena fuente de proteína.
- Se estableció mediante análisis microbiológicos que la vida de anaquel para la bebida a base de atol de elote y leche de soya es de cuatro días, bajo las condiciones de este estudio.
- Se determinó los costos variables unitarios de producción para cada uno de los tratamientos y se encontró que estos son menores al presupuesto diario por niño establecido por el programa de merienda escolar en Honduras que es de US\$ 0.13/niño/día.

6. RECOMENDACIONES

- Efectuar un análisis de factibilidad de la producción de esta bebida por parte de microempresas en el área rural.
- Hacer un estudio en el cual se determine las necesidades nutricionales de la región o población y adicionar micronutrientes a la dieta con base en la necesidad existente.
- Realizar un análisis químico de la bebida para determinar el contenido de vitaminas y minerales presente.
- Mantener un control de las tallas y pesos de los niños beneficiados con el programa de merienda escolar, con el objetivo de registrar mejoras nutricionales en los mismos.

7. BIBLIOGRAFÍA

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

Avila, AJ. 2006. Merienda escolar en Honduras (entrevista). Secretaría de Estado del Despacho Presidencial, Programa Escuela Saludables, Tegucigalpa, Honduras.

CFSAN (Center for Food Safety and Applied Nutrition). 1999. The Food Label (en línea). Consultado 1 oct. 2006. Disponible en: <http://www.cfsan.fda.gov/~dms/fdnewlab.html>

Enciclopedia Médica. Desnutrición (en línea). Consultado 16 oct. 2006. Disponible en: <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/000404.htm>

ENCOVI (Living Standards Surveys). 2006. World Bank staff analysis of 2004 ENCOVI. 129 p.

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. 2002. Dietary Reference Intakes: macronutrients (en línea). Consultado el 20 sept. 2006. Disponible en: <http://www.iom.edu/Object.File/Master/7/300/Webtablemacro.pdf>

Food and Nutrition Board, Institute of Medicine, National Academies. 2001. Dietary Reference Intakes: vitaminas (en línea). Consultado el 20 sept. 2006. Disponible en: <http://www.iom.edu/Object.File/Master/7/296/webtablevitamins.pdf>

Granados, M. 2006. Merienda escolar en Honduras (entrevista). Secretaría de Estado del Despacho Presidencial, Programa Escuela Saludable, Tegucigalpa, Honduras.

Jain, V. NSRL. 2006. Role of protein in Human Nutrition (en línea). Consultado 15 agost. 2006. Disponible en: <http://www.wishh.org/workshops/hondurasworkshopmar06.html>

Molina, MR., et. al. 1993. Principales deficiencias de micronutrientes en Centroamérica - Estrategias del INCAP para su control (en línea). Consultado 10 oct 2005. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/V1610t/v1610t05.htm>

NAP, Institute of Medicine of the National Academies. 2005. Dietary referente Intakes for Energy, CHO's, Fibe, fat, Fatty Acids, Cholesterol, Protein, Aminoacids (Macronutrients). Washington, EUA. 1357 p.

Nutrition Analysis and Tools System NATS (en línea). EUA, UIUC. Consultado 12 sept. 2006. Disponible en: <http://nat.crgq.com/nutrients.html>

PES (Programa de Escuelas Saludables). 2006. Merienda escolares (en línea). Consultado 25 sept. 2006. Disponible en: <http://www.sdp.gob.hn/unidades/pes/PES.htm>

ONU-USAID. 2005. Seguridad Alimentaria y Nutrición en Honduras (en línea). Consultado 5 sept. 2006. Disponible en: <http://www.paho-who.hn/san2005.pdf#search=%22praf%20desnutricion%20infantil%22>

Stylianopoulos, C. 1999. Efectos de la fortificación y enriquecimiento de tortillas de maíz en el crecimiento y desarrollo cerebral de ratas durante dos generaciones (en línea). Consultado 28 sep. 2005. Disponible en: <http://www.mty.itesm.mx/die/ddre/transferecia/Transferencia48/eep-06.htm>

USDA (Departamento de Agricultura de los Estados Unidos). National Nutrient Database for Standard Reference. En línea. Consultado 15 marzo 2006. Disponible en: http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/cgi-bin/list_nut_edit.pl

Villanueva Ramírez, IG. 2005. Desarrollo de una bebida a partir de leche de soya y atol de maíz en la Escuela Agrícola Panamericana. Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras. Escuela Agrícola Panamericana El zamorano. 24 p.

Willians, WS. 1998. Soybean Processing for Food Uses. INTSOY (International Soybean Program). Illinois, EUA. p.185-203.

WISHH (World Initiative for Soy and Human Health). 2006. Success stories. Consultado 30 sept. 2006. Disponible en: <http://www.wishh.org/about/success%20new.html>

Worl Bank. 2006. Honduras poverty assessment. Main report. Vol 1 y 2.