

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA INSTANTÁNEA  
A BASE DE SORGO, ARROZ Y SOYA EN APOYO A LOS  
PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR EN EL  
SALVADOR**

**POR**

**ALFARO MEDINA, RAFAEL ANTONIO  
GARCÍA MARTÍNEZ, JOSÉ BENJAMÍN  
MÉNDEZ CÁRCAMO, MIGUEL EFRAÍN**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2016**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**



**DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA INSTANTÁNEA  
A BASE DE SORGO, ARROZ Y SOYA EN APOYO A LOS  
PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR EN EL  
SALVADOR**

**POR**

ALFARO MEDINA, RAFAEL ANTONIO  
GARCÍA MARTÍNEZ, JOSÉ BENJAMÍN  
MÉNDEZ CÁRCAMO, MIGUEL EFRAÍN

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2016**

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**  
**DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**



**DESARROLLO DE UNA BEBIDA NUTRITIVA INSTANTÁNEA  
A BASE DE SORGO, ARROZ Y SOYA EN APOYO A LOS  
PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN ESCOLAR EN EL  
SALVADOR**

**POR**

ALFARO MEDINA, RAFAEL ANTONIO  
GARCÍA MARTÍNEZ, JOSÉ BENJAMÍN  
MÉNDEZ CÁRCAMO, MIGUEL EFRAÍN

**REQUISITO PARA OPTAR AL TÍTULO DE:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**CIUDAD UNIVERSITARIA, MAYO DE 2016**

# **UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

## **RECTOR INTERINO**

LIC. JOSÉ LUIS ARGUETA ANTILLÓN

## **SECRETARIA GENERAL**

DRA. ANA LETICIA ZA VALETA DE AMAYA

## **FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

## **DECANO**

ING. AGR. M. SC. JUAN ROSA QUINTANILLA QUINTANILLA

## **SECRETARIO**

ING. AGR. M. SC. LUIS FERNANDO CASTANEDA ROMERO

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE RECURSOS NATURALES Y MEDIO AMBIENTE**

ING. AGR. M. SC. JOSÉ MAURICIO TEJADA ASENCIO

---

**DOCENTES DIRECTORES**

DR. REYNALDO ADALBERTO LÓPEZ LANDAVERDE

---

LICDA. PATRICIA MARIBEL LÓPEZ DE ESQUIVEL

---

LICDA. ANA MARÍA RODRÍGUEZ GUARDADO

---

**COORDINADOR GENERAL DE PROCESOS DE GRADUACIÓN**

ING. AGR. SABAS ALBERTO ARGUETA PALACIOS

---

## RESUMEN

La investigación se ejecutó en el periodo de agosto 2015 a febrero 2016; se desarrollaron formulaciones a partir de 70% cereales y 30% leguminosas, hasta definir una formulación aceptable sensorial y nutricionalmente, esta etapa se realizó en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos (LTA) del Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). Una vez definida la formulación se evaluó bromatológicamente y se comparó con las Recomendaciones Dietéticas Diarias (RDD) del Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (INCAP). El estudio de aceptación se hizo con 345 estudiantes pertenecientes al Programa de Apoyo a Comunidades Solidarias de El Salvador (PACSES) del Ministerio de Educación (MINED) en el municipio de Apopa, se utilizó la prueba hedónica de escala facial y se comprobó estadísticamente a través de la prueba cuantil. Se determinó la vida útil de la bebida nutritiva instantánea mediante los parámetros: actividad de agua, porcentaje de humedad, índice de peróxido, determinación de *Escherichia coli*, *Salmonella sp*, *Staphylococcus aureus*, hongos y levaduras y análisis sensorial. Se desarrolló una bebida nutritiva instantánea con 40% sorgo, 26% arroz y 34% soya, económicamente accesible (\$0.036 por ración de 32 g), con aceptabilidad de 88.7% en niños y excelente fuente de proteína, fósforo, potasio y zinc, y una vida útil de 71 días a temperatura ambiente en empaque de Polipropileno biorientado metalizado (BOPP).

**Palabras claves:** Bebida nutritiva, Programas de alimentación, Vida útil, Prueba cuantil, y Prueba hedónica.

## **AGRADECIMIENTOS**

Nos complace expresar nuestros más profundos y sinceros agradecimientos a todas aquellas personas que con su ayuda han colaborado en la realización de la presente investigación, en especial a nuestro asesor interno al Dr. Reynaldo Adalberto López Landaverde, nuestras asesoras externas Licda. Patricia López de Esquivel y Licda. Ana María Guardado Rodríguez, por la orientación, el seguimiento y la supervisión continúa de la misma, pero sobre todo por la motivación y el apoyo recibido.

Un agradecimiento muy especial merece Saúl Ovidio González Rosales, Food Science & Human Nutrition, MS, quien formó parte del comité evaluador y ha estado de cerca en la investigación apoyando con su conocimientos, tiempo e interés. A la Licda. Yanira Arias de Linares y el personal del Departamento de Química Agrícola, por su apoyo y disposición en el uso del Laboratorio de Química Agrícola. De igual manera la Licda. Rosmery Idalia Erroa Ramos y Lic. M.V.Z Rudy Anthony Ramos Sosa por el apoyo y conocimientos brindados en las temáticas de microbiología.

También les damos las gracias a cada uno de los docentes del departamento de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas por el apoyo y el aporte que brindaron en la investigación, especialmente al Jefe del departamento Ing. José Mauricio Tejada Asencio y el Coordinador General de Procesos de Graduacion Ing. Sabas Alberto Argueta Palacios, quienes con mucha paciencia nos apoyaron y facilitaron cordialmente los procesos de tesis, así también al Lic. Daniel de Jesús Palacios Hernández quien amablemente nos asesoró en el área estadística.

Especial reconocimiento merece el equipo de técnico del Laboratorio de Tecnología de Alimentos, CENTA, quienes con sus conocimientos, entusiasmo y creatividad nos apoyaron durante toda la investigación haciendo posible los resultados obtenidos.

También damos las gracias a Licda. Yanira Clímaco, Licda. Hilda y el personal del MINED por su colaboración en la coordinación durante el muestreo en los Centros Escolares y a sus directores quienes muy gentilmente nos atendieron y coordinaron la actividad.

Agradecer cordialmente a la Licda. Sibrián y el Lic. Agustín Cuadra, docentes de la Facultad de Medicina y Facultad de Química y farmacia respectivamente, quienes amablemente nos dieron parte de su tiempo y conocimientos para poder enriquecer y orientar actividades en la investigación.

Y un enorme agradecimiento muy especial a cada uno de nuestras familias quienes han estado siempre apoyándonos en las buenas y malas situaciones, luchando para que tengamos la mejor educación y preparación posible. También a nuestros compañeros colegas y amigos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, por estar siempre apoyándonos en todo con su compañerismo, conocimientos, paciencia y amistad.

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA .....	3
2.1. Situación socioeconómica, educativa y nutricional en El Salvador.....	3
2.1.1. Pobreza en El Salvador .....	3
2.1.2. Nutrición en El Salvador .....	4
2.1.3. Programas públicos de alimentación infantil .....	5
2.1.3.1. Programa de Apoyo a Comunidades Solidarias en El Salvador (PACSES) 5	
2.1.3.2. Programa de Alimentación y Salud Escolar (PASE) .....	6
2.1.4. Asistencia escolar actual .....	6
2.2. Importancia de la nutrición en el desarrollo de los niños y adolescentes .....	7
2.2.1. Ingesta dietética de referencia (IDR) .....	8
2.2.2. Recomendaciones dietéticas diarias (RDD).....	8
2.2.3. La importancia de los macronutrientes y micronutrientes .....	8
2.2.3.1. La energía .....	9
2.2.3.2. Los aminoácidos y proteínas .....	9
2.2.3.4. Los lípidos .....	10
2.2.3.5. El calcio .....	11
2.2.3.6. El magnesio.....	11
2.2.3.7. El fósforo .....	12
2.2.3.8. El Zinc .....	12
2.2.3.9. El hierro .....	13
2.3. Alternativas nutritivas de complementación entre leguminosas y cereales .....	14
2.3.1. Sorgo (Sorghum bicolor) en la alimentación .....	15
2.3.2. Arroz (Oryza sativa) en la alimentación .....	15
2.3.3. Soya (Glycine max) en la alimentación .....	16
2.4. Rendimiento de la molienda .....	17
2.5. Aceptación de un alimento nutritivo .....	17
2.5.1. Análisis estadístico .....	18
2.5.1.1. Muestreo multietápico.....	19
2.5.1.2. La prueba cuantil .....	19
2.6. Vida útil de un alimento .....	20
2.6.1. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos.....	21
2.6.1.1. Actividad de agua .....	21

2.6.1.2.	Humedad.....	22
2.6.1.3.	Índice de peróxido .....	22
2.6.1.4.	Criterios microbiológicos.....	23
2.6.1.5.	RTCA 67.04.50:08 (Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos) .....	23
2.6.1.5.1.	Grupos de alimentos de acuerdo al origen y/o tecnología aplicada en su elaboración.....	23
2.6.1.5.2.	Criterios microbiológicos para el registro sanitario de alimentos .....	24
2.6.1.5.3.	Clasificación de los alimentos por riesgo .....	24
2.7.	Los empaques para alimentos.....	25
2.7.1.	Selección del empaque .....	25
3.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	27
3.1.	Descripción del Estudio .....	27
3.2.	Procesamiento de granos a harinas .....	27
3.3.	Formulaciones de las bebidas nutritivas instantáneas .....	29
3.4.	Estudio de Aceptabilidad .....	30
3.5.	Análisis bromatológico.....	32
3.6.	Metodología del estudio de vida útil.....	33
3.6.1.	Periodo del estudio de vida útil de la bebida nutritiva instantánea. ....	33
3.6.2.	Condiciones de almacenamiento.....	33
3.6.3.	Parámetros evaluados para determinar la vida útil .....	33
3.6.3.1.	Análisis Sensorial .....	33
3.6.3.2.	Análisis fisicoquímico.....	34
3.6.3.3.	Análisis microbiológico .....	34
3.7.	Prueba de empaque .....	35
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	36
4.1.	Rendimiento de granos a harina.....	36
4.2.	Formulación de la bebida nutritiva instantánea.....	36
4.3.	Estudio de Aceptación en Centros Escolares .....	37
4.4.	Análisis bromatológico.....	40
4.4.1.	Aporte nutricional de la bebida desarrollada para niños (7-10 años).....	40
4.5.	Estudio de vida útil.....	42
4.5.1.	Parámetros evaluados.....	42
4.5.1.1.	Análisis Sensorial .....	42

4.5.1.2.	Análisis fisicoquímico.....	42
4.5.1.3.	Análisis microbiológico .....	45
4.6.	Prueba de empaque .....	46
5.	CONCLUSIONES .....	47
6.	RECOMENDACIONES .....	48
7.	BIBLIOGRAFIA.....	49
8.	ANEXOS.....	55

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1.	Subgrupo del alimento: Cereales en hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno.....	24
Cuadro 2.	Lotes de producción de harinas según las etapas de utilización durante la investigación.....	29
Cuadro 3.	Composición de las formulaciones .....	30
Cuadro 4.	Aporte nutricional teórico de la Fórmula 1 .....	30
Cuadro 5.	Distribución de la muestra en los Centros Escolares.....	31
Cuadro 6.	Programación de análisis para vida útil .....	35
Cuadro 7.	Aceptación de la bebida nutritiva instantánea en Centros Escolares. ....	37
Cuadro 8.	Aporte nutricional de la bebida para niños de 7 a 10 años .....	40
Cuadro 9.	Aporte nutricional de la bebida para niños de 10 a 17.9 años.....	41
Cuadro 10.	Resultado de la evaluación sensorial durante el estudio de vida útil.....	42
Cuadro 11.	Variables que influyen en la oxidación lipídica.....	45
Cuadro 12.	Resultados microbiológicos en el estudio de vida útil .....	46

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Comportamiento de la aceptación de la bebida nutritiva por estudiantes (Cuadro A-6).....	38
Figura 2.	Diagrama de caja y bigotes del comportamiento de aceptación de la bebida.....	39
Figura 3.	Resultados de Aw en el estudio de vida útil .....	43
Figura 4.	Resultados de humedad en la vida útil.....	44

## ÍNDICE DE ANEXOS

Figura A- 1.	Hoja de evaluación para las formulaciones .....	55
Figura A- 2.	Boleta de catación en pruebas hedónicas .....	55
Figura A- 3.	Ficha de catación de bebida nutritiva instantánea .....	56

Figura A- 4. Actividad de agua y el crecimiento de microorganismos en los alimentos .....	57
Figura A- 5. Identificación de lados del empaque para prueba de caída .....	58
Figura A- 6. Resultados de proteína, humedad, ceniza, fibra y grasa en Laboratorio de Química Agrícola de UES .....	59
Figura A- 7. Resultados de Calcio, Hierro, Zinc, Magnesio, Potasio y Fosforo en Laboratorio de Química Agrícola de UES .....	60
Figura A- 8. Resultados de Fósforo, Potasio y sodio en Laboratorio de Química Agrícola de CENTA .....	61
Figura A- 9. Primer análisis microbiológico de investigación de <i>E. coli</i> y <i>Salmonella</i> . .....	62
Figura A- 10. Primer análisis microbiológico de investigación de <i>S. aureus</i> .....	63
Figura A- 11. Primer análisis microbiológico de investigación de hongos y levaduras.....	64
Figura A- 12. Segundo análisis microbiológico de investigación de <i>E. coli</i> y <i>Salmonella</i> ....	65
Figura A- 13. Segundo análisis microbiológico de investigación de <i>S. aureus</i> .....	66
Figura A- 14. Segundo análisis microbiológico de investigación de hongos y levaduras .....	67
Figura A- 15. Tercer análisis microbiológico de investigación de <i>E. coli</i> y <i>Salmonella</i> .....	68
Figura A- 16. Tercer análisis microbiológico de investigación de <i>S. aureus</i> .....	69
Figura A- 17. Tercer análisis microbiológico de investigación de hongos y levaduras.....	70
Figura A- 18. Resultados de índice de peróxidos inicial .....	71
Figura A- 19. Resultados de índice de peróxidos final .....	72
Cuadro A- 1. RDD de minerales para niños y adolescentes.....	73
Cuadro A- 2. Requerimientos energéticos y de proteínas para niños y adolescentes .....	73
Cuadro A- 3. RDD de electrolitos para niños y adolescentes .....	74
Cuadro A- 4. Componente nutricional de 100 g de porción comestible .....	74
Cuadro A- 5. Idea básica para la determinación de la fecha de vencimiento .....	75
Cuadro A- 6. Costeo de la bebida nutritiva instantánea .....	76
Cuadro A- 7. Frecuencia de aceptación por edad.....	76
Cuadro A- 8. Cuadro de condiciones relativas al contenido de nutrientes (normativo) .....	77
Cuadro A- 9. Valores de Actividad de agua durante la vida útil del producto .....	77
Cuadro A- 10. Valores de humedad durante la vida útil del producto.....	78
Cuadro A- 11. Aporte del contenido de grasa de materias primas y bebida nutritiva.....	78
Cuadro A- 12. Naturaleza de los ácidos grasos del aceite de soya.....	79

## 1. INTRODUCCIÓN

En El Salvador el 21% de los niños menores de cinco años tiene retraso en el crecimiento, el 6% tienen peso inferior al normal y el 38% de los niños entre seis y 24 meses sufren de anemia a causa de las prácticas deficientes de alimentación y el acceso limitado a una alimentación nutritiva (Banco Mundial sf.).

El gobierno salvadoreño ha adoptado programas de alimentación y educación nutricional en los que se encuentra el Programa de Alimentación y Salud Escolar (PASE) y PACSES, que son apoyados por el Ministerio de Educación (MINED), orientados a complementar los requerimientos diarios de micronutrientes que los escolares necesitan para su desarrollo y que no se encuentran en cantidad suficiente en la dieta que consumen. Además, el Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal Enrique Álvarez Córdova (CENTA) ejecutó el proyecto “CENTA PACSES” en el que brindó transferencia de tecnología en seguridad alimentaria y capacitaciones para la implementación de huertos escolares y familiares.

El PASE provee seis alimentos básicos: frijol, azúcar, arroz, aceite, leche y bebida fortificada a los estudiantes (MINED sf.). De esta última se tienen señalamientos que posee un sabor a metal y vitaminas, lo que podría estar generando una baja aceptación. Considerando esto, se desarrolló la bebida nutritiva a base de sorgo, soya y arroz como alternativa de alimento aceptado por la población escolar beneficiada en los programas de alimentación en El Salvador.

Existen investigaciones en las se han desarrollado bebidas nutritivas para niños en edad escolar, con el objetivo de contribuir a mejorar la calidad de vida en niños con algún grado de desnutrición. Inestroza (2003) desarrolló una formulación a partir de las recomendaciones dietéticas diarias (RDD) para niños en edad escolar, de la cual los resultados fueron favorables ya que la bebida instantánea aporta energía, proteína, calcio, zinc y vitamina C. Concluyendo que la bebida es una alternativa para los programas dedicados a mejorar la salud y el desempeño escolar por su valor nutritivo, facilidad de preparación y con bajo costo. A diferencia de la bebida desarrollada de Inestroza, la bebida nutritiva instantánea fue elaborada solo con materias primas naturales, sin conservantes y saborizantes artificiales.

Con este trabajo de investigación, se espera beneficiar a la población escolar que forme parte de los programas de alimentación de El Salvador, ya que se ofrece una nueva alternativa de bebida producida localmente, con características fisicoquímicas, nutritiva y sensorialmente aceptable. Por otra parte se espera que los productores de sorgo, arroz y soya, sean

beneficiados, ya que al incrementar la demanda de los granos, podrán obtener mejor precio, además habrá menos fuga de divisas por la importación de bebidas instantáneas.

El objetivo planteado en la investigación fue el desarrollo de una bebida nutritiva instantánea a base de sorgo, arroz y soya como una alternativa de alimento aceptable por la población escolar de los programas de alimentación en El Salvador, para lo cual se definió el proceso y formulación, se caracterizó el contenido nutricional, se evaluó la aceptabilidad y determinó la vida útil de la bebida nutritiva.

## **2. REVISIÓN BIBLIOGRAFICA**

### **2.1. Situación socioeconómica, educativa y nutricional en El Salvador**

Según Farret et al. 2015, El Salvador presenta una realidad dual, por un lado sectores productivos con alto dinamismo, capacidad de consumo y protecciones institucionales al empleo, la vivienda y al conjunto de servicios sociales básicos (salud, educación y seguridad alimentaria), y por otro lado la existencia de una alta porción de la población insertada en los sectores menos dinámicos, sin un acceso adecuado a los servicios sociales básicos, ni la protección institucional a las condiciones de trabajo o ingresos suficientes para satisfacer las necesidades básicas.

La población más vulnerable son los niños debido a que su alimentación depende de sus familias. Para que ellos ejerzan su derecho a la alimentación debe crearse una atmosfera propicia en la que se pueda garantizar su acceso a la alimentación adecuada.

Si los niños y las familias no pueden gozar del derecho a la alimentación con los medios que tienen a su disposición debe prestársele apoyo, por ejemplo, con programas de alimentación escolar o ayuda alimentaria en el caso de desastres naturales o de otro orden. Los alimentos entregados con este tipo de apoyo deben satisfacer las necesidades de la dietas de los niños (FAO 2010).

#### **2.1.1. Pobreza en El Salvador**

Con frecuencia las personas que viven en la pobreza no pueden ejercer plenamente el derecho a la alimentación, porque no pueden comprar alimentos adecuados ni tienen los medios para cultivarlos ellos mismos. No obstante, el hecho de que no tengan los medios para obtener alimentos es también el resultado de pautas persistentes de discriminación en el acceso a la educación y la información, la participación política y social, y el acceso a la justicia (FAO 2010).

La gran mayoría de las personas que padecen hambre y desnutrición son pobres y están marginadas y luchan para sobrevivir en las zonas rurales. Alrededor del 50% de los individuos que padecen hambre son pequeños propietarios, el 20% son habitantes de zonas rurales sin tierra. Otro 10% son pastores, pescadores y usuarios de bosques. El otro 20% vive en zonas urbanas. Las personas que viven en zonas urbanas son también muy vulnerables a la violación del derecho a la alimentación. La mayoría obtiene alimentos adquiriéndolos por el empleo remunerado, es por lo tanto, muy importante que si los alimentos son demasiado caros o su

ingreso demasiado bajo puede mermar la calidad y la cantidad de alimentos que comen, por ejemplo, se ven obligados a optar por alimentos más baratos pero menos nutritivos y sanos (FAO 2010).

Un 45.3% de la población salvadoreña vive en la pobreza, reveló la Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), en su informe anual Panorama Social de América Latina 2013, según el informe, la pobreza afecta principalmente a la niñez, El Salvador es uno de los seis países latinoamericanos con mayor pobreza infantil total, un 72% de los niños vive en esa condición. (Pastrán 2013).

### **2.1.2. Nutrición en El Salvador**

La nutrición adecuada durante la infancia y niñez temprana es fundamental para el desarrollo del potencial humano; el período entre el nacimiento y los dos años de edad es una ventana de tiempo crítico para la promoción del crecimiento, la salud y desarrollo óptimo del ser humano. Durante la etapa pre escolar que comprende de los dos a los cinco años, el niño y niña inician su independencia. En esta etapa ocurre la transición de una alimentación basada en lactancia, hacia una dieta mixta basada en los alimentos y preparaciones de su familia (MINSAL 2009b).

Según Alvarado (sf.), el Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social de El Salvador estima que el 50% de los niños menores de cinco años padecen algún grado de desnutrición. El 10.5% de los niños menores de cinco años presentan un déficit mayor al 25% (desnutrición grado II y III), el 25.9% de los niños presentan deficiencias superiores al 10%. Más grave aún, el 9.5% de los menores de cinco años que presentaban déficits del peso respecto a la talla superior al 10%, es decir, un estado nutricional sumamente delicado. La etapa escolar que va desde los seis a los nueve años, se caracteriza por la influencia del ambiente escolar en sus hábitos alimentarios. Suele haber un incremento en el apetito del niño y niña, empiezan a conocer los alimentos disponibles en la comunidad y practican deportes.

La etapa de la adolescencia comprende de los diez a 19 años y se caracteriza por un acelerado crecimiento y desarrollo en el nivel fisiológico, psicosocial y cognoscitivo. Las necesidades nutricionales en adolescentes dependen de los fenómenos normales de la pubertad asociados a la maduración sexual y al crecimiento acelerado, en esta etapa de la vida, que influyen en la velocidad de ganancia de peso y talla, los cuales ejercen una influencia importante en los requerimientos de nutrientes y se caracteriza por un incremento del apetito (MINSAL 2009b).

Los datos para la salud derivados de la situación nutricional infantil del país se magnifican si se toma en cuenta los mayores requerimientos a que se ve sometido este grupo poblacional; por un lado, son niños en edad escolar lo que les exige un mayor esfuerzo físico y mental y por otro lado, muchos de estos niños forman parte de la fuerza de trabajo activa en el país (Alvarado sf.).

### **2.1.3. Programas públicos de alimentación infantil**

Se han hecho distintos esfuerzos en los países de escasos recursos, para que los necesitados tengan alimentos nutritivos, pero el mayor de todos lo representan los programas institucionales de alimentación infantil. Por medio de dichos programas se proporcionan alimentos a través de escuelas, centros de salud y otras organizaciones. Además el programa constituye una oportunidad para la educación nutricional y alimentaria (Berg 1983).

Los programas tienen como objetivo complementar la dieta de la población infantil de escasos recursos, proporcionando alimentos nutritivos desarrollados para cubrir las deficiencias de algunos nutrientes. El Pacto Internacional de Derechos Económicos, Sociales y Culturales (PIDESC) requiere que los Estados participantes adopten las medidas necesarias, incluidos los programas concretos, para mejorar los métodos de producción, conservación y distribución de alimentos haciendo pleno uso de los conocimientos técnicos científicos, difundiendo el conocimiento de los principios de la nutrición y desarrollando o reformando sistemas agrarios de tal manera que se logre el desarrollo y el aprovechamiento de los recursos naturales (FAO sf.).

#### **2.1.3.1. Programa de Apoyo a Comunidades Solidarias en El Salvador (PACSES)**

Durante los años de 2012 a 2015 la Unión Europea apoya las acciones de El Salvador para alcanzar el objetivo de reducir la pobreza, la desigualdad económica y social, y la exclusión social, a través del “Programa de Apoyo a Comunidades Solidarias en El Salvador (PACSES)”, por un monto de 47.4 millones de euros, que está destinado a mejorar la calidad de vida de la población en condiciones de pobreza extrema y alta en 125 áreas rurales y urbanas en El Salvador. El programa desarrollará actividades para favorecer el capital humano (educación, salud, prevención de violencia y pensiones a los adultos mayores), la infraestructura básica social, la generación de ingresos e inserción al mercado laboral y desarrollo productivo, y el desarrollo local y descentralización (Delegación de la Unión Europea en El Salvador 2011).

### **2.1.3.2. Programa de Alimentación y Salud Escolar (PASE)**

El PASE es un programa insignia del Plan Social Educativo 2009-2014 “Vamos a la Escuela”, y se ha convertido en uno de los programas sociales con mayor cobertura de nuestro país. Tiene como objetivo contribuir a mejorar la capacidad de aprendizaje de los estudiantes, satisfacer sus necesidades alimentarias inmediatas y fortalecer las acciones educativas a fin de introducir conocimientos y prácticas adecuadas en salud, alimentación y nutrición.

El PASE en nuestro país, inició en 1984 con el apoyo del Programa Mundial de Alimentos de las Naciones Unidas (PMA), con el objetivo y propósitos meramente educativos y la inspiración de incidir en el aumento en la matrícula, la asistencia y disminuir la deserción escolar. En los años 90 se introdujeron otros objetivos con el propósito de modificar algunas prácticas de salud, alimentación y nutrición. Poco a poco la cobertura del programa ha ido expandiéndose, hasta que en el año 2009, se realiza la ampliación en el área urbana, incrementando su cobertura de 4,100 a 4,950 centros educativos pasando de 875,000 estudiantes a 1,310,000 desde parvularia hasta noveno grado (MINED 2011).

Como complemento al PASE, fue creado en el 2010 el programa presidencial “Vaso de Leche” con el objetivo de proveer leche fluida de producción nacional dos veces a la semana a los estudiantes de escuelas públicas en los niveles de pre-escolar. Para el año 2013 este programa tenía una cobertura en diez departamentos del país y pasó de atender 246,000 estudiantes en 2011 a 820,000, es decir que su cobertura está llegando al 61% de la población estudiantil (MINED citado por Fundación REDES 2013).

Según MINED (2013) los estudiantes consumen una ración de 200 mililitros por cada día, dos veces por semana, lo que les permitirá tener mejor rendimiento en sus actividades escolares.

### **2.1.4. Asistencia escolar actual**

En El Salvador es muy común que los niños comiencen la Educación Básica antes de cumplir los siete años de edad, pero la norma del MINED es que inicien el primer grado a los siete años cumplidos: Del total de niños (as) de siete a 14 años de edad, el 71% asiste al grado esperado o a uno superior. Prácticamente siete de cada diez niños (as) en edad escolar asisten al grado esperado para su edad o a uno superior, el resto ha experimentado barreras para su desarrollo educativo normal.

Los niños y adolescentes experimentan al menos una de las tres barreras para su desarrollo normal dentro del sistema educativo: a) Entran tarde al sistema; b) Lo abandonan; c) No progresan de grado a grado como se espera. La importancia relativa de estos tres factores se aprecia mejor al considerar la distribución de la población escolar en cada edad específica. De los niños de siete años de edad, el 93% asiste al grado esperado o a uno superior, pero el porcentaje baja considerablemente a 52% entre los de 14 años de edad.

En el año 2008 el 21% de escolares entre los siete a 14 años y el 24% de 15 a 19 asistía a un grado inferior al esperado para su edad. Esta proporción es más alta (31%) entre las y los niños de 13 años. Pareciera que la tendencia al retraso en grados obedece al ingreso tardío al sistema educativo. Sólo el 7% se clasifica con retraso en grados en el grupo de siete a 14 años que comenzó con menos de siete años de edad, pero a medida que el inicio es a mayor edad, mayor es el porcentaje con retraso: 19% si tenía siete años cuando entró a primer grado, 57% si tenía ocho años y 77% si tenía nueve o más. Entre los (as) adolescentes de 15 a 19 años de edad se observa que el inició tardío del primer grado afecta la asistencia al grado esperado y el abandono. La mayoría de razones para el abandono escolar que fueron reportados por las madres, se pueden atribuir a las siguientes: “ya no quiso o no le gusto” (40.6%), “por problemas económicos” (19.5%), “por bajo rendimiento” (4.7%), “por problemas familiares” (3.7%), y “tenía que trabajar” (4.3%) (MINSAL 2009a).

## **2.2. Importancia de la nutrición en el desarrollo de los niños y adolescentes**

Es vital que los niños tengan una adecuada nutrición y una dieta sana para que su potencial de desarrollo sea óptimo. Durante la infancia y la adolescencia, los hábitos dietéticos y el ejercicio pueden marcar la diferencia entre una vida sana y el riesgo de sufrir enfermedades en años posteriores. En las distintas etapas de la vida, se necesitan nutrientes diferentes. (EUFIC 2016)

Los niños en edad escolar necesitan alimentarse bien a fin de desarrollarse adecuadamente, evitar las enfermedades y tener energía para estudiar y estar físicamente activos. También necesitan conocimientos y habilidades para escoger opciones alimentarias correctas. A través de actividades como huertos escolares, almuerzos escolares y educación alimentaria y nutricional, los niños, los adolescentes y sus familias, mejoran su bienestar nutricional y desarrollan buenos hábitos alimentarios para mantenerse sanos a lo largo de sus vidas. (FAO 2016)

### **2.2.1. Ingesta dietética de referencia (IDR)**

Las ingestas Dietéticas de Referencia (IDR) corresponden a cantidades diarias de energía y nutrientes que los alimentos deben aportar como promedio en un periodo, para satisfacer las necesidades nutricionales de todos los individuos sanos de una población. Los ajustes metabólicos transitorios y las reservas corporales de nutrientes permiten cierta variabilidad en las necesidades nutricionales, por lo que no es necesario ingerir la misma cantidad de nutrientes cada día. Por eso, aunque se expresan como valores diarios, las cifras son el promedio para cierto período de tiempo. Ese período varía con cada nutriente y las características del individuo. Sin embargo, como regla general se puede considerar adecuado un promedio diario a lo largo de una semana. Este período coincide con determinantes socioeconómicos y culturales de la dieta, tales como la compra periódica y la costumbre de preparar o comer determinados alimentos en ciertos días de la semana. (INCAP 2012)

### **2.2.2. Recomendaciones dietéticas diarias (RDD)**

Las RDD son uno de los cuatro valores de referencia de las IDR y se definen como la cantidad de un nutriente que se considera apropiada para cubrir los requerimientos nutricionales de casi todos los individuos (98%) de un grupo homogéneo de población sana de igual edad, sexo y con condiciones fisiológicas y estilo de vida similares; por lo tanto su aplicación es esencialmente colectiva.

Las RDD representan un objetivo o meta para planificar la ingesta dietética de individuos; sin embargo, tienen un uso limitado en la valoración individual, pues como tienen un amplio margen de seguridad, una ingesta inferior no necesariamente indica que no se haya cubierto la adecuación de un determinado nutriente en una determinada persona. Dada la dificultad para conocer con certeza los requerimientos de un individuo en específico, se considera que el riesgo de deficiencia es bajo si la ingesta cubre las RDD y aumenta según la ingesta del individuo se aleja de las RDD (INCAP 2012).

### **2.2.3. La importancia de los macronutrientes y micronutrientes**

Los macronutrientes y micronutrientes son importantes en el organismo humano para lograr el mantenimiento del cuerpo en perfecto estado de salud. Pero, como el organismo no puede fabricarlos, debe consumirlos de fuentes exteriores de los mismos, como son los alimentos, los suplementos nutritivos, y la absorción a través de la piel, para poder asegurar un adecuado suministro de ellos. Después de la incorporación al organismo, estos nutrientes no

permanecen estáticos, sino que son transportados a todo el cuerpo y eliminados por excreción, al igual que cualquier otro constituyente dinámico. En cada etapa de la vida el ser humano necesita una cantidad de nutrientes en un rango específico, dependiendo el medio ambiente en el que se desarrolle y la actividad física que haga (Cuadro A-1). A continuación se detalla la importancia de los principales nutrientes en la dieta humana y su influencia en el desarrollo de procesos bioquímicos en el organismo:

#### **2.2.3.1. La energía**

La energía derivada de los alimentos es utilizada por el organismo humano para realizar todas sus funciones, incluidas la síntesis de tejidos y diversas sustancias, la actividad de células y órganos, los movimientos y los procesos metabólicos. Además, los niños y mujeres embarazadas transforman una parte de la energía ingerida en tejidos de crecimiento. Cierta cantidad de energía se almacena como reserva para usar cuando las demandas de gastos energéticos exceden la cantidad de energía ingerida. Esta reserva se almacena como grasa corporal y su cantidad total se debe mantener dentro de límites acordes con una composición corporal normal.

El Requerimiento Estimado de Energía (REE) corresponde a la ingesta dietética de energía necesaria para mantener el balance energético en personas sanas de una determinada edad, sexo, peso, talla y Nivel de Actividad Física (NAF) coherente con un buen estado de salud, incluyendo el desempeño de actividades económicamente necesarias y socialmente deseables. (Cuadro A-2).

#### **2.2.3.2. Los aminoácidos y proteínas**

Las proteínas de los alimentos son indispensables para la vida y la salud. Las proteínas son moléculas grandes formadas por cadenas lineales de aminoácidos, que contienen un grupo amino ( $\text{NH}_2$ ) y un grupo carboxilo ( $\text{COOH}$ ), enlazados al mismo carbono de la molécula. Las proteínas son fuentes de aminoácidos y nitrógeno necesarios para la síntesis de compuestos tales como proteínas corporales, péptidos, ácidos nucleicos y creatina. Algunas proteínas y péptidos tienen funciones importantes como enzimas, hormonas y proteínas transportadoras de diversas sustancias. En forma de lipoproteínas, participan en el transporte de triglicéridos, colesterol, fosfolípidos, ácidos grasos libres, bilirrubina, minerales, vitaminas liposolubles. Las proteínas también pueden proveer energía para el organismo. Cuando la dieta no contiene cantidades adecuadas de energía, la síntesis proteínica se reduce, hay mayor oxidación tisular

de aminoácidos para generar energía y, consecuentemente, aumentan los requerimientos de proteínas.

La deficiencia de proteínas se presenta con mayor frecuencia en niños, debido a que son más elevadas sus necesidades de proteínas y energía por kilogramo de peso corporal. Cuando la ingesta de proteínas es baja hay una reducción en el nitrógeno urinario, debido a un proceso interno de adaptación. Cuando éste ya no es posible, se presenta deficiencia de proteínas con edema, hay desgaste de los tejidos corporales, hígado graso, dermatosis, limitada respuesta inmunodepresora y debilidad. (INCAP 2012). En el Cuadro A-2 se presentan las recomendaciones dietéticas de proteínas para niños de 7 a 17.9 años de edad, para individuos sanos y con un tipo de dieta mixta.

### **2.2.3.3. Los carbohidratos**

Los carbohidratos son los compuestos orgánicos más abundantes de la biosfera y a su vez lo más diversos. A lo largo de la historia han sido la fuente primaria más abundante, disponible y económica de energía alimentaria para el hombre. La función principal de los carbohidratos es proveer energía al cuerpo, especialmente el cerebro y al sistema nervioso, que solamente utilizan glucosa como fuente de energía. Los carbohidratos son necesarios para evitar cetosis y mejorar la utilización metabólica de las proteínas, lo que apenas requiere la ingesta de 50-100 g diarios, que es sólo una pequeña fracción de la cantidad total de carbohidratos que normalmente se consumen con cualquier dieta. Además, los carbohidratos son también importantes en el control de la glucemia y en el metabolismo de colesterol y de los triglicéridos. Los carbohidratos son la principal fuente de energía en las dietas de casi todas las poblaciones del mundo, en las que aportan entre 40% y 80% de la energía total.

Se recomienda que después de la infancia, los carbohidratos aporten entre el 55% y 70% de la energía total. Esto equivale a 275-350 gramos diarios de carbohidratos para una persona que ingiere 2000 Kcal/día. Sin embargo, más importante que el porcentaje de energía proveniente de la ingesta de carbohidratos, se debe poner más atención en la naturaleza dietética de estos.

### **2.2.3.4. Los lípidos**

Los lípidos incluyen un gran número de compuestos orgánicos, entre ellos: ácidos grasos, acilgliceroles (ésteres de ácidos grasos con glicerol), fosfolipídicos, eicosanoides. Los lípidos de importancia son los triglicéridos (triacilglicéricos), los ácidos grasos y el colesterol. Los

triglicéridos o grasas, formados por la unión de tres ácidos grasos con molécula de glicerol, son el principal componente lipídico de los alimentos y la fuente más concentrada de energía alimentaria, aportan 9 kcal (37.7 KJ) por cada gramo que se oxida en el organismo. En niños mayores de 2 años y adolescentes, se recomienda que la grasa total de la dieta provea entre 25%-35% de la energía alimentaria total.

#### **2.2.3.5. El calcio**

El calcio es el mineral más abundante en el cuerpo humano, representa 1.5%-2% del peso corporal en adultos. Alrededor del 99% del calcio está en los huesos y dientes, principalmente en forma de fosfato; el resto está en los fluidos extracelulares, estructuras intracelulares y membranas celulares. Además de su papel estructural en esqueleto y dientes, el calcio participa en numerosos procesos metabólicos que influyen: a activación de enzimas, transmisión nerviosa, transporte a través de membranas, coagulación de la sangre, contracción de músculos voluntarios e involuntarios, incluyendo el músculo cardíaco, y funciones hormonales. El grado de importancia del calcio en el organismo depende de la edad del individuo y de la etapa biológica en que se encuentra.

La eficiencia de absorción de calcio aumenta en la etapa prepuberal (9-18 años), estudios de balance en estas etapas indican que una ingesta de 1,200-1,500 mg/día lleva a un máximo de retención del mineral, con ingestas superiores hay un aumento en la excreción mineral y con ingestas inferiores el esqueleto no recibe el calcio que puede usar.

#### **2.2.3.6. El magnesio**

El magnesio es un mineral intracelular. El cuerpo de un adulto contiene 20-28 g de magnesio, del cual 60% está en los huesos, cerca de 26% en músculos, 1% en los fluidos extracelulares y el resto en tejidos blandos. Este mineral juega un papel fundamental en numerosas reacciones enzimáticas esenciales para la vida, que incluyen los procesos biocinéticos mediados por el complejo Mg-ATP, la transferencia de grupos fosfatos en la oxidación de ácidos, y la síntesis y degradación del ADN. El magnesio extracelular puede actuar en forma sinérgica o antagónica con el calcio para mantener el potencial eléctrico de las membranas de nervios y músculos, y para la transmisión de impulsos a través de las uniones neuromusculares. Algunos estudios han sugerido que el magnesio reduce la presión arterial diastólica en personas con presión arterial moderadamente alta, no así la presión arterial sistólica.

Las principales fuentes de magnesio son las nueces y las semillas secas (semilla de marañón 260 mg/100g, semilla de ayote 535 mg/100g) los granos secos de leguminosas (frijol 180 mg/100g), los productos y los cereales sin moler.

#### **2.2.3.7. El fósforo**

El cuerpo de un adulto contiene aproximadamente de 750 a 1,100 g de fósforo. Alrededor del 80% se encuentra en los huesos y dientes, en una proporción de 1 a 2 respecto al calcio. El resto está en los tejidos blandos y como un componente de las proteínas, ácidos nucleicos, fosfolípidos y otra serie de compuestos. El ion fosfato es esencial para el metabolismo de los carbohidratos, lípidos y proteínas, donde funciona como cofactor en múltiples sistemas enzimáticos. Este mineral contribuye a la estructura del esqueleto y forma parte de compuestos esenciales para la energía requerida en el metabolismo intermedio, como lo son el adenosin-trifosfato (ATP) y la fosfocreatina.

Casi todos los alimentos contienen cantidades nutricionalmente importantes de fósforo, especialmente los alimentos ricos en proteínas y los cereales. Se encuentran en carnes (aves y ternera), pescado, leche y derivados en los cereales integrales y derivados como el germen de trigo. Una porción importante proviene de aditivos agregados a productos procesados y bebida tipo cola. También son buenas fuentes de fósforo las leguminosas de grano, nueces y varias verduras y frutas.

#### **2.2.3.8. El Zinc**

El organismo adulto contiene alrededor de 2 g de zinc, las concentraciones más elevadas aparecen en el hígado, páncreas, riñones, huesos y músculos voluntarios. En la masa ósea la concentración de zinc es de 200-300 µg/g y en la masa muscular la concentración es aproximadamente de 30 µg/g, el músculo esquelético y los huesos juntos contienen el 90% del zinc total del organismo. Junto con el cobre y el selenio, el zinc interviene en procesos bioquímicos esenciales en la vida, entre ellos: la respiración celular, la utilización de oxígeno por parte de la célula, la reproducción de ADN y ARN, el mantenimiento de la integridad de la membrana celular y la eliminación de radicales libres.

El zinc es el menos tóxico de todos los oligoelementos y su margen de seguridad es muy amplio; sin embargo, con el fin de evitar trastornos adversos por ingestas muy altas, sobre todo por el uso de suplementos, se han establecido ingestas recomendadas.

### **2.2.3.9. El hierro**

El cuerpo del hombre adulto contiene alrededor de 4 g de hierro, del cual 65% forman parte de la hemoglobina, cuya función principal es el transporte de oxígeno; el 15% está contenido en las enzimas y en la mioglobina, el 20% como hierro de depósito; y solo entre el 0.1% y 0.2% se encuentra unido con la transferrina como hierro circulante. El hierro forma parte de la mioglobina y citocromos, que están involucrados en el almacenamiento y utilización celular de oxígeno, así como de diversos sistemas enzimáticos. Normalmente, 20%-30% del mineral se encuentra almacenado en el hígado, bazo y médula ósea, en forma de ferritina o hemosiderina.

La deficiencia de hierro es la principal causa de anemia nutricional en niños y adultos. La anemia por deficiencia de hierro es microcítica e hipocrómica. Los grupos más vulnerables son los adolescentes de ambos sexos, las mujeres en edad reproductiva y las embarazadas. También son grupos vulnerables los vegetarianos estrictos y las personas con problemas gastrointestinales que afectan la absorción de nutrientes. Aparte de producir anemia, la deficiencia de hierro ha sido asociada con otras manifestaciones no hematológicas, entre ellas: alteraciones del sistema inmunológico, apatía y bajo rendimiento escolar en niños, disminución en la capacidad física de adultos, falla en la movilización de la vitamina Z hepática, alteraciones conductuales, desarrollo mental y motor, y velocidad de producción más lenta de los sistemas sensoriales auditivo y visual.

En niños de seis años, una ingesta accidental de suplementos de hierro puede producir una toxicidad aguda por sobredosis, provocando vómitos, diarrea, dolor abdominal, dificultades respiratorias y muerte. En adultos, altas dosis de suplementos pueden provocar problemas gastrointestinales como constipación, náuseas, vómitos y diarrea, especialmente si son tomados con el estómago vacío.

### **2.2.3.10. Los electrolitos**

El sodio, el potasio y el cloro son usualmente llamados "electrolitos", debido a sus funciones en la actividad eléctrica de las células. Un electrolito es una sustancia que en medio líquido se disocia en iones, los cuales tienen la capacidad de conducir la corriente eléctrica. Los electrolitos participan en los procesos fisiológicos del organismo, manteniendo un sutil y complejo equilibrio entre el medio intracelular y el medio extracelular.

El sodio es uno de los electrolitos más importantes del organismo, se encuentra principalmente en el líquido extracelular. En cambio el potasio es el principal ion del interior de las células, el

98% del elemento corporal se encuentra en las células. Las funciones principales del sodio son regular la distribución del agua en el cuerpo, participar en la transmisión de los impulsos nerviosos de las neuronas y posibilitar las contracciones musculares. El potasio junto con el sodio, constituyen la bomba sodio-potasio que es uno de los componentes esenciales de las membranas celulares, que permite generar un potencial eléctrico, indispensable para las funciones mencionadas.

Es difícil establecer los requerimientos de sodio, potasio y cloro, debido a que deben compensar las pérdidas a través de la piel, riñones e intestino, que varían grandemente por las condiciones climatológicas; el tipo, intensidad y duración de actividad física; y la frecuencia con que se excretan heces acuosas voluminosas. La aclimatación y el entrenamiento físico reducen la sudoración, y las pérdidas excesivas por la piel y el tracto gastrointestinal tienden a ser compensadas por una mayor retención renal, sobre todo de sodio, por acción de la aldosterona. Los mecanismos renales compensan las pérdidas excesivas de potasio con menos eficiencia.

Es difícil proponer recomendaciones dietéticas de sodio, potasio y cloruros que sean válidas universalmente. En el Cuadro A-3 se presentan algunas recomendaciones para sodio y potasio que pueden servir de base, ajustándose cuando sea necesario a las condiciones climatológicas y de ejercicio; así como a la frecuencia e intensidad de los períodos de diarrea tan comunes en muchos países de América Latina.

### **2.3. Alternativas nutritivas de complementación entre leguminosas y cereales**

Desde tiempos antiguos se reconoce la importancia del contenido proteínico, la calidad de la proteína, la digestibilidad y las necesidades de nutrientes en los alimentos, por dichas razones la mezcla de leguminosas con los cereales en la dieta es recomendada para mejorar la calidad nutricional. La calidad nutricional del sorgo no es muy elevada. De ahí que se haya tratado de enriquecer el sorgo con otros cereales o leguminosas para convertir los productos nutricionalmente superiores y aceptables. Es indispensable tener en cuenta el costo, la disponibilidad de ingredientes y la comercialización de un buen producto enriquecido y duradero (Guerra Garcés et al. 2009).

La combinación de cereales y leguminosas en las proporciones 70-30% respectivamente, generan un alimento con una proteína de mayor calidad por la complementación aminoacídica.

(Bressani citado por Zambrano *et al.* 2013). La calidad proteica se refiere a la medida en que los aminoácidos de la dieta pueden utilizarse para la síntesis proteica.

Las proteínas ingresan al organismo durante la alimentación en distinta proporción según el alimento consumido, además contienen aminoácidos: no esenciales, semi esenciales y esenciales, los cuales el organismo por sí mismo no es capaz de producir, por lo que se deben consumir durante la dieta, ya que son fundamentales para el buen funcionamiento, dependiendo de estos la síntesis de hormona, enzimas, jugos digestivos; además de su importancia en el crecimiento, mantención y reparación de tejidos. Las necesidades de proteínas se basan en las cantidades de aminoácidos esenciales recomendados. (Mulato 2012).

### **2.3.1. Sorgo (*Sorghum bicolor*) en la alimentación**

En El Salvador, el sorgo ha sido consumido principalmente por el estrato de población de escasos recursos económicos, en forma de tortillas, pan tradicional (galletas y salpores) y bebidas reconstituyentes como atoles y refrescos, que pueden elaborarse sustituyendo al maíz y trigo. La harina de sorgo tiene la ventaja de que no tiene gluten, por lo que representa una alternativa para la elaboración de pan libre de gluten y satisfacer a los consumidores alérgicos a esa proteína. En otros países utilizan el sorgo para elaboración de bebidas alcohólicas y otras formas alimenticias según las costumbres.

Las variedades de sorgo para elaborar harina deben seleccionarse de acuerdo con los parámetros de calidad, tales como: color, contenido de proteína y otros componentes nutricionales (Cuadro A-4), dureza y ausencia de taninos. El CENTA ha trabajado por muchos años en la investigación de sorgos blancos para la elaboración de harina de buena calidad, recomendándose variedades como CENTA RCV, CENTA Soberano, CENTA S-3 y CENTA Jocoro, y algunas variedades criollas con características similares, que cumplen con los requisitos mencionados anteriormente (Guzmán y López 2015).

### **2.3.2. Arroz (*Oryza sativa*) en la alimentación**

Las proteínas que se encuentran en el arroz son de buena calidad pero bajas en cantidades, por lo cual se recomienda ingerir arroz en mezcla con leguminosas u otra fuente proteica importante. Tradicionalmente se consume el arroz como grano entero cocido, pero en las culturas asiáticas la diversidad en el consumo es mayor. Generalmente el arroz es consumido como grano completo, sin embargo hay un mercado importante para la venta y consumo de

harina de arroz, y sus productos derivados, debido a personas celíacas alérgicas al gluten de trigo. La harina de arroz puede ser utilizada como sustituto parcial y/o completa en varios productos horneados. Siendo utilizada además para producir fórmula infantil, alimentos tipo snack, galletas entre otros (Puerta 2012). En el Cuadro A-4 se dan a conocer los componentes nutricionales que aporta el grano de arroz.

### **2.3.3. Soya (*Glycine max*) en la alimentación**

La soya es una planta de la familia de las leguminosas y se cultiva por semillas, es una legumbre de alto valor proteico (cerca al 35%), se utiliza en alimentación y para la producción de aceite. La planta de soya llega a alcanzar los 80 cm. de altura y la vaina (donde se producen las semillas) miden entre 4 a 7 cm. de longitud. Cada vaina contiene en promedio cuatro semillas, que albergan el secreto de las bondades de la soya (Díaz y Santana 2009).

Entre los principales beneficios de la soya según Díaz y Santana (2009), se destacan:

- Alto contenido de proteínas.
- Bajo contenido de grasas saturadas.
- Alto contenido en fibra.
- Sin colesterol por su origen vegetal.
- Contiene minerales (calcio, zinc, hierro, fósforo, potasio, entre otros).

El aceite y las proteínas que almacena la semilla de soya son algunos de los elementos de mayor interés nutricional. Tiene una mayor cantidad de proteínas que otras leguminosas y cuatro veces más que algunos cereales Cuadro A-4

A pesar de todos los componentes benéficos de la proteína de la soya, hay ciertos problemas que limitan su consumo por la población como son su sabor, que está relacionado con la presencia de los aldehídos que se producen durante su procesado. Los aldehídos alteran el sabor de la soya, provocando rancidez del aceite y disminuyen la vida útil de los alimentos y derivados de la misma. La presencia de isoflavonas confiere un intenso sabor amargo y astringente a los productos de la soya (Ballat 2014).

La soya debe someterse a un proceso llamado blanqueo el cual consiste en someter a cocción los granos de soya en una solución de bicarbonato de sodio de 0.25 a 0.5% a 95° C durante 10 minutos; para reducir el sabor a frijol producido por la lipoxigenasa, además ayuda a lavar y remover azúcares responsables de la flatulencia (rafinosa y estaquinoso) e inactiva a los inhibidores de tripsina (Gómez 2007).

## **2.4. Rendimiento de la molienda**

En términos generales se puede referir a la molienda de cualquier cultivo de cereal. El rendimiento de la molienda del trigo es el porcentaje de la harina obtenida a partir de una unidad dada de granos de trigo enteros (rendimiento en harina o tasa de extracción de la harina), con un promedio desde 70 hasta 75% en los Estados Unidos. El rendimiento de la molienda del arroz hace referencia a la cantidad de arroz blanco pulido a base de arroz con cáscara áspera. Los rendimientos de molienda para el arroz blanco pulido varían según la variedad del cultivo y la calidad, pero tienden a promediar cerca de 72% del peso del arroz con cáscara en los Estados Unidos (House 2006).

## **2.5. Aceptación de un alimento nutritivo**

El proceso por el que el humano acepta o rechaza un alimento tiene un carácter multidimensional con una estructura dinámica y variable. Considerando que la percepción humana es el resultado conjunto de la sensación que el hombre experimenta y cómo él la interpreta (Cosstell 2001).

Las reacciones que ocurren en el consumo de alimentos están provocadas por el grado de satisfacción del consumidor con respecto a estímulos de los sentidos: olfato, sabor, tacto, vista y hasta la audición. El análisis sensorial es una disciplina que se dedica a estudiar formas de sistematizar estas observaciones, teniendo en cuenta la subjetividad que determina cuando un alimento es o no aceptado. Considerando que la opción por un alimento está muy influenciada por el placer que provoca, sobre todo en los niños, el desarrollo de pruebas de análisis sensorial, adaptadas al perfil de cada consumidor, tiene importancia para identificar preferencias o rechazos relacionados a la creación de hábitos y prácticas alimentarias y también, para la optimización de los recursos destinados a la adquisición de alimentos para las políticas públicas en el área de la alimentación y nutrición (Álvares et al. 2008).

El análisis sensorial puede ser utilizado para llevar a cabo las siguientes actividades dentro de una compañía o industria alimentaria: desarrollo del producto, reformulación de un producto/reducción del coste, monitorización de la competencia, control de calidad, caducidad o vida útil del producto, relación proceso/ingredientes/analítica sensorial (Bustos Bejarano y Paiz Salgado 2009).

La escala más utilizada es la escala hedónica de nueve puntos, aunque también existen variantes de ésta, como son la de siete, cinco y tres puntos o la escala gráfica de cara sonriente

que se utiliza generalmente con niños. Es la prueba recomendada para la mayoría de estudios, o en proyectos de investigación estándar, donde el objetivo es simplemente determinar si existen diferencias entre los productos en la aceptación del consumidor. A los panelistas se les pide evaluar muestras codificadas de varios productos, indicando cuanto les agrada cada muestra, marcando una de las categorías en la escala, que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente". Cabe resaltar que la escala puede ser presentada gráfica, numérica o textualmente, horizontal o verticalmente y se utiliza para indicar las diferencias en gusto del consumidor de los productos.

Se pueden comparar los datos de consumo (escala hedónica) empleando en el análisis la prueba no paramétrica de Friedman. Mediante el uso del análisis de conglomerados (CWM, por sus siglas en inglés) se puede identificar subgrupos de consumidores con preferencias diferentes. Para modelar la varianza de los datos de aceptación del consumidor se puede emplear regresión por mínimos cuadrados parciales (Ramírez Navas 2012).

Cerezal *et al* (2011) desarrolló una bebida de alto contenido proteico a partir de la mezcla de los extractos líquidos de un pseudocereal, quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y de dos plantas leguminosas: algarrobo (*Prosopis chilensis* (Mol.) Stunz) y lupino (*Lupinus albus* L.), provenientes del altiplano andino de la macro zona norte de Chile, saborizándose con pulpa de frambuesa, para contribuir en la alimentación de niños entre 2 y 5 años de estrato socio-económico bajo con deficiencias nutricionales. Se realizaron pruebas físicas, microbiológicas y de aceptación sensorial. La evaluación sensorial se realizó ofreciendo la bebida a la aceptación de 15 niños de 2 a 5 años (previamente entrenados con productos conocidos), mediante la cartilla de evaluación del "Estado Facial", se utilizaron 5 expresiones diferentes de caras, que representaron los criterios siguientes: (Me gusta mucho, Me gusta, No me gusta ni me disgusta, Me disgusta, Me disgusta mucho). La formulación A la aceptación de la bebida fue del 80%, mientras que la formulación B sólo alcanzó el 40%.

### **2.5.1. Análisis estadístico**

Se refiere a un conjunto de métodos para manejar la obtención, presentación y el análisis de observaciones numéricas. Sus fines son: describir al conjunto de datos obtenidos y tomar decisiones.

### 2.5.1.1. Muestreo multietápico

Un marco muestral es una relación completa de las unidades en el universo del estudio. El muestreo estratificado requiere que los elementos en este universo sean divididos en grupos, llamados estratos, antes de empezar el proceso de muestreo. Cada unidad es asignada a un estrato basado en el conocimiento previo de las características de la unidad. Entonces, se seleccionan muestras aleatorias independientes de cada estrato.

Un muestreo polietápico utiliza más de una etapa de selección para formar la muestra. La primera etapa utiliza las unidades de muestreo de mayor tamaño que se llaman unidades de muestreo primario, PSU's (primary sampling units) mientras que en la etapa final se utilizan las unidades de muestreo más pequeño denominadas unidades de muestreo secundarias, SSUs (secondary sampling units). Si el objeto es investigar alumnos, entonces los PSUs pueden ser las escuelas y los SSUs los alumnos dentro de las escuelas seleccionadas. Si el objeto es investigar pacientes, entonces los PSUs pueden ser los hospitales, y los SSUs los pacientes dentro de los hospitales seleccionados.

La pregunta es ¿cómo tomar una muestra estratificada cuando no existe un marco muestral de los SSUs? Una estrategia es efectuar un muestreo multietápico, tomando primero una muestra aleatoria de los PSUs y entonces levantar marcos muestrales de cada PSU seleccionado, los cuales se utilizarán para efectuar muestras aleatorias de los SSUs en cada PSU. Cada etapa del muestreo tiene covariables asociadas que permiten la estratificación de la muestra después de que ésta es tomada con respecto a cualquier combinación de las covariables. En algunos casos se pueden estratificar los agrupamientos antes de la primera etapa, por ejemplo, si las escuelas son particulares o públicas. (Mandeville 2010).

### 2.5.1.2. La prueba cuantil

La prueba binomial puede utilizarse para probar hipótesis acerca de los cuantiles de una variable aleatoria, en lo que denominamos la prueba cuantil. Por ejemplo, podemos examinar una muestra aleatoria de valores de una variable aleatoria  $x$  para ver si la mediana es mayor que cero, o igual a 17 (por ejemplo). La escala de medición es por lo general al menos ordinal para la prueba cuantil, aunque para la prueba binomial sólo se requiere la escala nominal más débil de sus mediciones. Si la variable aleatoria siendo examinada es una variable aleatoria continua, entonces la hipótesis está probando

$$H_0: P(X \leq x^*) = p^*$$

Si representamos la probabilidad desconocida  $P(X \leq x^*)$  por  $p$ , entonces se convierte en  $H_0$

$$H_0: p = p^*$$

Que es la misma hipótesis nula probada con la prueba binomial. La estadística de prueba es igual al número de valores de muestras que son menos que o igual a  $\alpha$ , y la prueba binomial de dos colas se puede utilizar.

La situación no es tan simple si se supone que la variable aleatoria no es continua. La hipótesis nula

$$H_0: P(X \leq \alpha^*) \geq p^* \text{ y } P(X < \alpha^*) \leq p^*$$

Ahora la prueba binomial se puede usar, pero la adaptación de la prueba de esta hipótesis es un poco complicada, por lo que deberá presentar el procedimiento como una prueba separada (Conover 1971).

## 2.6. Vida útil de un alimento

La vida útil de un alimento es el periodo en el que puede mantenerse en condiciones de almacenamiento especificadas sin que pierda su seguridad y calidad óptima. La vida útil de un alimento empieza desde el momento en que se elabora y depende de muchos factores como el proceso de fabricación, el tipo de envasado, las condiciones de almacenamiento y los ingredientes. Por lo general, la vida útil se define durante la elaboración de un alimento. Inicialmente, el fabricante determina las características (intrínsecas y extrínsecas) del alimento que afectan su seguridad y/o calidad. Si es necesario, el fabricante también puede llevar a cabo otros estudios como tomas de muestras y análisis microbiológicos.

El propósito de determinar la vida útil es ayudar a los consumidores a tomar decisiones seguras e informadas sobre los alimentos. La vida útil de los alimentos únicamente se debería considerar válida si el producto se compra intacto y sin daños. Los consumidores siempre deben respetar las instrucciones de los fabricantes respecto al almacenamiento, especialmente las referentes a la temperatura y la utilización del producto una vez abierto (Fernández sf.). Existen tres principales factores que determinan la vida útil de un producto alimenticio según Oropeza (2014):

- ✓ Características del producto: son las propiedades del alimento como PH, enzimas, microorganismos y concentración de componentes activos. Estas características

pueden controlarse mediante la selección de ingredientes y materia prima, y el uso de ciertos procesos de fabricación.

- ✓ Ambiente: Es el entorno ante el cual el producto es expuesto durante su distribución y traslado, en el que intervienen agentes como luz, temperatura y presión que pueden ocasionar reacciones degenerativas.
- ✓ Propiedades del envase: Características del envase como forma, tamaño, sistema de envasado y selección de materiales.

### **2.6.1. Análisis fisicoquímicos y microbiológicos**

Es necesario realizar análisis fisicoquímicos y microbiológicos en los alimentos para asegurar que sean aptos para el consumo y que cumple con las características y composición que se espera.

#### **2.6.1.1. Actividad de agua**

Uno de los factores más influyentes de las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas en la conservación de alimentos es la actividad de agua que se expresa con las siglas  $A_w$  (Activity Water en inglés). La  $A_w$  es un parámetro que indica la disponibilidad de agua en un alimento para que existan reacciones físicas, químicas, bioquímicas y desarrollo microbiano (Alvarado 2009), está estrechamente ligado con la humedad del alimento lo que permite determinar su capacidad de conservación y propagación microbiana (Noheding 2015).

La disponibilidad de agua varía de un producto a otro según su composición, algunas estructuras o moléculas retienen más agua que otras; varía incluso para un mismo producto. El valor de la  $A_w$  depende de la composición, la temperatura y el contenido de agua del producto (Martínez y Zambrano 2011). Tiene incidencia sobre las características de calidad, tales como la textura, el sabor el color, el gusto, el valor nutricional del producto y su tiempo de conservación.

Según De la Paz (2012) consideró la actividad de agua como un factor crítico para estimar la vida útil de la bebida instantánea, siendo un parámetro que indica la presencia de agua libre o agua disponible dentro de un sistema (alimento), permitiendo que existan reacciones enzimáticas, químicas y desarrollo microbiano que pueden conllevar al deterioro del alimento influyendo en las cualidades organolépticas y la estabilidad en almacenamiento.

Se puede considerar que la  $A_w$  más baja para el crecimiento de la mayoría de las bacterias que producen deterioro en alimentos está alrededor de 0,90. La  $A_w$  más baja para el

crecimiento de hongos y levaduras está próxima a 0,61. El crecimiento de hongos micotoxigénicos se produce con valores de  $A_w$  cercanos a 0,78 (AQUALAB sf.)

#### **2.6.1.2. Humedad**

El contenido de humedad de los alimentos es de gran importancia por muchas razones científicas, técnicas y económicas, pero su determinación precisa es muy difícil. El agua se encuentra en los alimentos como agua enlazada que incluye moléculas de agua unidas, en forma química, o a través de puentes de hidrógeno a grupos iónicos o polares. (Oliva y Rivas 2014).

Este análisis indica la cantidad de agua que contiene un alimento, lo cual es de gran importancia para la calidad del mismo, debido a que dependiendo de la humedad que posea el alimento será más fácil de conservar y de esta forma podrá tener menos probabilidad de contaminación. (Casellas 2010).

La determinación de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesado, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua. El contenido de humedad en un alimento es, frecuentemente, un índice de estabilidad del producto. Es responsable de las reacciones químicas, enzimáticas y microbiológicas, que son las tres principales causas de deterioro de un producto. El límite máximo de humedad sugerido en las harinas es de 14% (De Orellana *et al.* 2009).

#### **2.6.1.3. Índice de peróxido**

La vida útil de un producto depende también del porcentaje de lípidos y ácidos grasos que contenga, debido a que a estos compuestos, con el paso del tiempo, les ocurre un deterioro químico llamado oxidación, comúnmente conocido como rancidez. Para minimizar la oxidación de lípidos, el envase debe proteger al producto del oxígeno y la luz. (Oropeza 2014)

El índice de peróxidos es un indicador del grado de oxidación y determina la cantidad de peróxidos en la muestra que ocasionan la oxidación del yoduro potásico, es decir la cantidad expresada en miliequivalentes de oxígeno activo por kilogramo de grasa (mEq de oxígeno/kg de grasa). Mide el nivel de enranciamiento que presenta un aceite, grasa o harina (Torres 2012).

La oxidación lipídica es una de las causas fundamentales de la pérdida de calidad de los aceites, grasas y en general, de los alimentos, se debe fundamentalmente a la reacción del oxígeno con los ácidos grasos insaturados. En los primeros estadios, la principal consecuencia de la oxidación es la disminución de la vida útil del producto aunque, según la oxidación progresa, tiene lugar el desarrollo de olores y sabores que contribuyen significativamente al deterioro de la calidad sensorial y terminan por hacer rechazable el alimento. Igualmente la oxidación tiene como consecuencias la formación de compuestos específicos que modifican negativamente el valor nutricional de los alimentos. (Graciama Constante 2006).

Reyes (2007) menciona que la formación de peróxidos es baja durante el período inicial, pero puede variar en unas pocas semanas o algunos meses, de acuerdo al aceite o grasa en particular, del mismo modo que el producto tienen un sabor a rancidez cuando el valor de peróxidos está entre 20 y 40 meq/kg de grasa.

#### **2.6.1.4. Criterios microbiológicos**

Para verificar que un alimento no causará daño a la salud de los consumidores es necesario realizar análisis microbiológicos en los alimentos, dependiendo del origen o tipo de producto así serán los microorganismos que lo pueden afectar, es por eso que existen normativas y reglamentos que regulan el tipo de análisis a realizar dependiendo el alimento.

#### **2.6.1.5. RTCA 67.04.50:08 (Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos)**

El reglamento tiene como objeto establecer los parámetros microbiológicos de los alimentos y sus límites de aceptación para el registro y la vigilancia en los puntos de comercialización. Las disposiciones serán aplicables a todo alimento, para consumo final en los puntos de comercialización dentro del territorio de los países de la región centroamericana.

##### **2.6.1.5.1. Grupos de alimentos de acuerdo al origen y/o tecnología aplicada en su elaboración.**

Por el origen de las materias primas utilizadas para el desarrollo de la bebida nutritiva instantánea, clasifica en la siguiente categoría:

Cereales y derivados: cereales y productos a base de cereales, derivados de granos de cereales, de raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas, excluidos los productos de panadería de la categoría de alimentos. Subgrupo del alimento: Cereales en hojuelas y

polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno. Subgrupo del alimento: Pastas (rellenas).

#### 2.6.1.5.2. Criterios microbiológicos para el registro sanitario de alimentos

En los países de la región centroamericana, en que el procedimiento de registro sanitario de alimentos, requiera que se realicen análisis previos del producto, deberá cumplirse con las siguientes disposiciones:

Se analizarán solo los parámetros microbiológicos definidos en el RTCA, los cuales se expresarán en función de la metodología utilizada con las unidades correspondientes (Unidades Formadoras de Colonias (UFC), Numero Más Probable (NMP)). Solo podrán aceptarse los productos que cumplan con los criterios microbiológicos que se establecen en el Cuadro 1. (OSARTEC 2009).

Cuadro 1. Subgrupo del alimento: Cereales en hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno

Parámetro	Categoría	Tipo de riesgo	Límite permitido
<i>Escherichia coli</i>	5	C	< 3 NMP/g
Salmonella ssp/25 g (solo para los que contienen frutas y semillas frescas )			Ausencia

Fuente: RTCA 67.04.50:08

#### 2.6.1.5.3. Clasificación de los alimentos por riesgo

Para registro y vigilancia sanitaria se clasifican los alimentos basándose en la probabilidad de causar daño a la salud, la gravedad de dicho efecto y los factores de riesgo descritos de la siguiente manera:

- ✓ Alimento Riesgo tipo A: Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una alta probabilidad de causar daño a la salud.
- ✓ Alimento Riesgo tipo B: Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud.

- ✓ Alimento Riesgo tipo C: Comprende los alimentos que por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una baja probabilidad de causar daño a la salud.

## **2.7. Los empaques para alimentos**

El empaque se define como el contenedor utilizado para proteger, promocionar, transportar y/o identificar un producto, que tiene contacto directo con el producto específico, con la función de envasarlo y protegerlo. La industria alimentaría usa diversas gamas de empaques elaborados de diversos materiales poliméricos o mezclas de algunos de ellos (Enríquez y Vilcapoma 2012). Los empaques de productos alimenticios deben proteger las características físicas propias de los alimentos como sabor, olor, textura, forma y componentes nutricionales benéficos como proteínas, carbohidratos, lípidos, vitaminas y minerales

### **2.7.1. Selección del empaque**

Para la selección del material es importante considerar la vida útil que necesita el producto, es decir el lapso de tiempo en el cual es necesario conservar las características adecuadas para su consumo. El material de empaque es un factor clave para que sea capaz de proteger, transportar y entregar el producto al consumidor de la forma más higiénica y segura posible.

Para elegir la opción más adecuada, es importante tomar en cuenta las siguientes propiedades según Oropeza (2014):

- Soldabilidad: capacidad de sellarse.
- Impermeabilidad: facultad de aislarse del oxígeno, vapor de agua, dióxido de carbono, luz en otros.
- Interacciones con el contenido y el medio ambiente: Las interacciones entre el entorno, el envase y el alimento se clasifican en permeación que es la transmisión de CO<sub>2</sub>, O<sub>2</sub>, humedad, aromas y radiaciones del alimento al entorno o viceversa, sorción siendo la transferencia de colorantes, grasas y otros componentes del alimento al envase y Migración que es la transmisión de aditivos, residuos, tintas y solventes del envase al producto o al entorno.
- Temperaturas útiles de trabajo: condiciones de temperatura en las que se puede manipular y procesar el material.
- Características mecánicas: rigidez, resistencia al impacto, a la abrasión, elasticidad.

De León (2015) menciona que existen diferentes tipos de empaques y entre estos se encuentra el Film de Polipropileno Biorientado (BOPP), que tiene características de excelente permeabilidad al vapor de agua, buenas propiedades mecánicas, amplio rango de espesores, aspecto opaco (protección a la luz), barrera al oxígeno, alta resistencia y rigidez, ideal para aplicaciones de contacto directo con alimentos ya que no posee olor ni sabor que se traspase y además es usado en refrescos en polvo, café, té.

### **3. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. Descripción del Estudio**

El estudio se realizó de agosto 2015 a enero 2016 y se desarrolló en tres etapas. La primera consistió en la formulación y desarrollo de la bebida nutritiva instantánea, durante los meses de agosto y septiembre 2015 en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del CENTA (LTA-CENTA), San Andrés, La Libertad. Se seleccionó y preparó la materia prima, se formuló en diferentes proporciones hasta obtener una bebida aceptable sensorial, nutricional y económicamente, el aspecto nutricional se determinó en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de Ciencias Agronómicas (CCAA) de la Universidad de El Salvador (UES) y en el Laboratorio de Química Agrícola del CENTA. La segunda consistió en la evaluación sensorial a través de pruebas hedónicas, las cuales se realizaron con una muestra de estudiantes de Centros Escolares beneficiados con el PACSES en el departamento de San Salvador, efectuándose en el mes de octubre 2015. En la tercera se determinó la vida útil del producto, realizando diversos análisis en LTA CENTA, Laboratorio de Microbiología de la Facultad de CCAA de la UES y el Laboratorio de Control de Calidad de la Fundación Salvadoreña para el Desarrollo Económico y Social (FUSADES), en el periodo de noviembre 2015 a enero 2016.

#### **3.2. Procesamiento de granos a harinas**

Limpieza y selección de granos: se eliminó materia extraña (tierra, piedras, hojas, palos, entre otros) y se rechazaron granos picados y dañados. También se determinó el porcentaje de humedad.

Pesado: se realizó después de la inspección con la finalidad de determinar el rendimiento de grano a harina y costos de producción.

Lavado de grano: los granos de sorgo y soya se lavaron con agua potable para remover las impurezas y se descartaron los granos flotantes por ser de baja calidad. Los granos de arroz no se sometieron a este paso para evitar la pérdida de las vitaminas del grupo B.

Desinfección: se sumergieron los granos en solución de hipoclorito de sodio a 200 partes por millón (ppm) durante cinco minutos luego se enjuagó con agua hervida para retirar la solución desinfectante.

Blanqueo del grano de soya: se hizo una solución al 0.5% de bicarbonato de sodio a temperatura de 95°C en la que se agregó el grano y se mantuvo en cocción durante 10 minutos.

Descascarado: por fricción manual de los granos de soya se desprendió la cascara y se eliminó completamente por decantación y lavados sucesivos.

Tostado de granos: se realizó en un horno HOBART modelo CN85 a una temperatura de 145°C durante 60 minutos en esta etapa hubo cambio de color en el grano y desarrollo de aroma.

Molienda de granos: se utilizó el molino modelo Ewing CTI, en el que se hicieron 6 moliendas para obtener el tamaño de partícula deseado.

Tamizado de harinas: se utilizó un tamiz mesh 40 (0.4 mm) y posteriormente un tamiz mesh 60 (0.25 mm) para uniformizar el tamaño de partículas y garantizar que el 100% de la bebida nutritiva instantánea tuviera 0.25 mm.

Mezclado: se pesaron las harinas de acuerdo a los porcentajes de cada formulación y se mezclaron en bolsa plástica de 25 lb.

Las harinas se procesaron en tres lotes (Cuadro 2), en el primero se empacaron las harinas por separado en bolsas plásticas polietileno de 25 lb para utilizarlas en las formulaciones de bebidas. En el segundo y tercer lote se empacaron en bolsas de Film de Polipropileno Biorientado (BOPP) de doble capa metalizado para la protección contra la humedad, oxígeno y luz, en cantidades de 200 y 454 g de bebida. Para el sellado se utilizó una selladora Modelo: PFS-200 (Plastic Film Sealer).

Cuadro 2. Lotes de producción de harinas según las etapas de utilización durante la investigación

Lote	Etapas de utilización	Fechas de procesamiento de granos a harinas	Cantidad procesada en granos (libras)			Almacenamiento de harinas
			Arroz	Sorgo	Soya	
1	Desarrollo de la formulación	25 y 26 de ago 2015	5	5	5	Cuarto frío a 5 °C
2	Estudio de aceptación en los Centros Educativos	28 y 29 de sept 2015	3.20	6.51	5.11	Cuarto frío a 5 °C
3	Estudio de Vida útil y prueba de empaque	9 y 10 de nov 2015	5.96	10.66	7.20	Temperatura ambiente (25 a 30 °C)

Fuente: Elaboración propia

### 3.3. Formulaciones de las bebidas nutritivas instantáneas

Los parámetros que determinaron la formulación final fueron: nutricional considerando un aporte de proteínas y micronutrientes que son las principales deficiencias en los niños y que cumpliera parte de las RDD, además que el panel sensorial entrenado aprobaran las características sensoriales cualitativamente de la bebida nutritiva instantánea siendo el sabor, textura y olor los determinantes; en el costeo se buscó tener un producto menor a \$0.05 por ración de 32g de bebida nutritiva instantánea en polvo.

La Fórmula 1 se elaboró con 70% de cereales y 30% de leguminosas (Cuadro 3) basándose en los resultados de la investigación realizada por Bressani citado por Zambrano et al. (2013). También se calculó el aporte nutricional teórico tomando de referencia el componente nutricional de 100 g de porción comestible (Cuadro A-4) mediante las tablas del INCAP (2012) (Cuadro 4)

La Fórmula 1 se evaluó sensorialmente por siete investigadores del LTA-CENTA, la ración de bebida evaluada fue de 8 gramos reconstituida en 50 ml de agua a temperatura ambiente y una hoja de catación (Figura A- 1), la Fórmula presentó características organolépticas no aceptables por lo que se elaboró la Fórmula 2 (Cuadro 3), esta presentó mejores características organolépticas pero no las suficientes para ser aceptada. Se hizo una nueva reformulación de materias primas y se obtuvo la Fórmula 3 (Cuadro 3). Esta fue evaluada sensorialmente y tuvo buena aceptación, por lo que se prosiguió a calcular los componentes nutricionales teóricos y se comparó con los RDD.

Cuadro 3. Composición de las formulaciones

Materias primas	Fórmula 1 (%)	Fórmula 2 (%)	Fórmula 3 (%)
Harina de sorgo	50	40	40
Harina de soya	30	30	34
Harina de arroz	20	30	26

Fuente: Elaboración propia

Cuadro 4. Aporte nutricional teórico de la Fórmula 1

Micronutriente	Unidad	Aporte por ingrediente			Aporte de Fórmula 1
		Sorgo	Soya	Arroz	
Energía	kcal	136.80	83.20	108.00	328.00
Carbohidratos	g	30.52	6.03	23.80	60.35
Proteínas	g	3.52	7.30	1.98	12.80
Grasa	g	1.28	3.99	0.17	5.44
Fibra	g	2.52	1.86	0.00	4.38
Ceniza	g	0.68	0.97	0.17	1.83
Calcio	mg	7.60	55.40	2.70	65.70
Fósforo	mg	87.60	140.80	32.40	260.80
Hierro	mg	1.48	3.14	0.24	4.86
Potasio	mg	140.00	359.40	25.80	525.20
Zinc	mg	0.00	0.98	0.35	1.33
Magnesio	mg	0.00	56.00	10.50	66.50
Sodio	mg	2.40	0.40	0.30	3.10

Fuente: Elaboración propia

Se hizo un costeo del producto usando la Fórmula 3 considerando una producción diaria de 1000 unidades de 454 g de bebida nutritiva instantánea en polvo, los precios de los granos se obtuvieron del Informe Diario de Precios de Productos Agropecuarios que publica el MAG en la División de Estadísticas Agropecuarias: Área de Investigación de Precios de Mercado. Para el costo de producción se consideró el pago diario de la mano de obra basado en el salario mínimo. En los servicios de agua y energía eléctrica, se consideró la tarifa de establecimientos industriales de la Administración Nacional de Acueductos y Alcantarillados (ANDA) y la de AES EL SALVADOR respectivamente.

### 3.4. Estudio de Aceptabilidad

El día 30 de septiembre de 2015 en la oficina Departamental del MINED de San Salvador, se sostuvo una reunión con los encargados del programa PACSES y directores de los Centros Escolares donde se presentó la investigación y se planificaron fechas de visitas para realizar

las evaluaciones sensoriales de la bebida nutritiva instantánea mediante pruebas hedónicas de aceptación con la participación de estudiantes.

La selección de la muestra se efectuó mediante muestreo multietápico, el programa que se seleccionó para la muestra fue el PACSES trabajando en las escuelas del municipio de Apopa, del departamento de San Salvador, para el levantamiento de datos por afijación proporcional se dividió la muestra en los Centros Escolares y por afijación simple se determinó el número de estudiantes de cada nivel académico a evaluar y en los grados se seleccionó una muestra al azar (Cuadro 5).

Para el muestreo los estudiantes se trasladaron a un área (cafetería o aula) para que se focalizaran en la evaluación sin interferencias, se les dio a conocer el objetivo de la investigación y se instruyó para el llenado del instrumento de catación (Figura A-2) y la manera de degustar la bebida, consecutivamente se procedió con el siguiente grupo, el estudio se desarrolló de la misma forma en cada Centro Escolar.

Cuadro 5. Distribución de la muestra en los Centros Escolares

<b>Centros Escolares</b>	<b>Fecha visita</b>	<b>Muestra mínima/grado</b>	<b>Grados evaluados</b>	<b>Total niños</b>
Centro Escolar Benjamín Bloom	05 de oct. 2015	19	1°- 6°	117
Centro Escolar Caserío Suchinanguito	07 de oct. 2015	7	1°- 6°	42
Complejo Educativo Ingeniero Guillermo Borja Nathan	07 de oct. 2015	21	2°- 7°	127
Centro Escolar La Ponderosa	13 de oct. 2015	8	1°- 3° y 7°- 9°	59
			Total	345

Fuente: Elaboración propia

Del 14 de octubre al 6 de noviembre 2015 se tabularon los resultados de la prueba de aceptación en el programa SPSS Statistics versión 22, los datos ingresados al programa fueron: edad, grado y el valor asignado a la aceptación. Se elaboraron tablas resumen de estadísticas de la prueba y diagrama de cajas y bigotes, mientras que la comprobación de la prueba de cuantil se realizó manualmente debido a que el programa estadístico no puede ejecutar esta prueba.

Los datos generados en la investigación fueron de carácter binomial y no paramétricos, por lo que se analizarán mediante la prueba de cuantil en donde la hipótesis estadística que demostrara la aceptación de los estudiantes:

$H_0$ : cuantil 3 $\leq$ 3	En donde:	$H_0$ : hipótesis nula
$H_a$ : cuantil 3 $>$ 3		$H_a$ : hipótesis alterna
		3: Escala de aceptación de la bebida nutritiva instantánea (Me gusta)

Se rechaza  $H_0$  cuando  $T < t$  siendo:

$T$  = el número de pruebas con aceptación con odie, No me gusto e Indiferente

$t$  = valor de tablas o calculado. Debido a que tablas para datos binomiales existen hasta para un "n" de 20 y arriba de este valor se comportan los datos de una forma normal. Los datos se analizaron de una forma normal, mediante la ecuación (Conover1971):

$t_1 = np^* + w_{0.05} \sqrt{np^*(1-p^*)}$	Dónde:	$t_1$ : posición en donde se encuentran los datos de interés
		n: número de datos de estudio
		p: probabilidad
Donde:	$t = np^* + w_{0.05} \sqrt{np^*(1-p^*)}$	$w_{0.05}$ : región de tamaño crítico.

$$t = 345 * 0.25 + 1.645 \sqrt{345 * 0.25(1 - 0.75)} = 73.019$$

### 3.5. Análisis bromatológico

El análisis bromatológico fue realizado en el Laboratorio de Química Agrícola de la Facultad de CCAA de la UES y en el Laboratorio de Química Agrícola del CENTA, siguiendo las marchas del AOAC (1980); se tomó al azar una muestra de 200 g de bebida nutritiva instantánea, se determinó el porcentaje de humedad por el método gravimétrico, el análisis proximal de: proteínas, grasas, fibra cruda y ceniza, por el método Weende y por diferencia los carbohidratos. Los minerales: calcio, hierro, zinc, sodio, magnesio y potasio y fósforo se determinaron por el método de espectrometría de absorción atómica.

Para interpretar los datos del análisis bromatológico se utilizó la sección de Declaraciones de Propiedades Saludables del OSARTEC (2010), que menciona que el sustento técnico debe ser suficiente para demostrar el tipo de efecto que se declara y su relación con la salud y además, el estudio se eligieron las RDD desarrolladas por el INCAP para niños en edad escolar desde 7 años a 17.9 años para calcular el porcentaje del valor de referencia del nutriente (% VRN).

### 3.6. Metodología del estudio de vida útil

La prueba de vida útil se basó en la información de Yasufumi (2015) Manual para el desarrollo de las mercancías de los alimentos procesados locales para “Un Pueblo Un Producto”

#### 3.6.1. Periodo del estudio de vida útil de la bebida nutritiva instantánea.

Para definir el periodo de evaluación de la vida útil se consideró la investigación desarrollada por Valle (2016) que reporta que la bebida sorgo soya (proporción 1:1) tuvo una vida útil de 20 días. Además se conoce que en el PASE entrega bebida a los Centros Escolares cada 40 días aproximadamente.<sup>1</sup> Por lo que la bebida en estudio estará destinada a consumo rápido y con almacenamiento máximo de dos meses y también la bebida tener un 34% de soya se consideraron 60 días para el estudio de vida útil de la bebida desarrollada.

Para definir el periodo de evaluación de la vida útil criterio de Yasufumi (2015), se determinó en base a las consideraciones del Cuadro A.5 y además de la formula siguiente:

Periodo de evaluación de vida útil = Tiempo de vida estimado X Factor de seguridad

Dónde:

Tiempo de vida estimado: 60 días

Factor de seguridad: 1.3

60 días (Tiempo de vida estimada) X 1.3 (Factor de seguridad) = 78 días

#### 3.6.2. Condiciones de almacenamiento

Las condiciones de almacenamiento a las que se sometió la mezcla para el estudio fueron:

- Se empacó en bolsas metalizadas de polipropileno biorientado (BOPP).
- Se utilizó una caja de cartón corrugado como empaque secundario.
- Se almaceno en el LTA-CENTA a temperatura ambiente (26-30 °C aproximadamente).

#### 3.6.3. Parámetros evaluados para determinar la vida útil

El periodo teórico de la vida útil fue de 78 días, en el que se realizaron y planificaron los análisis sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos, que determinaron el tiempo de vida útil de la

---

<sup>1</sup> Santos Garzona, WA. 2015. PASE y bebida fortificada. (entrevista). San Salvador. SV. Jefatura de Asistencia técnica del PASE

bebida nutritiva, ya que uno de los indicadores sobrepaso el valor límite de aceptabilidad planteado.

#### **3.6.3.1. Análisis Sensorial**

Mediante evaluaciones sensoriales realizadas por un panel conformado por investigadores del LTA-CENTA, se midieron los cambios en las características organolépticas. En cada análisis se seleccionó al azar una bolsa de 200 g de bebida nutritiva instantánea, se pesaron 100 g de la bebida, 70 g de azúcar blanca y se disolvieron en 625 ml de agua a temperatura ambiente. A cada panelista se le entregó un instrumento para registrar las características organolépticas (Figura A-3) y 50 ml de bebida en un vaso transparente. La primera evaluación sensorial tuvo como objetivo que los panelistas conocieran y memorizaran las características del producto, ya que en ese momento todas sus cualidades organolépticas estaban en su nivel óptimo (puntuación 5). Tras obtener las evaluaciones sensoriales se promediaron y unificaron los datos obtenidos en un cuadro resumen. El estudio de la vida útil finalizó cuando en la evaluación sensorial se tuvo una puntuación menor o igual a 3 en los criterios de evaluación.

#### **3.6.3.2. Análisis fisicoquímico**

- **Actividad de agua (Aw):** Para el análisis se seleccionaron al azar tres bolsas de producto empacado, de cada bolsa se tomó una muestra para medir la Aw, se utilizó el equipo del LTA-CENTA: AQUALAB Dew Point Water Activity Meter 4TE, para reportar el resultado del análisis se seleccionó el valor más alto de las tres mediciones, y se compararon con el rango que recomienda AQUALAB para harinas (Figura A-4). Se efectuaron 7 análisis.
- **Contenido de humedad:** Para el análisis se seleccionó una bolsa al azar y se determinó la humedad por método gravimétrico en el LTA-CENTA, efectuando el análisis por triplicado, se promedió para reportar el resultado.
- **Índice de peróxido:** se seleccionaron al azar dos bolsas de 200 g y su análisis se realizó en el Laboratorio de Control de FUSADES, este se efectuó al inicio y al final del estudio de vida útil.

#### **3.6.3.3. Análisis microbiológico**

En el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de CCAA de la UES, se realizaron los análisis para cumplir con los parámetros microbiológicos que son de rigor por el RTCA 67.04.50:08: Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. En los que se encuentran:

Recuento Total de Coliformes por el método del Número Más Probable (NMP) y determinación de presencia o ausencia de *Salmonella* en Agar *Salmonella-Shigella*. Adicionalmente para corroborar las buenas prácticas de manufactura (BPM) se determinó *Staphilococcus aureus* en Baird-Parker Agar, además para conocer las condiciones ambientales de preservación se determinó: hongos y levaduras en PDA con ácido láctico, en las semanas: primera, quinta y decima segunda. Para esta actividad se tomaron dos bolsas de 200 g en cada fecha programada.

### 3.7. Prueba de empaque

El 26 de enero 2016 se realizó la prueba de empaque en el Centro Regional de Empaque y Embalaje de Centroamérica y Panamá (CEDIECAP) en la UES, el análisis se realizó en duplicado, para la prueba se utilizó cuatro bolsas de 454 g de bebida nutritiva instantánea en empaque tipo BOPP, se identificaron dos bolsas con la letra “A” en la parte lisa y dos con la letra “B” al lado del cierre longitudinal de los empaques (Figura A-5), se utilizó el equipo para prueba de caída modelo PDT-56-ED marca Lansmont Corporation a presión de 60 psi, las bolsas se colocaron a una altura de 96.5 cm del suelo y se dejó caer, verificando posteriormente las condiciones del empaque.

Cuadro 6. Programación de análisis para vida útil

Análisis	Semanas												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Análisis bromatológico													
Análisis sensorial													
Actividad de agua (Aw)													
Humedad													
Índice de peróxidos													
Análisis microbiológicos													
Pruebas de empaque													

Fuente: Elaboración propia

## **4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

En la formulación de la bebida se consideró aspectos sensoriales, nutricional y económicos para determinar la fórmula final de 40% sorgo, 34% soya y 26% arroz. La bebida nutritiva instantánea fue aceptada por los estudiantes de los Centros Escolares PACSES del municipio de Apopa, Sansalvador, para determinar la fecha de caducidad del producto se sometió a un estudio de vida útil en donde se fijó en 71 días.

### **4.1. Rendimiento de granos a harina**

Durante la elaboración de las harinas se llevó un registro o control de las mermas de materia prima con el objetivo de calcular el rendimiento. Los rendimientos en harina obtenidos fueron: soya 74%, sorgo 76% y arroz 78%. En promedio hubo 25% de residuos a excepción de la soya a la que se le eliminó la cascarilla.

Los rendimientos de harinas obtenidos en la investigación varían desde 74% a 78%, en el molino modelo Ewing CTI. Estos se consideran de buen rendimiento molinero, comparados con los resultados obtenidos por House (2006) en donde los promedios varían de 70% a 75% en cereales trigo y arroz.

### **4.2. Formulación de la bebida nutritiva instantánea.**

La porción de bebida nutritiva instantánea es de 32 g diluida en 200 ml de agua, recomendando agregar 23 g de azúcar para que la bebida tenga 12 °Brix. La porción de bebida es menor en relación a otras bebidas semejantes, como la desarrollada por Inestroza (2003), la porción de bebida es de 82.37 gramos (incluyendo edulcorante).

Evaluando la Fórmula 1 sensorialmente presentó baja aceptación en cuanto a consistencia, y se percibió arenosa al paladar debido a que la formulación tenía 50% de sorgo, este grano tiene la característica de ser más duro en relación a los otros ingredientes

Para superar el problema en la Fórmula 2 se elaboró los porcentajes: 40% sorgo, 30% arroz y 30% soya. Se evaluó sensorialmente mejorando ligeramente la consistencia arenosa, sin embargo se percibió disminución en el sabor con respecto a la Fórmula 1.

La Fórmula 3 fue aceptada sensorialmente de forma cualitativa por los panelistas, de manera nutricional alcanzo del 10 al 15% de las RDD para niños y adolescentes, y el costeo del producto fue inferior a \$0.05 por ración de bebida nutritiva instantánea en polvo fijándose La

porción de bebida nutritiva instantánea es de 32 g diluida en 200 ml de agua, recomendando agregar 23 g de azúcar para que la bebida alcance 12 ° Brix.

El costo del producto dio como resultado que 450 g equivale a \$0.504 y la ración de 32g \$0.036, tomando en cuenta solo el costo de las materias primas, la mano de obra y el servicio de agua y energía eléctrica utilizado en la elaboración de las harinas. (Cuadro A-6).

### 4.3. Estudio de Aceptación en Centros Escolares

La aceptación de la bebida nutritiva instantánea obtenida en se resume en el Cuadro 7

Cuadro 7. Aceptación de la bebida nutritiva instantánea en Centros Escolares.

Parámetros de la escala hedónica	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Odié	9	2.6	2.6
No me gustó	11	3.2	5.8
Indiferente	19	5.5	11.3
Me gustó	83	24.1	35.4
Me encantó	223	64.6	100.0
Total	345	100.0	

Fuente: Elaboración propia

El Cuadro 7 muestra que la aceptación de la bebida es de 88.7% (en los parámetros: Me gustó 24.1% y Me encantó 64.6%) lo que manifiesta que la bebida nutritiva instantánea tiene una amplia aceptación por los estudiantes, como dato comparativo de aceptación este porcentaje obtenido es mucho mayor que el reportado por Cerezal Mezquita *et al* (2011) en un estudio aceptación en el desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quínoa para la dieta de preescolares que fue de 80% para la formula A y de 40% para la formula B, en el que se utilizó la escala hedónica facial, este resultado respalda la amplia aceptación de la bebida nutritiva instantánea. En los datos del cuadro 7 al 5.8% no les agrado la bebida (en los parámetros: Odié 2.6% y No me gustó 3.2%), y el 5.5% (parámetro Indiferente) no la aceptan ni la rechazan, por lo que se puede decir que el 94.2% de escolares no tienen inconveniente en consumir la bebida.

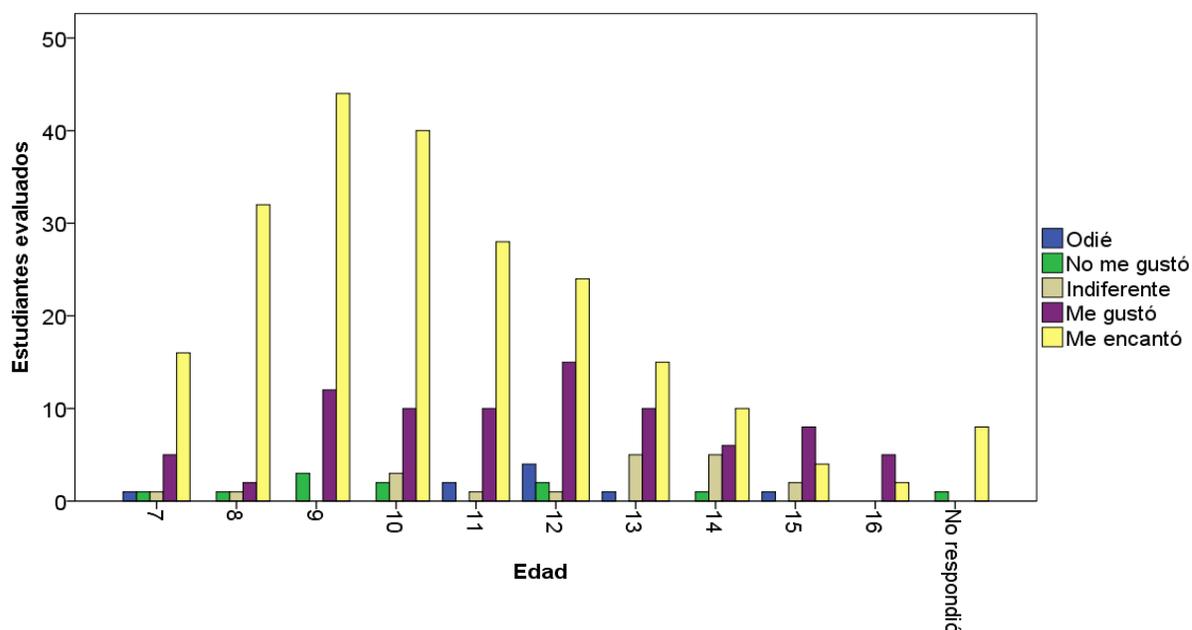


Figura 1. Comportamiento de la aceptación de la bebida nutritiva por estudiantes (Cuadro A-7)

La Figura 1 muestra que la mayoría de la población de estudiantes entre siete a catorce años, al igual que los que no registraron la edad, respondieron “Me encantó” la bebida. Los estudiantes de quince a dieciséis años respondieron en su mayoría “Me gustó” la bebida y en menor medida Me encantó. Los que respondieron que la bebida le es “Indiferente” tienen el valor más alto alcanzado para las edades de trece y catorce años, aunque sigue estando en el tercer lugar de la aceptación para estas edades. Con respecto al parámetro “No me gustó”, este es mucho menor comparado con los que aceptaron la bebida, no hay valoraciones de “No me gustó” para las edades de once, trece, quince y dieciséis años. Las edades en donde los estudiantes respondieron que Odié la bebida son para siete, once, doce, trece y quince, el porcentaje más alto se presentó a los doce años.

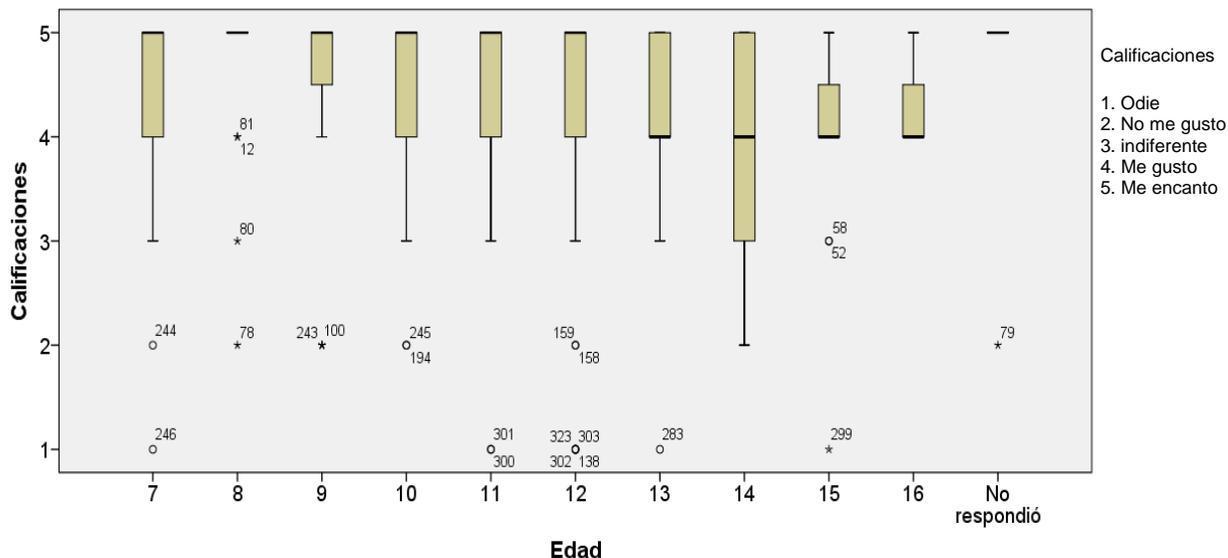


Figura 2. Diagrama de caja y bigotes del comportamiento de aceptación de la bebida

La Figura 2 muestra que para ocho y nueve años además de los que no registraron la edad el cuantil tres es cinco, lo que quiere decir que más del 75% obtuvo una calificación de cinco, para las edades de siete, diez, once, doce, trece, quince y dieciséis años, el cuantil uno está debajo de cuatro lo que quiere decir que el 25% de los datos obtuvo una calificación menor a cuatro, en cuanto a la edad de catorce años el cuantil tres es la calificación de tres lo que indica que el 75% de las evaluaciones está en los parámetros “Indiferente”, “Me gustó” y “Me encantó”. La mediana fue de cinco para las edades de siete a doce años junto a los que no respondieron la edad, y para las edades de trece a dieciséis años la mediana fue de cuatro.

#### 4.3.1. Prueba del cuantil

Siendo las Hipótesis

$$H_0: \text{cuantil } 3 \leq 3 \quad H_a: \text{cuantil } 3 > 3$$

Se rechaza  $H_0$  si  $T < t$

Sustituyendo tenemos  $39 < 73.019$  por lo tanto se rechaza  $H_0$  y se acepta  $H_a$  lo que quiere decir que el 75% de los valores de aceptación son mayores a tres (“Me gustó” y “Me encantó”), demostrando así que la bebida nutritiva instantánea es aceptada por los estudiantes.

#### 4.4. Análisis bromatológico

##### 4.4.1. Aporte nutricional de la bebida desarrollada para niños (7-10 años).

Comparando los resultados bromatológicos (Figura A-6 a Figura A-8) con las RDD y siguiendo los lineamientos del anexo del RTCA 67.01.60:10: Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, la bebida nutritiva instantánea es excelente fuente de proteínas, fósforo, potasio y zinc, ya que contiene dos veces los valores para fuente categorizados por el anexo (Cuadro A-8). Además es fuente de hierro, magnesio y calcio ya que contiene no menos del 10% del VRN (Recomendaciones Dietéticas Diarias) por 100 g de producto (Cuadro 8).

Cuadro 8. Aporte nutricional de la bebida para niños de 7 a 10 años

Nutriente	Unidad	Resultados bromatológicos de la bebida (100 g)	RDD promedio para niños de 7-10 años	RDD aportados en 100 g de bebida	RDD aportados en 32 g de bebida
Energía	Kcal	344	1725	19.92%	6.37%
Carbohidratos	g	55	350	15.71%	5.03%
Proteínas	g	22.58	31	72.84%	23.31%
Grasa	g	9.51	67	14.18%	4.54%
Fibra	g	14.4	24	-	-
Ceniza	g	2.53	-	-	-
Calcio	mg	120.53	700	17.22%	5.51%
Fósforo	mg	450	700	64.29%	20.57%
Hierro	mg	3.42	13.2	25.91%	8.29%
Potasio	mg	1867	4150	44.99%	14.40%
Zinc	mg	3.07	7.1	43.24%	13.84%
Magnesio	mg	23.75	150	15.83%	5.07%
Sodio	mg	45.7	1350	3.39%	1.08%

Fuente: Elaboración propia

La bebida por ser excelente fuente de proteína provee energía al cuerpo y además sirve para sintetizar proteínas corporales, péptidos, ácidos nucleicos y creatina. El fósforo y el calcio se encuentran en los huesos y dientes, en una proporción de 1 a 2 respecto al calcio. Estos nutrientes son importantes en la dieta de los niños ya que estos se encuentran en crecimiento y necesitan adquirir cantidades significativas para desarrollarse adecuadamente.

En cambio el potasio es el principal ion del interior de las células, el 98% de este elemento corporal se encuentra en ellas. Las funciones principales del sodio son regular la distribución

del agua en el cuerpo, participar en la transmisión de los impulsos nerviosos de las neuronas y posibilitar las contracciones musculares.

El zinc interviene en procesos bioquímicos esenciales en la vida, entre ellos: la respiración celular, la utilización de oxígeno por parte de la célula, la reproducción de ADN y ARN, el mantenimiento de la integridad de la membrana celular y la eliminación de radicales libres. Es por ello que el zinc a pesar de ser un micronutriente es muy necesario en la dieta de los niños.

El 65% del hierro se encuentra en la hemoglobina, cuya función principal es la de transportar oxígeno a todo el cuerpo; el resto se encuentra en enzimas y mioglobinas. Este mineral juega un papel fundamental en numerosas reacciones enzimáticas esenciales para la vida, que incluyen los procesos biocinéticos mediados por el complejo Mg-ATP, la transferencia de grupos fosfatos en la oxidación de ácidos, y la síntesis y degradación del ADN. La deficiencia de hierro es la principal causa de anemia nutricional en niños y adultos.

Para la población de 10 a 17.9 años los RDD (Cuadro 9) son cubiertos en menor proporción, ya que los adolescentes demandan más nutrientes. Sin embargo el producto sigue siendo fuente de proteínas, fósforo, hierro, potasio, zinc y extra calcio.

Cuadro 9. Aporte nutricional de la bebida para niños de 10 a 17.9 años

<b>Nutriente</b>	<b>Unidad</b>	<b>Resultados bromatológicos de la bebida (100 g)</b>	<b>RDD promedio para niños de 10-17.9 años</b>	<b>RDD cubiertos en 100 g de bebida</b>	<b>RDD cubiertos en 32 g de bebida</b>
Energía	Kcal	334	2613	13.15%	4.21%
Carbohidratos	g	55	350	15.71%	5.03%
Proteínas	g	22.58	56	40.32%	12.90%
Grasa	g	9.51	102	9.36%	2.99%
Fibra	g	14.4	24	-	-
Ceniza	g	2.53	-	-	-
Calcio	mg	120.53	1200	10.04%	3.21%
Fósforo	mg	450	950	47.37%	15.16%
Hierro	mg	3.42	16	21.38%	6.84%
Potasio	mg	1867	4700	39.72%	12.71%
Zinc	mg	3.07	16	19.19%	6.14%
Magnesio	mg	23.75	289	8.22%	2.63%
Sodio	mg	45.7	1500	3.05%	0.97%

Fuente: Elaboración propia

#### 4.5. Estudio de vida útil

El periodo de estudio de vida útil se estimó teóricamente en 78 días, en el estudio se evaluaron los parámetros sensoriales, fisicoquímicos y microbiológicos. Se determinó la vida útil en 71 días porque a esta fechas los parámetros evaluados aún tenían la calidad requerida del producto.

##### 4.5.1. Parámetros evaluados

##### 4.5.1.1. Análisis Sensorial

Las características organolépticas en el estudio de vida útil de la bebida (0 a 79 días) disminuyeron en el transcurso del tiempo. Estas perdieron la calidad necesaria en la evaluación del día 79 (Cuadro 10) porque tuvieron puntuaciones menores a tres en la escala del 1 al 5.

Cuadro 10. Resultado de la evaluación sensorial durante el estudio de vida útil

<b>Características</b> \ <b>Día</b>	<b>0</b>	<b>24</b>	<b>34</b>	<b>57</b>	<b>64</b>	<b>71</b>	<b>79</b>
Sabor	4.80	4.25	4.17	3.83	3.33	3.40	2.87
Olor	5.00	4.50	4.00	3.67	3.50	3.20	2.67
Apariencia	5.00	4.50	4.83	4.00	3.67	3.80	2.83
Textura	5.00	4.00	4.33	4.17	3.67	3.60	2.83
Calidad total	5.00	4.50	4.17	3.38	3.50	3.60	2.83

Fuente: Elaboración propia

Los panelistas expresaron que disminuyó notablemente la intensidad del olor y sabor en comparación con el producto inicial. Además, que la textura (consistencia) cambió levemente percibiendo cambios de viscosidad y la apariencia ya que hubo formación de espuma y disminución del color, debido a la degradación enzimática que la bebida tuvo durante su almacenamiento, lo que generó la pérdida de la calidad total de la bebida.

##### 4.5.1.2. Análisis fisicoquímico

- **Actividad de agua (Aw):**

Los resultados de Aw obtenidos son mucho más bajos que el rango establecido por AQUALAB para harinas que es de 0.4 a 0.5, este rango corresponde a los valores más bajos de Aw para inhibir la proliferación microbiana. En el análisis se tuvo una mínima variación en un periodo de 79 días (Figura 3), los valores se encuentran entre 0.19 a 0.22 entre los 0 a 71 días y en la lectura del día 79 se obtuvo el valor más alto de 0.29 en la bebida (Cuadro A-9), de acuerdo

Martínez y Zambrano (2011) es por su composición, algunas estructuras o moléculas retienen más agua que otras.

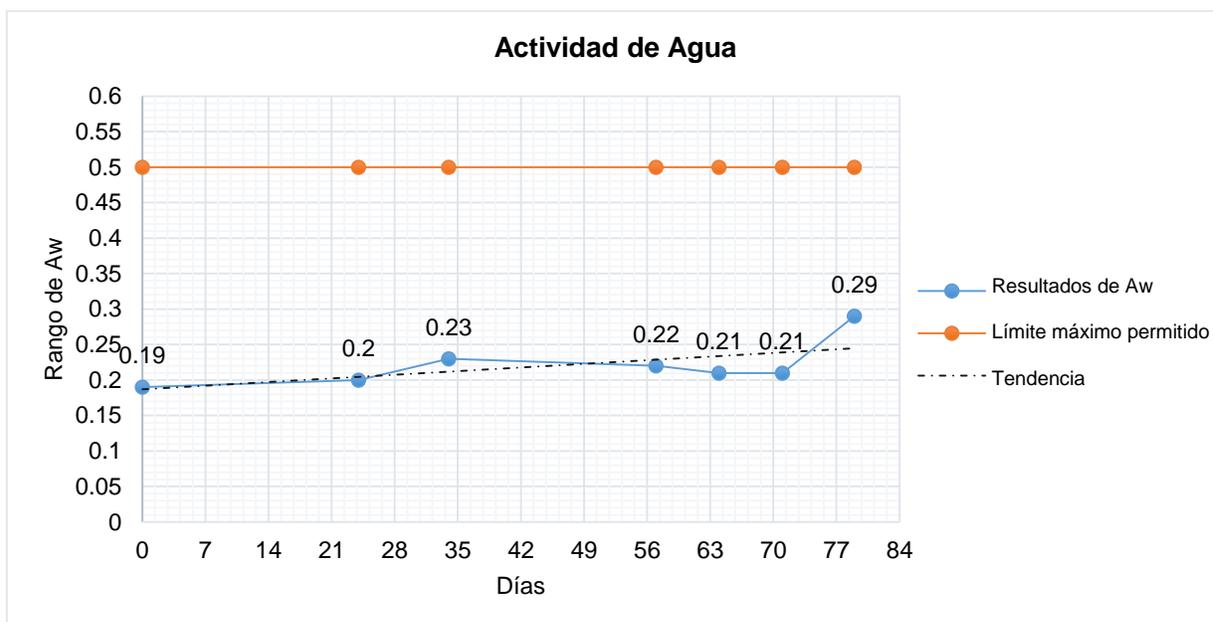


Figura 3. Resultados de Aw en el estudio de vida útil

- **Porcentaje de humedad:**

La Figura 4 se muestra el resultado del contenido de humedad que presentó la bebida nutritiva se obtuvo el valor más alto en promedio de 4.56% (Cuadro A-10). Este valor está por debajo del permitido ya que la cantidad de agua puede influir cuando se encuentra sobre el límite máximo permisible que según la Norma Salvadoreña (NSO) para Harinas es de 14%, ya que afecta en gran medida al deterioro del alimento, si no se conservan de forma adecuada.

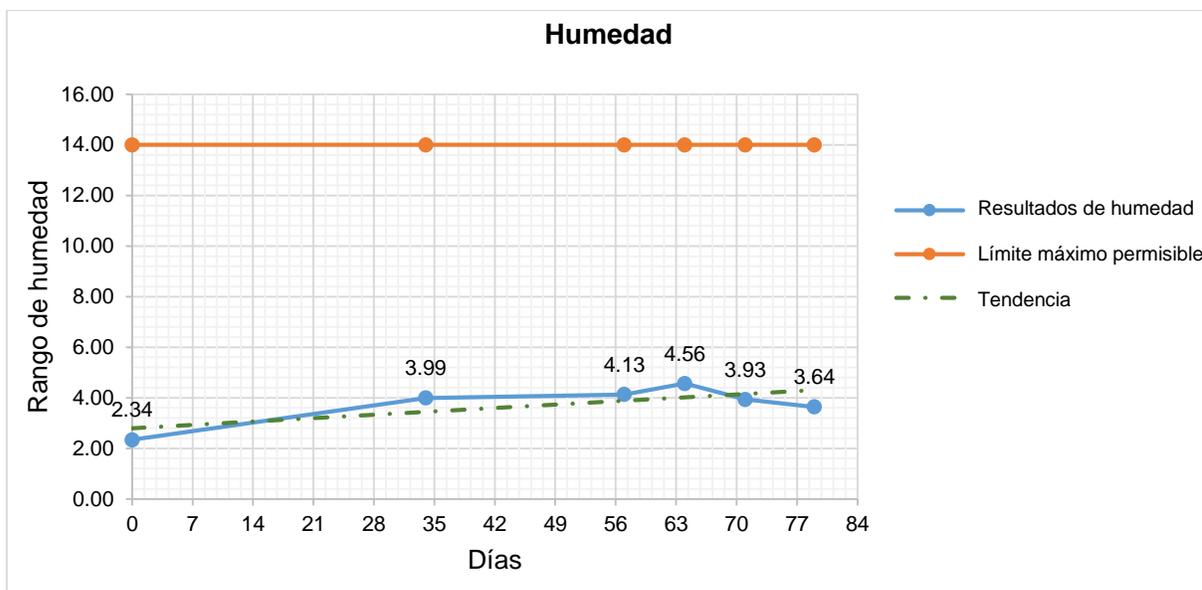


Figura 4. Resultados de humedad en la vida útil

Los valores promedios de humedad obtenidos se pueden comparar con el de Guzmán y López (2015) que obtuvieron un promedio de 6.59 de humedad en harina compuesta, además que mencionan que la humedad se utiliza como factor de calidad permitiendo inferir sobre la vida de anaquel del producto.

- **Índice de peróxido:**

El resultado obtenido al día 1 del estudio de vida útil fue de 11.85 meq/Kg de muestra (Figura A-18) y al finalizar fue de 18 meq/Kg muestra (Figura A-19), por lo que se alcanzó un aumento de 6.15 meq/Kg, lo cual no es suficiente para percibir rancidez en el producto, esto concuerda con Reyes (2007) donde menciona que la formación de peróxidos es baja durante el período inicial, pero puede variar en unas pocas semanas o meses, de acuerdo al aceite o grasa en particular, del mismo modo que el producto tienen un sabor a rancidez cuando el valor de peróxidos está entre 20 y 40 meq/Kg de grasa. Lo cual fue demostrado en los resultados de la evaluación sensorial, ya que ningún panelista reportó percibir sabor y olor rancio en la bebida.

El incremento de 6.15 meq/Kg se debe principalmente a que el contenido de grasas en la bebida nutritiva instantánea es principalmente aportada por la soya, ya que en el análisis de extracto etéreo se demostró que tiene 22.92% de grasas y es la responsable de aportar el 83.79% de la grasa a la pre mezcla de la bebida, el 16.14% lo aporta el sorgo y solo el 0.07% el arroz (Cuadro A-11).

En el Cuadro A-12 muestra la naturaleza de los ácidos grasos en el aceite de soya, en el que se observa que el 83.3% de los ácidos grasos son insaturados de estos el 22.6% son monoinsaturados (ácido linoléico con 23.9%) y el 61.2% poliinsaturados (ácido oleico con 49.7%). Los ácidos grasos insaturados por su naturaleza química son menos estables que los ácidos saturados, por lo que sufren más rápida la oxidación. Se analizó que las variables que más influyeron en la oxidación de las grasas durante el estudio de vida útil de la bebida nutritiva instantánea, fueron la concentración de oxígeno dentro el empaque y la naturaleza de los ácidos grasos, entre otros (Cuadro 11).

Cuadro 11. Variables que influyen en la oxidación lipídica

<b>Variables</b>	<b>Condiciones de almacenamiento de la bebida</b>
Concentración del oxígeno	La bebida fue empacada en bolsas BOPP que ofrece gran barrera contra el oxígeno, se sellaron las bolsas con equipo de uso casero y no fue empacado al vacío.
Temperatura	La temperatura fue a temperatura ambiente, entre 25-30°C.
Energía radiante	El empaque BOPP ofrece excelente barrera contra la luz, además las bolsas se almacenaron en una bolsa de cartón.
Composición en ácidos grasos	El 83.3% de los ácidos grasos son insaturados. Los que se encuentran en mayor cantidad son el linoléico y el oleico.
Componentes menores	El producto no cuenta con antioxidantes extra a los que contiene naturalmente. Además es fuente de minerales metálicos como el magnesio, potasio, hierro y cinc

Fuente: elaboración propia

#### **4.5.1.3. Análisis microbiológico**

El producto mantuvo su inocuidad microbiológica durante el estudio de vida útil (Figura A-9 a Figura A-17) cumpliendo los criterios de microbiológicos para vigilancia por el RTCA 67.04.50:08 y los criterios evaluados para verificar la implementación correcta de las BPM utilizando la NORMA SANITARIA N° 615-2003 y NSO 67.03.02:08 (ver cuadro 12).

Cuadro 12. Resultados microbiológicos en el estudio de vida útil

Análisis	Día			Criterios de comparación	
	0	30	79		
<i>E. coli</i> (NMP/g)	<3	<3	<3	<3	RTCA 67.04.50:08
<i>Salmonella</i> sp. /25 g	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	RTCA 67.04.50:08
<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	0	0	0	100	NORMA SANITARIA N° 615-2003
Hongos y levaduras (UFC/g)	1	1	2	100	NSO 67.03.02:08

Fuente: Elaboración propia

#### 4.6. Prueba de empaque

La prueba de caída aplicada al empaque BOPP dio como resultado que del lado A una de las bolsas mantuvo la integridad del empaque y otra presentó rotura en el sellado, para el lado B las dos bolsas presentaron roturas en el sellado y la base, razón por la cual el empaque evaluado no pasó la prueba, lo cual no garantiza la protección del producto a caídas durante la manipulación.

## 5. CONCLUSIONES

La bebida nutritiva instantánea desarrollada en base a 40% sorgo, 26% arroz y 34% soya, tuvo una aceptación del 88.7% y se considera una excelente fuente de proteínas y minerales; y accesible al consumidor a un costo de \$0.036 por ración de 32 g.

El análisis sensorial determinó que el tiempo de vida útil de la bebida nutritiva fue de 71 días ya que a los 79 días las características organolépticas obtuvieron calificaciones menores a tres puntos.

Los valores de humedad y actividad de agua obtenidos durante el estudio de vida útil se encontraron por debajo de los límites máximos permitidos, lo que inhibió el desarrollo de microorganismos, reacciones químicas y enzimáticas no deseadas.

Los resultados del análisis microbiológico durante el estudio de vida útil de la bebida demuestran que cumplen con la normativa y que no constituye un riesgo para la salud al ser consumida.

El incremento en el índice de peróxido en relación al valor inicial no fue significativamente determinante para percibir rancidez y afectar la vida útil de la bebida.

Durante el estudio de vida útil la bebida nutritiva instantánea, el empaque indicó ser una excelente alternativa para conservar las características fisicoquímicas y microbiológicas del producto; no así para su manipulación ya que no superó la prueba de caída.

## **6. RECOMENDACIONES**

Evaluar la factibilidad técnica y económica de producción industrial de la bebida nutritiva instantánea desarrollada en el estudio.

Evaluar otros empaques a fin de garantizar la conservación y manipulación de la bebida.

Realizar pruebas con otras variedades de granos con el fin de determinar si existen variaciones significativas en aspectos económicos, organolépticos y nutricionales.

Realizar un estudio de aceptación de la bebida con estudiantes de cuatro a seis años.

Determinar la viabilidad del uso de la formulación para elaborar productos tales como: atole, poleadas, galletas, entre otros.

## 7. BIBLIOGRAFIA

**Alvarado, JA. sf.** Situación de salud infantil en El Salvador (en línea). El Salvador. Consultado: 19 sept. 2014. Disponible en: [http://www.uca.edu.sv/boletines/upload\\_w/file/boletines/4fff2f487e6b0situacion.pdf](http://www.uca.edu.sv/boletines/upload_w/file/boletines/4fff2f487e6b0situacion.pdf)

**Alvarado, L. 2009.** Obtención de harina de yuca para el desarrollo de productos dulces destinados para la alimentación de celíacos (en línea). Consultado: 15 ene. 2015. Disponible en: [http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D\\_Tesis\\_PDF/D-39364.pdf](http://www.cib.espol.edu.ec/Digipath/D_Tesis_PDF/D-39364.pdf)

**Álvarez, SM; Zapico, J; Aguilar Carrazedo, JA. 2008.** Adaptación de la escala hedónica facial para medir preferencias alimentarias de alumnos de pre-escolar (en línea). Consultado: 13 oct. 2015. Disponible en: <http://www.scielo.cl/pdf/rchnut/v35n1/art05.pdf>

**AQUALAB, Sf.** Actividad de agua en alimentos. La actividad de agua (Aw). Consultado: 20 ene. 2016. Disponible en: <https://avdiaz.files.wordpress.com/2008/09/actividad-del-agua.pdf>

**Ballat, M. 2014.** Desarrollo de un producto de panificación mediante harina compuesta de trigo, mandioca y soja (en línea). Consultado: 7 de feb. 2016. Disponible en: [http://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/13723/Marcos\\_Ballat%20TyC%20-IAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://academica-e.unavarra.es/xmlui/bitstream/handle/2454/13723/Marcos_Ballat%20TyC%20-IAA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

**Banco Mundial, sf.** Nutrición de un vistazo El Salvador (en línea). Consultado: 26 jul. 2015. Disponible en: <http://siteresources.worldbank.org/NUTRITION/Resources/281846-1271963823772/EISalvadorSPA91311web.pdf>

**Berg, A. 1983.** Estudios Sobre nutrición. Su importancia en el desarrollo socioeconómico. Editorial: Limusa. México.

**Bustos Bejarano, I; Paiz Salgado, MA. 2009.** Evaluación sensorial de tres líneas de frijoles: MID 395, MID 396 y MID 397 (en línea). Nicaragua. Consultado: 7 jun. 2015. Disponible en: [http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos\\_ciat/TESIS\\_FRIJOL\\_FINAL\\_25octubre2009.pdf](http://ciat-library.ciat.cgiar.org/articulos_ciat/TESIS_FRIJOL_FINAL_25octubre2009.pdf)

**Casellas, L. 2010.** Evaluación del análisis fisicoquímico del banano común (*Musa sapientum* L) transformado por acción de la levadura *Candida guilliermondii* (en línea). Consultado: 23 ene. 2016. Disponible en: <http://www.javeriana.edu.co/biblos/tesis/ciencias/tesis605.pdf>

**Cerezal, P; Acosta, E; Rojas, G; Romero, N; Arcos, R. 2011.** Desarrollo de una bebida de alto contenido proteico a partir de algarrobo, lupino y quínoa para la dieta de preescolares (en

línea). Chile. Consultado: 26 feb. 2016. Disponible en: [http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/30\\_original\\_19.pdf](http://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/30_original_19.pdf)

**Conover, WJ. 1971.** Practical Nonparametric Statistics. Kansas State University. Estados Unidos. 305 p.

**Cosstell, E. 2001.** La aceptabilidad de los alimentos: nutrición y placer. (En línea). Consultado el 22 oct. de 2014. Disponible en: [arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/viewFile/823/83](http://arbor.revistas.csic.es/index.php/arbor/article/viewFile/823/83)

**De la Paz, V. 2012.** Obtención y Optimización de la Mezcla para una Bebida Instantánea Dirigida a un Programa de Alimentación Escolar (en línea). Ecuador. Consultado: 09 de ene. 2016. Disponible en: <https://www.dspace.espol.edu.ec/retrieve/90042/D-79704.pdf>

**De Orellana, H; De Hidalgo, C; Parada, L; Menjivar, m; Henríquez, J; Ortega, D; Aguilar, S; Beltrán, J; Alfaro, C; Ramos, R; Merino, G; Corvera, R; Reyes, C; Castillo, E. 2009.** Norma Salvadoreña NSO 67.03.02:08: Harinas. Harina de maíz nixtamalizado.

**Delegación de la Unión Europea en El Salvador. 2011.** Unión Europea suscribe con El Salvador convenios de cooperación por 48.4 millones de euros (14/11/2011) (en línea). Consultado el 06 abr. de 2015. Disponible en: [eeas.europa.eu/delegations/el\\_salvador/press\\_corner/all\\_news/news/2011/20111114\\_es.htm](http://eeas.europa.eu/delegations/el_salvador/press_corner/all_news/news/2011/20111114_es.htm)

**Días, JP; Santana, JA. 2009.** Cuantificación de hierro, zinc, calcio y vitamina “A” en leche de soya en polvo, de tres marcas comercializadas en los alrededores del centro urbano “José Simeón Cañas”. Lic. Química y Farmacia. San Salvador, SV. Universidad de El Salvador. 137p.

**Enriquez, R. Vilcapoma, D, 2012.** Evaluación de vida útil en anaquel de tres variedades de maíz (Zea mays l.) nativo tostado y envasado en tres tipos de envases (en línea). Perú. Consultado: 12 de mar. 2016. Disponible en: <http://cip.org.pe/imagenes/temp/tesis/43828448.pdf>

**EUFIC (Consejo Europeo de Información sobre la Alimentación). 2016.** Nutrición en niños y adolescentes (en línea). Consultado: 22 de feb. 2016. Disponible en: <http://www.eufic.org/article/es/page/barchive/expid/basics-nutricion-ninos-adolescentes/>

**FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 2010.** El derecho a la alimentación adecuada. Edit: Oficina de alto comisionado de las Naciones Unidas para los Derechos Humanos. Ginebra. 58 p. (Folleto informativo N° 34)

\_\_\_\_\_. **2016**. Alimentación escolar (en línea). Consultado: 22 de feb. 2016. Disponible en: <http://www.fao.org/school-food/es/>

**Farret, P; Medrano, N; Morataya, N; Pérez, S; Hernández, O. 2015**. Diez años de implementación de las directrices voluntarias del derecho de la alimentación: un proceso de apuestas estratégicas construcción de capacidades. FAO. San Salvador, ES. 23 p

**Fernández, D. sf. ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS** (en línea). Consultado el 24 abr 2015. Disponible en: [dcfernandezmudc.tripod.com](http://dcfernandezmudc.tripod.com)

**Fundación REDES (Fundación Salvadoreña para la Reconstrucción y el Desarrollo, SV). 2013**. Apoyo a la Agricultura Campesina: más allá de la alimentación escolar (en línea). Consultado 20 sep. 2014. Disponible en: [http://www.redes.org.sv/media/uploads/xinaloani\\_4.pdf](http://www.redes.org.sv/media/uploads/xinaloani_4.pdf)

**Gómez Aguilar, MA. 2007**. Determinación de las concentraciones de antimicrobianos en cuajada de soya (TOFU), para la prolongación de la vida de anaquel bajo condiciones de refrigeración (en línea). México. Consultado 10 de mar. 2016. Disponible en: [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/gomez\\_a\\_ma/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/gomez_a_ma/)

**Graciame Constante, E. 2006**. Los aceites y grasas: Composición y propiedades. España. Mundi-Prensa. 316 p.

**Guerra Garcés, M; Darías González, M; Penichet Cortiza, M; Saucedo Castillo, O. 2009**. El sorgo en la alimentación de niños celíacos: una alternativa, en Contribuciones a las Ciencias Sociales (en línea). Consultado 9 sep. 2014. Disponible en: <http://www.eumed.net/rev/cccss/04/cgcg.htm>

**Guzmán, MP; López, PG. 2015**. Propuesta de formulación de galletas elaboradas con harina compuesta de *amaranthus cruentus* (amaranto) y *sorghum bicolor l.* (sorgo). Lic. En Química y Farmacia. San Salvador, ES. Universidad de El Salvador. 143 p.

**House, Frank. 2006**. Agricultural programs, terms and laws (en línea). Consultado 03 abr 2016. Disponible en: <https://goo.gl/6arO8f>

**INCAP (Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá). 2012a**. Recomendaciones Dietéticas Diarias del INCAP. Guatemala.

\_\_\_\_\_. **2012b.** Tabla de composición de alimentos de Centroamérica. Ed. MT, Menchú; H, Méndez. 3 ed. Guatemala. INCAP. 137 p.

**Inestroza, BS. 2003.** Desarrollo y evaluación de una bebida nutricional instantánea para niños en edad escolar. Tesis Lic. Ing. Aig. Honduras. Zamorano. 40 p.

**Mandeville, PB. 2010.** Tema 22: Muestreo multietápico (en línea). Consultado 26 nov. 2015. Disponible en: <http://www.redalyc.org/pdf/402/40211897016.pdf>

**Martínez, S; Zambrano, T. 2011.** Elaboración de un suplemento proteico en polvo, a base de harina de chocho (*Lupinusmutabilissweet*), quinua (*Chenopodiumquinoa l.*), amaranto (*Amaranthus*), y dos tipos de edulcorantes (sacarosa y glucosa) (en línea). Consultado: 10 ene. 2016. Disponible en:

<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/2078/3/03%20EIA%20302%20%20ARTICULO%20CIENIFICO.pdf>

**MINED (Ministerio de Educación, SV). sf.** Programa de Alimentación y Salud Escolar (PASE). Tipo de alimento y tamaño de ración. (Diapositiva). San Salvador, SV. 1 diapositiva. Color.

\_\_\_\_\_. **2011.** Programa de Alimentación y Salud Escolar 2009-2014. PASE Programa de Alimentación y Salud Escolar. Pág. 5-10.

\_\_\_\_\_. **2013.** Vaso de leche: un complemento ideal para aprender (en línea). Consultado 20 sep. 2014. Disponible en: <http://www.mined.gob.sv/index.php/novedades/noticias/item/6333-vaso-de-leche-un-complemento-importante-para-aprender.html>

**MINSAL (Ministerio de Salud, SV). 2009a.** Encuesta Nacional de Salud Familiar de 2008 (FESAL 2008). Escolar de la población de 7 a 14 años (en línea). El Salvador. USAID. Consultado 17 jul. 2015. disponible en: <http://www.fesal.org.sv/2008/informe/final/espanol/descargas/InformeFinal/InformeFinal-FESAL2008.pdf>

\_\_\_\_\_. **2009b.** Guía de Alimentación y Nutrición de la Familia Salvadoreña por Grupos Etareos (en línea). Consultado 19 sep. 2014. Disponible en: [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/guia/Guia\\_alimentacion\\_etareos.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/guia/Guia_alimentacion_etareos.pdf)

**Mulato, E. 2012.** Aminoácido. Proyecto: Cálculo de cómputo aminoácido. (En línea) consultado 1 de feb. 2016. Disponible en: <http://nutrition-is-life.blogspot.com/2012/11/proyecto-calculo-de-computo-aminoacido.html>

**Noheding, M. 2015.** Actividad de agua y determinación de isothermas de adsorción (en línea). Consultado: 15 ene. 2016. Disponible en: <http://es.slideshare.net/noheding/actividad-de-agua-y-determinacin-de-isothermas-de-adorcin>

**Oliva, M. Rivas, R. 2014.** Elaboración de harina a base de semilla de árbol de pan (*Artocarpus altilis*) y semilla de árbol de ojushte (*Brosimum Alicastrum*) como un enriquecedor por su alto contenido nutricional (en línea). Consultado. 16 ene. 2016. Disponible: <http://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0002011-ADTESOE.pdf>

**Oropeza, M. 2014.** Desarrollo del envase para la exhibición y distribución de un producto nutritivo fabricado por la Facultad de Química - Universidad Autónoma de Querétaro (en línea). México. Consultado: 12 de mar. 2016. Disponible en: <http://ri.uaq.mx/bitstream/123456789/1149/1/RI000602.pdf>

**OSARTEC (Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica). 2010.** Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.60:10. Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad (en línea). Consultado: 27 de ene. 2016. Disponible en: [http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca\\_67\\_04\\_60\\_10\\_etiquetado\\_nutricional\\_productos\\_alimenticios\\_preenvasados.pdf](http://asp.salud.gob.sv/regulacion/pdf/rtca/rtca_67_04_60_10_etiquetado_nutricional_productos_alimenticios_preenvasados.pdf)

\_\_\_\_\_. **2009.** Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos (en línea). Consultado el 11 ago. 2015. Disponible en: [www.ccit.hn/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-Resolucion-No.243-2009-Criterios-Microbiologicos.pdf](http://www.ccit.hn/wp-content/uploads/2014/08/Anexo-Resolucion-No.243-2009-Criterios-Microbiologicos.pdf)

**Pastrán, R. 2013.** País registra un 45.3% de población en pobreza (en línea). Consultado 24 de abr. 2015. Disponible en: [www.laprensagrafica.com/2013/12/06/pais-registra-un-453-de-poblacion-en-pobreza](http://www.laprensagrafica.com/2013/12/06/pais-registra-un-453-de-poblacion-en-pobreza)

**Puerta, J. 2012.** Desarrollo de una mezcla base para chips de batata (*Ipomea Batatas*). Arroz. Magister en Ciencias de los Alimentos. Caracas, Ve. Universidad Simón Bolívar. p 21.

**Ramírez Navas, JS. 2012.** Análisis sensorial: pruebas Orientadas al Consumidor (en línea). Consultado 7 jun. 2015. Disponible en:[http://www.researchgate.net/publication/257890512\\_Analisis\\_sensorial\\_pruebas\\_orientadas\\_al\\_consumidor](http://www.researchgate.net/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor)

**Reyes, A. 2007.** Determinación de índice de peróxidos (en línea). Consultado 7 de feb. 2016. Disponible en:  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/24936/1/Practicas%20prof.pdf>

**Torres, F. 2012.** Control de acidez y oxidación en aceites y harinas (en línea). Consultado 30 ene. 2016. Disponible en: <https://www.engormix.com/MA-balanceados/formulacion/articulos/control-acidez-oxidacion-aceites-t4258/800-p0.htm>

**Valle, AG. 2016.** Estudio de vida útil de tres bebidas a base de sorgo (*Sorghun vulgure*). CENTA. La Libertad. SV.

**Yasufumi, K. 2015.** Manual para el desarrollo de las mercancías de los alimentos procesados locales para “Un Pueblo Un Producto”. Voluntario JICA-CENTA. La Libertad, El Salvador. 68 p.

**Zambrano, R. Granito, M. Valero, Y. 2013.** Respuesta glicémica al consumo de una barra de cereales-leguminosa (*Phaseolus vulgaris*) en individuos sanos (en línea). Consultado 01 de feb. 2016. Disponible en: <http://www.alanrevista.org/ediciones/2013/2/?i=art4>. Fuente original: Bressani, R. 2002. Factors influencing nutritive value in food grain legumes: Mucuna compared to other grain legumes. En: food and feed from Mucuna: current user and the way forward. Proceedings of an international Workshop. Tegucigalpa, Hon. 164-188 p

## 8. ANEXOS

**Hoja de evaluación de Fórmula: \_\_\_\_\_**

Nombre del catador: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Indicación: Evaluar la muestra de Fórmula: \_\_\_\_ que se le brinda completando lo siguiente.

Describe las características que perciba de la muestra: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Es aceptable la muestra \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**Gracias**

Figura A- 1. Hoja de evaluación para las formulaciones

**Prueba de aceptación de la bebida nutritiva instantánea**

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

**Edad:** \_\_\_\_\_ **Grado:** \_\_\_\_\_ **Fecha:** \_\_\_\_\_

Señala con X, la opción que más representa lo que te pareció la bebida nutritiva:

				
Odié 1	No me gustó 2	Indiferente 3	Me gustó 4	Me encantó 5

Escribe lo que más te gusto de la bebida: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

Escribe lo que menos te gusto de la bebida: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**¡Muchas gracias por participar!**

Figura A- 2. Boleta de catación en pruebas hedónicas



Universidad de El Salvador  
Facultad de Ciencias Agronómicas

INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**Ficha de catación de bebida nutritiva instantánea a base de sorgo, arroz y soya en apoyo a los programas de alimentación escolar en El Salvador.**

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

**Indicaciones**

- Evaluar la muestra de bebida en cada característica y asigne una puntuación de 1 a 5, escribiendo el número en la columna de puntuación, considerando que:

Punto	Contenido	Punto	Contenido
5 puntos	Casi no hay diferencia en comparación con el producto inicial	2 puntos	Bastante inferior en comparación con el producto inicial
4 puntos	Ligeramente inferior en comparación con el producto inicial	1 puntos	Sumamente inferior en comparación con el producto inicial
3 puntos	Inferior en comparación con el producto inicial, pero se mantiene la calidad requerida		

Característica	Descripción	Valoración
Sabor	Examinar la reducción del sabor específico del alimento con cambios en sabor, aparición de mal sabor y otros	
Olor	Examinar la reducción del olor específico del alimento con cambios en calidad del olor, aparición de mal olor y otros	
Apariencia	Examinar el cambio de color y brillo específico del alimento, la absorción de agua, el secado, aparición de moho, mucílago y otros	
Textura	Examinar el cambio de la dureza específica del alimento, la elasticidad, la fusión en la boca, sensación en la lengua, la viscosidad y otros	
Calidad total	Examinar si la muestra está manteniendo la calidad requerida del producto, integrando las cuatro evaluaciones anteriores	

Observaciones:

---



---



---

Figura A- 3. Ficha de catación de bebida nutritiva instantánea

## Water Activity and Growth of Microorganisms in Food\*

	<i>Range of <math>a_w</math></i>	<i>Microorganisms Generally Inhibited by Lowest <math>a_w</math> in This Range</i>	<i>Foods Generally within This Range</i>
	1.00–0.95	<i>Pseudomonas, Escherichia, Proteus, Shigella, Klebsiella, Bacillus, Clostridium perfringens, some yeasts</i>	Highly perishable (fresh) foods and canned fruits, vegetables, meat, fish, milk, and beverages
	0.95–0.91	<i>Salmonella, Vibrio parahaemolyticus, C. botulinum, Serratia, Lactobacillus, Pediococcus, some molds, yeasts (Rhodotorula, Pichia)</i>	Some cheeses (Cheddar, Swiss, Muenster, Provolone), cured meat (ham), bread, tortillas
	0.91–0.87	<i>Many yeasts (Candida, Torulopsis, Hansenula), Micrococcus</i>	Fermented sausage (salami), sponge cakes, dry cheeses, margarine
	0.87–0.80	<i>Most molds (mycotoxigenic penicillia), Staphylococcus aureus, most Saccharomyces (bailii) spp., Debaryomyces</i>	Most fruit juice concentrates, sweetened condensed milk, syrups, jams, jellies, soft pet food
	0.80–0.75	<i>Most halophilic bacteria, mycotoxigenic aspergilli</i>	Marmalade, marzipan, glacé fruits, beef jerky
	0.75–0.65	<i>Xerophilic molds (Aspergillus chevalieri, A. candidus, Wallemia sebi), Saccharomyces bisporus</i>	Molasses, raw cane sugar, some dried fruits, nuts, snack bars, snack cakes
	0.65–0.60	<i>Osmophilic yeasts (Saccharomyces rouxii), few molds (Aspergillus echinulatus, Monascus bisporus)</i>	Dried fruits containing 15-20% moisture; some toffees and caramels; honey, candies
	0.60–0.50	<i>No microbial proliferation</i>	Dry pasta, spices, rice, confections, wheat
	0.50–0.40	<i>No microbial proliferation</i>	Whole egg powder, chewing gum, flour, beans
	0.40–0.30	<i>No microbial proliferation</i>	Cookies, crackers, bread crusts, breakfast cereals, dry pet food, peanut butter
	0.30–0.20	<i>No microbial proliferation</i>	Whole milk powder, dried vegetables, freeze dried, corn starch, potato chips, corn chips

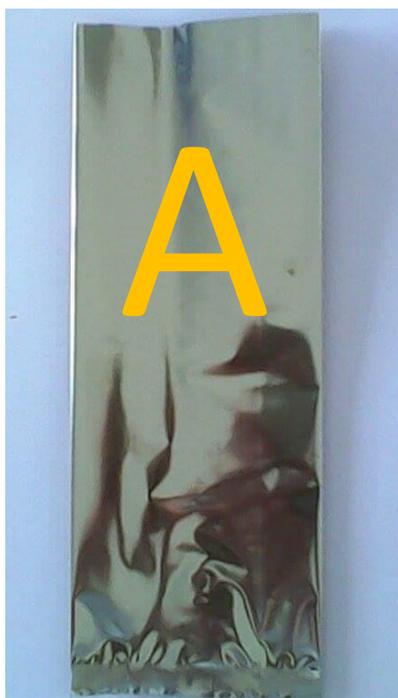
\* Adapted from L.R. Beuchat, *Cereal Foods World*, 26:345 (1981).

©2015 Decagon Devices, Inc.  
 PRINTED IN THE USA



www.aqualab.com | 509-332-2756

Figura A- 4. Actividad de agua y el crecimiento de microorganismos en los alimentos



Letra "A" la parte lisa



Letra "B" al lado del cierre longitudinal de los empaques

Figura A- 5. Identificación de lados del empaque para prueba de caída



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA**

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

**Fecha:** 12 de Diciembre de 2015.

**Usuario:** Tesis("Desarrollo de una bebida nutritiva instantánea a base de sorgo, arroz y soya en apoyo a los programas de alimentación escolar en El Salvador " )

**Tipo de Muestra:** Harinas(Mezcla, soya,sorgo,arroz)

**Análisis solicitado:** Proteína, Humedad, Ceniza, Fibra, Grasa

Muestra	%PROTEÍNA	% HUMEDAD	% CENIZA	FIBRA g/100	% GRASA
Mezcla	22,58	5,18	2.53	14.4	9.51
H. Soya	43,31	5,79	5.92	11.41	22.92
H. Arroz	10,24	8,01	1.70	2.05	0.02
H. Sorgo	12,89	3,07	0.27	2.4	3.75

Atentamente,

Lic.M.Sc.Ada Yanira Arias de Linares  
Docente Asesor Lab. Química Agrícola

**"HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA"**

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios  
Jefe del Departamento de Química Agrícola



Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel.: 2225-1506 y 2226-2043

Figura A- 6. Resultados de proteína, humedad, ceniza, fibra y grasa en Laboratorio de Química Agrícola de UES



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA AGRÍCOLA**

**RESULTADO DE ANÁLISIS**

**Fecha:** 12 de Diciembre de 2015.

**Usuario:** Tesis("Desarrollo de una bebida nutritiva instantánea a base de sorgo, arroz y soya en apoyo a los programas de alimentación escolar en El Salvador ")

**Tipo de Muestra:** Harinas(Mezcla, soya,sorgo,arroz)

**Análisis solicitado:** Ca, Fe;Zn, Mg P, K.

Mx	Ca (mg)	Fe (mg)	Zn (mg)	Mg (mg)	P (mg)	K (mg)
Mezcla	123,12	3,52	3,21	24,35	458	1879
Mezcla	117,95	3,33	2,93	23,14	436	1854
H. Soya	290,28	5,80	5,40	37,91	525	2225
H. Soya	299,03	5,98	5,35	38,97	525	2254
H. Sorgo	49,50	2,69	1,94	21,00	179	326
H. Sorgo	47,79	2,87	1,95	24,58	176	318
H. Arroz	24,21	1,68	1,60	3,33	89	65
H. Arroz	24,56	1,72	1,67	1,74	87	64

Atentamente,

Lic. M.Sc. Ada Yanira Arias de Linares  
Docente Asesor Lab. Química Agrícola

**“HACIA LA LIBERTAD POR LA CULTURA”**

Ing. Agr. Oscar Mauricio Carrillo Turcios  
Jefe del Departamento de Química Agrícola



Final 25 Av. Norte, Ciudad Universitaria. Tel.: 2225-1506 y 2226-2043

Figura A- 7. Resultados de Calcio, Hierro, Zinc, Magnesio, Potasio y Fosforo en Laboratorio de Química Agrícola de UES



Laboratorio de Química Agrícola  
San Andrés, Km. 33 1/2 carretera a Santa Ana  
Tel.: 2397-2200 ext. 269

[labquimica@centa.gob.sv](mailto:labquimica@centa.gob.sv) / [lquimicaagricola.centa@gmail.com](mailto:lquimicaagricola.centa@gmail.com)

San Andrés, 04 de febrero de 2016.

#### DATOS GENERALES

Nombre del Solicitante: **CENTA Laboratorio de Alimentos**  
Proyecto: **Harina biofortificada**  
Responsable: **Lic. Patricia de Esquivel**  
Muestra: **Harina**  
Fecha de toma de muestra: **10/11/2015**  
Recibido: **20/01/2016**

No. Análisis: **32516**

#### RESULTADO

ANÁLISIS	BASE HUMEDA	UNIDADES	Metodología
Fósforo (P)	0.45	g/100 g de muestra	Espectrofotómetro visible
Potasio (K)	0.58	g/100 g de muestra	Método de Absorción Atómica <sup>1</sup>
Sodio (Na)	457	mg/Kg de muestra	Método de Absorción Atómica <sup>1</sup>
			<sup>1</sup> Métodos Oficiales de la A.O.A.C 15ª edición 1990

Este informe de análisis se basa en una muestra de producto recibido por el laboratorio, el proceso del muestreo ha sido responsabilidad del interesado.

Químicos Analistas: Lic. Amanda de Arévalo  
Lic. Héctor Shunico

Inga. Grecia Henríquez de Chávez  
Jefa del Laboratorio de Química Agrícola



Figura A- 8. Resultados de Fósforo, Potasio y sodio en Laboratorio de Química Agrícola de CENTA



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**SOLICITANTE** : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.

**DEPENDENCIA** : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

**NOMBRE DE MUESTRA** : Harina compuesta (sorgo, soya y arroz)      **N° DE MUESTRAS** : 2

**UBICACIÓN** : San Salvador

**TOMA DE MUESTRA** : 10/NOV/2015      **HORA** : 02:00 p.m.

**RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 10/NOV/2015      **HORA** : 04:00 p.m.

**INICIO DE ANÁLISIS** : 10/NOV/2015      **FIN DE ANÁLISIS** : 16/NOV/15

**ANÁLISIS SOLICITADO** : Investigación de *Escherichia coli*  
Investigación de *Salmonella* sp.

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO
		RTCA 67.04.50:08: Subgrupo del alimento: Cereales en hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno.
		Limite máximo permitido
Investigación de <i>Escherichia coli</i>	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Investigación de <i>Salmonella</i> sp.	Ausencia	Ausencia

Licda. Idalia Rosmery Erroa  
Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
Laboratorista

Figura A- 9. Primer análisis microbiológico de investigación de *E. coli* y *Salmonella* sp.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
 DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**SOLICITANTE** : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.  
**DEPENDENCIA** : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.  
**NOMBRE DE MUESTRA** : Harina compuesta **N° DE MUESTRAS** : 2  
 (sorgo, soya y arroz)  
**UBICACIÓN** : San Salvador  
**TOMA DE MUESTRA** : 10/NOV/2015 **HORA** : 02:00 p.m.  
**RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 10/NOV/2015 **HORA** : 04:00 p.m.  
**INICIO DE ANÁLISIS** : 10/NOV/2015 **FIN DE ANÁLISIS** : 16/NOV/15  
**ANÁLISIS SOLICITADO** : Investigación *Staphylococcus aureus*

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO NORMA SANITARIA N° 615-2003
Investigación <i>Staphylococcus aureus</i>	0 UCF/g	100 UFC/g

Licda. Idalia Rosmery Erroa  
 Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
 Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
 Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
 Laboratorista

Figura A- 10. Primer análisis microbiológico de investigación de *S. aureus*



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**SOLICITANTE** : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.

**DEPENDENCIA** : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

**NOMBRE DE MUESTRA** : Harina compuesta (sorgo, soya y arroz)      **N° DE MUESTRAS** : 2

**UBICACIÓN** : San Salvador

**TOMA DE MUESTRA** : 10/NOV/2015      **HORA** : 02:00 p.m.

**RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 10/NOV/2015      **HORA** : 04:00 p.m.

**INICIO DE ANÁLISIS** : 10/NOV/2015      **FIN DE ANÁLISIS** : 16/NOV/15

**ANÁLISIS SOLICITADO** : Investigación de hongos y levaduras

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO NSO 67.03.02:08 Limite máximo permitido
Investigación de hongos y levaduras	1 UFC/g Género identificado: <i>Aspergillus sp.</i>	100 UFC/g

Licda. Idalia Rosmery Erroa  
Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
Laboratorista

Figura A- 11. Primer análisis microbiológico de investigación de hongos y levaduras



**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO**



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**SOLICITANTE** : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.

**DEPENDENCIA** : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

**NOMBRE DE MUESTRA** : Harina compuesta (sorgo, soya y arroz)      **N° DE MUESTRAS** : 2

**UBICACIÓN** : San Salvador

**TOMA DE MUESTRA** : 08/Dic/2015      **HORA** : 02:00 p.m.

**RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 08/Dic/2015      **HORA** : 04:00 p.m.

**INICIO DE ANÁLISIS** : 08/Dic/2015      **FIN DE ANÁLISIS** : 11/Dic/2015

**ANÁLISIS SOLICITADO** : Investigación de *Escherichia coli*  
Investigación de *Salmonella* sp.

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO
		RTCA 67.04.50:08: Subgrupo del alimento: Cereales en hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno.
		Límite máximo permitido
Investigación de <i>Escherichia coli</i>	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Investigación de <i>Salmonella</i> sp.	Ausencia	Ausencia

Licda. Idalia Rosmery Erroa  
Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
Laboratorista

Figura A- 12. Segundo análisis microbiológico de investigación de *E. coli* y *Salmonella* sp.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**SOLICITANTE** : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.

**DEPENDENCIA** : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

**NOMBRE DE MUESTRA** : Harina compuesta (sorgo, soya y arroz) **N° DE MUESTRAS** : 2

**UBICACIÓN** : San Salvador

**TOMA DE MUESTRA** : 08/Dic/2015 **HORA** : 02:00 p.m.

**RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 08/Dic/2015 **HORA** : 04:00 p.m.

**INICIO DE ANÁLISIS** : 08/Dic/2015 **FIN DE ANÁLISIS** : 11/Dic/2015

**ANÁLISIS SOLICITADO** : Investigación *Staphylococcus aureus*

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO NORMA SANITARIA N° 615-2003
Investigación <i>Staphylococcus aureus</i>	0 UCF/g	100 UFC/g

Licda. Idalia Rosmery Erroa  
Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
Laboratorista

Figura A- 13. Segundo análisis microbiológico de investigación de *S. aureus*



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**SOLICITANTE** : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.

**DEPENDENCIA** : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

**NOMBRE DE MUESTRA** : Harina compuesta (sorgo, soya y arroz)      **N° DE MUESTRAS** : 2

**UBICACIÓN** : San Salvador

**TOMA DE MUESTRA** : 08/Dic/2015      **HORA** : 02:00 p.m.

**RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 08/Dic/2015      **HORA** : 04:00 p.m.

**INICIO DE ANÁLISIS** : 08/Dic/2015      **FIN DE ANÁLISIS** : 11/Dic/2015

**ANÁLISIS SOLICITADO** : Investigación de Hongos y levaduras

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO NSO 67.03.02:08 Límite máximo permitido
Investigación de Hongos y levaduras	1 UFC/g Género identificado: <i>Aspergillus</i> sp.	100 UFC/g

  
 Licda. Idalia Rosmery Erroa  
 Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
Laboratorista

Figura A- 14. Segundo análisis microbiológico de investigación de hongos y levaduras



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

**SOLICITANTE** : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.

**DEPENDENCIA** : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.

**NOMBRE DE MUESTRA** : Harina compuesta (sorgo, soya y arroz)      **N° DE MUESTRAS** : 2

**UBICACIÓN** : San Salvador

**TOMA DE MUESTRA** : 26/Ene/2016      **HORA** : 02:00 p.m.

**RECEPCIÓN DE MUESTRA** : 26/Ene/2016      **HORA** : 04:00 p.m.

**INICIO DE ANÁLISIS** : 26/Ene/2016      **FIN DE ANÁLISIS** : 29/Ene/2016

**ANÁLISIS SOLICITADO** : Investigación de *Escherichia coli*  
Investigación de *Salmonella* sp.

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO
		RTCA 67.04.50:08: Subgrupo del alimento: Cereales en hojuelas y polvo; mezclas para refresco y cereales para desayuno.
		Límite máximo permitido
Determinación de <i>E. coli</i>	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Determinación de <i>Salmonella</i> sp.	Ausencia	Ausencia

  
 Licda. Idalia Rosmary Erroa  
 Responsable de Laboratorio

Br. Benjamín García Martínez  
Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
Laboratorista

Figura A- 15. Tercer análisis microbiológico de investigación de *E. coli* y *Salmonella* sp.



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



### REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

SOLICITANTE : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.  
DEPENDENCIA : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.  
NOMBRE DE MUESTRA : Harina compuesta N° DE MUESTRAS : 2  
(sorgo, soya y arroz)  
UBICACIÓN : San Salvador  
TOMA DE MUESTRA : 26/Ene/2016 HORA : 02:00 p.m.  
RECEPCIÓN DE MUESTRA : 26/Ene/2016 HORA : 04:00 p.m.  
INICIO DE ANÁLISIS : 26/Ene/2016 FIN DE ANÁLISIS : 29/Ene/2016

ANÁLISIS SOLICITADO : Investigación *Staphylococcus aureus*

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO NORMA SANITARIA N° 615-2003
Investigación <i>Staphylococcus aureus</i>	0 UCF/g	100 UFC/g

Licda. Idalia Rosmery Erroa  
Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
Laboratorista

Figura A- 16. Tercer análisis microbiológico de investigación de *S. aureus*



UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
 FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS  
 DEPARTAMENTO DE PROTECCIÓN VEGETAL  
 LABORATORIO DE INVESTIGACIÓN Y DIAGNÓSTICO



REPORTE DE ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

SOLICITANTE : Br. Alfaro Medina, Rafael Antonio; Br. García Martínez, José Benjamín; Méndez Cárcamo, Miguel Efraín.  
 DEPENDENCIA : Depto. de Recursos Naturales y Medio Ambiente de la Facultad de Ciencias Agronómicas UES.  
 NOMBRE DE MUESTRA : Harina compuesta N° DE MUESTRAS : 2  
 (sorgo, soya y arroz)  
 UBICACIÓN : San Salvador  
 TOMA DE MUESTRA : 26/Ene/2016 HORA : 02:00 p.m.  
 RECEPCIÓN DE MUESTRA : 26/Ene/2016 HORA : 04:00 p.m.  
 INICIO DE ANÁLISIS : 26/Ene/2016 FIN DE ANÁLISIS : 29/Ene/2016  
 ANÁLISIS SOLICITADO : Investigación de hongos y levaduras

ANÁLISIS	RESULTADO	PARÁMETRO NSO 67.03.02:08 Límite máximo permitido
Investigación de hongos y levaduras	2 UFC/g Género identificado: <i>Aspergillus</i> sp. y <i>Penicillium</i> sp.	100 UFC/g

Licda. Idalia Rosmery Erroa  
 Responsable de Laboratorio



Br. Benjamín García Martínez  
 Laboratorista

Br. Miguel Méndez Cárcamo  
 Laboratorista

Br. Rafael Antonio Alfaro  
 Laboratorista

Figura A- 17. Tercer análisis microbiológico de investigación de hongos y levaduras

UNIDAD DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS  
INFORME DE ANÁLISIS VARIOS  
MUESTRA 160302053 - 01

Pag 1 / 1

## DATOS GENERALES

Muestra: HARINA COMPUESTA

Solicitante: RAFAEL ANTONIO ALFARO MEDINA

Responsable: RAFAEL ANTONIO ALFARO MEDINA

Dirección: COLONIA LAS COLINAS CASA # 20

Teléfono: 7602-8528

Fax :

Correo Electronico: rafael\_antonio100@hotmail

## FECHAS

Recibido : 02/03/2016

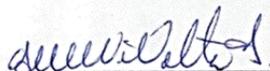
Análisis : 21/03/2016

Reporte : 21/03/2016

## ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
CO12 Índice de Peróxidos	11.85	meq/Kg muestra	Titrimétrico	965.33, AOAC, 16 Ed. 1995

## OBSERVACIONES



Cerente Unidad Físico Químico de Alimentos  
Lic Ana María Villalta Novoa



Nota: Esta muestra fue tomada o remitida por Cliente

El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.

Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.

No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

FSC 36.01 V.6 23/02/2015

Urbanización y Bulevar Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C.A.

E-mail: laboratorio@fusades.org - Tel.: (503) 2248 5681, Fax: (503) 2248 5669

www.fusades.org

Figura A- 18. Resultados de índice de peróxidos inicial

UNIDAD DE ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICOS  
INFORME DE ANÁLISIS VARIOS  
MUESTRA 160100534 - 01

Pag 1 / 1

## DATOS GENERALES

Muestra: HARINA COMPUESTA  
Solicitante: JOSE BENJAMIN GARCIA MARTINEZ  
Responsable: JOSE BENJAMIN GARCIA MARTINEZ  
Dirección: COL. SAN CARLOS CASA #12, SONZACATE  
Teléfono: 7441-8291 Fax: Correo Electronico:

## FECHAS

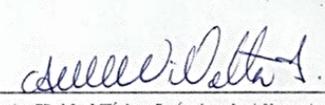
Recibido: 22/01/2016  
Análisis: 02/02/2016  
Reporte: 04/02/2016

## ANÁLISIS

DETERMINACIÓN	RESULTADOS	Unidades	Método	Referencia
G012 Índice de Peróxidos	56.51	meq/Kg muestra	Titrimétrico	965.33, AOAC, 16 Ed. 1995

## OBSERVACIONES

Índice de peróxido en 2a. muestra sellada: 18 meq / Kg muestra.

  
Gerente Unidad Físico Químico de Alimentos  
Lic. Ana Maria Villalta Novoa



Nota: Esta muestra fue tomada o remitida por Cliente.  
El informe no debe ser reproducido parcialmente sin la aprobación escrita del Laboratorio.  
Los resultados corresponden solamente a la muestra analizada en el Laboratorio.  
No se recibirán reclamos después de 45 días del ingreso de la muestra.

FSC 36.01 V 6 23/02/2015

Urbanización y Bulevar Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad, El Salvador, C.A.  
E-mail: laboratorio@fusades.org - Tel.: (503) 2248 5681, Fax: (503) 2248 5669  
www.fusades.org

Figura A- 19. Resultados de índice de peróxidos final

Cuadro A- 1. RDD de minerales para niños y adolescentes

Edad	Calcio	Fósforo	Magnesio	Hierro	Zinc
Años	mg/d	mg/d	mg/d	mg/d	mg/d
<b>Niños</b>					
7-9	700	700	150	13.2	7.9
10-11.9	1200	1200	200	15.1	10.4
12-13.9	1200	1200	250	15.1	16.6
14-15.9	1200	700	320	16.4	16.6
16-17.9	1200	700	385	16.4	19.1
<b>Niñas</b>					
7-7.9	700	700	150	13.2	7.9
10-11.9	1200	1200	200	12.1	10.8
12-13.9	1200	1200	250	12.1	13.7
14-15.9	1200	700	300	16.3	13.8
16-17.9	1200	700	330	16.3	14.7

Fuente: Tablas del RDD adecuadas por el autor

Cuadro A- 2. Requerimientos energéticos y de proteínas para niños y adolescentes

Edad	Requerimiento energético diario	Nivel seguro de ingesta de proteínas
Años	Kcal (MJ)/día	g/d
<b>Niños</b>		
7-7.9	1,600	28
8-8.9	1,725	31
9-9.9	1,850	34
10-11.9	2,050	40
12-13.9	2,450	50
14-15.9	2,875	63
16-17.9	3,075	70
<b>Niñas</b>		
7-7.9	1,475	27
8-8.9	1,575	30
9-9.9	1,675	34
10-11.9	1,900	40
12-13.9	2,150	50
14-15.9	2,250	63
16-17.9	2,275	70

Fuente: Tablas del RDD adecuadas por el autor

Cuadro A- 3. RDD de electrolitos para niños y adolescentes

Edad	Sodio	Potasio
Años	g/d	g/d
<b>Niños</b>		
4-8.9	1.2	3.8
9-13.9	1.5	4.5
14-17.9	1.5	4.7
<b>Niñas</b>		
4-8.9	1.2	3.8
9-13.9	1.5	4.5
14-17.9	1.5	4.7

Fuente: Tablas del RDD adecuadas por el autor

Cuadro A- 4. Componente nutricional de 100 g de porción comestible

Componente nutricional de 100 g de porción comestible	Granos		
	Sorgo	Arroz blanco	Frijol soya
Carbohidratos (g)	76.3	79.34	30.16
Proteínas (g)	8.8	6.61	36.49
Grasa total (g)	3.2	0.58	19.94
Fibra dietética Total (g)	6.3	-	9.3
Ceniza (g)	1.7	0.58	4.87
Calcio (mg)	19	9	277
Fósforo (mg)	299	108	704
Hierro (mg)	3.7	0.8	15.7
Potasio (mg)	350	86	1797
Zinc (mg)	-	1.16	4.89
Magnesio (mg)	-	35	280

Fuente: INCAP 2012b

Cuadro A- 5. Idea básica para la determinación de la fecha de vencimiento

1. Temporalmente establecer la fecha de vencimiento (La fecha de consumo preferente o la fecha límite de utilización)	Suponer por uso unos productos similares o determinar el período expectativa de conservación. En el punto de vista que la fecha de vencimiento esta correcta o no, el experimento de conservación debe ser planificada
2. Decidir el período del experimento de conservación	Considere el factor de seguridad, el período del experimento de conservación debe ser determinado (Por ejemplo, si el factor de seguridad es 0.7, todo el periodo del experimento de conservación es de aproximadamente 1,4 veces la longitud del periodo que se ha determinado temporalmente). Generalmente, debe planificar el periodo de los tiempos de 1.25 a 1.5 veces
3. Decidir las condiciones de la conservación	En consideración del proceso (como ambiente del almacén, proceso de distribución, mostrar estante y condiciones de venta etc.) de mercancías para llegar al consumidor y las características de la mercancías, las condiciones de conservación deben determinar. Si hay unas condiciones de conservación que se determina por la norma o ley, deben adoptar el límite superior de las condiciones de conservación. Estas condiciones deben determinarse teniendo en consideración la temporada y la región para la venta
4. Decidir los indicadores	Los indicadores deben ser seleccionados los indicadores óptimos para identificar el deterioro de los alimentos. Los indicadores que se determinó por las normas o los clientes deben ser satisfechos
5. Decidir los puntos de medición	Para capturar el cambio de los alimentos, hay que decidir momentos de la medición. En estos indicadores, hay unos indicadores de aumentar, disminuir o también no cambiar. Debe ser medida principalmente los momentos cuando el cambio del indicador se prever. Las muestras de cada medición deben ser estado del producto sin abrir. Antes de iniciar el experimento, hay que preparar las muestras (Siempre en la forma de un producto terminado sin abrir) que se corresponde con el número de mediciones. Además, aumento del número de las muestras, dependiendo del número de los indicadores

Fuente: Yasufumi 2015

Cuadro A- 6. Costeo de la bebida nutritiva instantánea

DETALLE	CANTIDAD	UNIDAD	PRECIO	TOTAL
Grano sorgo	595	lb	\$0.184	\$109.48
Grano soya	491	lb	\$0.285	\$139.94
Grano arroz	260	lb	\$0.370	\$96.20
Empaques	1000	Unidad	\$0.065	\$65.00
Mano de obra de operación	5	Diario	\$13.66	\$68.30
Servicio de agua potable	1	Diario	\$9.76	\$9.76
Servicio energía eléctrica	1	Diario	\$15.55	\$15.55
<b>Total</b>				<b>\$504.23</b>
<b>Precio Unidad de 454 g</b>	0.504			
<b>Precio Ración de 32 g</b>	0.036			
Datos calculados para una producción diaria de 1000 lb de bebida				

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A- 7. Frecuencia de aceptación por edad

Edad	Odié	No me gustó	Indiferente	Me gustó	Me encantó	Total
7	1	1	1	5	16	24
8	0	1	1	2	32	36
9	0	3	0	12	44	59
10	0	2	3	10	40	55
11	2	0	1	10	28	41
12	4	2	1	15	24	46
13	1	0	5	10	15	31

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A- 8. Cuadro de condiciones relativas al contenido de nutrientes (normativo)

COMPONENTE	DECLARACIÓN DE PROPIEDADES	CONDICIONES
Sodio	Exento, libre, sin , cero	Contiene no más de 5 mg por porción o por 100 g o 100 mL
	Bajo	Contiene no más de 140 mg por porción, por 100 g o 100 mL
	Muy Bajo	Contiene no más de 35 mg por porción, por 100 g o 100 mL
	Ligero, liviano, reducido, menos, Light, lite	Contiene al menos un 25% menos de sodio por Porción o por 100 g o 100 mL, con respecto al alimento de referencia
Proteína	Alto, buena fuente, rico en, excelente fuente	Contiene dos veces los valores para fuente
Vitaminas y Minerales		
Fibra		6 g por 100 g o 3 g por 100 Kcal
Proteína	Fuente, adicionado, enriquecido, fortificado	Contiene no menos de 10% del VRN por 100 g o contiene no menos de 5% del VRN por 100 ml o contiene no menos del 5% del VRN por 100 Kcal, o contiene no menos del 10% del VRN por Porción del alimento
Vitaminas y Minerales		Contiene no menos de 15% de VRN por 100 g (sólidos) 7,5% de VRN por 100 ml (líquidos) ó 5% de VRN por 100 Kcal (12% de VRN por 1 MJ) ó 10% de VRN por porción de alimento

Fuente: Tablas del RTCA 67.01.60:10 adecuadas por el autor

Cuadro A- 9. Valores de Actividad de agua durante la vida útil del producto

Día	Dato 1	Dato 2	Dato 3	Valor mayor
0	0.1919	0.185	0.1818	0.19
24	0.2038	0.1978	0.1876	0.20
34	0.2284	0.2149	0.2348	0.23
57	0.1975	0.2161	0.2015	0.21
64	0.2139	0.1996	0.2014	0.20
71	0.204	0.2156	0.2114	0.21
79	0.2322	0.2046	0.2918	0.24

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A- 10. Valores de humedad durante la vida útil del producto

Repetición	Peso del crisol más mx húmeda	Peso del crisol más mx seca	Peso de mx húmeda	Humedad	Promedio
	FECHA	10/11/2015	DIAS	0	
1	3.5022	3.4501	2.0343	2.561077521	2.3385258
2	3.5365	3.4955	2.0667	1.98383897	
3	3.5798	3.5278	2.1047	2.470660902	
	FECHA	16/12/2015	DIAS	34	
1	3.4736	3.388	2.0146	4.248982428	3.99079137
2	3.4852	3.4069	2.0035	3.908160719	
3	3.4905	3.4141	2.0025	3.815230961	
	FECHA	6/1/2016	DIAS	57	
1	3.4513	3.3698	2.0082	4.058360721	4.13324706
2	3.7057	3.6114	2.2387	4.212266047	
3	3.5124	3.4281	2.0416	4.12911442	
	FECHA	13/1/2016	DIAS	64	
1	3.4581	3.3636	2.005	4.713216958	4.56322318
2	3.5041	3.4112	2.0198	4.599465294	
3	3.483	3.3949	2.0128	4.376987281	
	FECHA	20/1/2016	DIAS	71	
1	3.5807	3.4989	2.1188	3.860675854	3.93366375
2	3.3929	3.3132	1.9959	3.993186031	
3	3.6864	3.5995	2.2016	3.94712936	
	FECHA	27/1/2015	DIAS	79	
1	3.5303	3.4566	2.0724	3.55626327	3.63880932
2	3.4756	3.4046	2.0027	3.545213961	
3	3.5485	3.4695	2.0708	3.814950744	

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A- 11. Aporte del contenido de grasa de materias primas y bebida nutritiva

Muestra	Porcentaje de grasa en 100 g	Porcentaje de aporte al contenido de grasas
Harina de sorgo	03.75%	16.14%
Harina de soya	22.92%	83.79%
Harina de arroz	00.02%	00.07%
Mezcla de harina (40%, 34% y 26%)	09.51%	100.00%

Fuente: Elaboración propia

Cuadro A- 12. Naturaleza de los ácidos grasos del aceite de soya

<b>Porcentaje de ácidos grasos de cada clase</b>	
Ácidos grasos saturados	16,2%
Ácidos grasos monoinsaturados	22,6%
Ácidos grasos poliinsaturados	61,2%

<b>Tabla de los principales ácidos grasos del aceite de soja en 100 g</b>	
<b>Ácidos grasos saturados</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Ácido graso saturado láurico	(trazas)
Ácido graso saturado mirístico	0.191
Ácido graso saturado palmítico	9.55
Ácido graso saturado esteárico	3.8
<b>Ácidos grasos insaturados</b>	<b>Cantidad (g)</b>
Ácido graso monoinsaturado oleico.	23.9
Ácido graso monoinsaturado palmitoleico.	0.191
Ácido graso poliinsaturado linoleico.	49.7
Ácido graso poliinsaturado linolénico.	7.07
Ácido araquidónico	(trazas)

Fuente: Ecured. 2016