

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERIA QUIMICA E INGENIERIA DE ALIMENTOS



CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS

**DESARROLLO DE UNA BARRA ENERGÉTICA A PARTIR DE  
SORGO (*Sorghum bicolor l.*) EXPANDIDO, COMO INNOVACIÓN DEL  
PRODUCTO ALIMENTICIO TRADICIONAL DENOMINADO EN EL  
SALVADOR COMO ALBOROTO**

PRESENTADO POR:

**ROSARIO GUADALUPE GARCÍA VILLALOBOS**

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2022

**UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR**

RECTOR:

**MSC. ROGER ARMANDO ARIAS ALAVARADO**

SECRETARIO GENERAL:

**ING. FRANCISCO ANTONIO ALARCÓN SANDOVAL**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

DECANO:

**DR. EDGAR ARMANDO PEÑA FIGUEROA**

SECRETARIO:

**ING. JULIO ALBERTO PORTILLO**

**ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS**

DIRECTORA:

**ING. SARA ELISABETH ORELLANA BERRÍOS**

UNIVERSIDAD DE EL SALVADOR  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA E INGENIERÍA DE ALIMENTOS

CURSO DE ESPECIALIZACIÓN EN INVESTIGACIÓN Y  
DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS ALIMENTICIOS

**DESARROLLO DE UNA BARRA ENERGÉTICA A PARTIR DE  
SORGO (*Sorghum bicolor l.*) EXPANDIDO, COMO INNOVACIÓN DEL  
PRODUCTO ALIMENTICIO TRADICIONAL DENOMINADO EN  
EL SALVADOR COMO ALBOROTO**

Para optar al título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentado por:

**ROSARIO GUADALUPE GARCÍA VILLALOBOS**

Docente asesor:

**M.Sc. JUAN MANUEL PÉREZ GÓMEZ**

CIUDAD UNIVERSITARIA, MARZO DE 2022

Trabajo de Grado aprobado por

DOCENTE ASESOR

**M.Sc. JUAN MANUEL PÉREZ GÓMEZ**

*Dedicatoria:*

*A mi amado Padre, José María;  
A mi extrañado primo, Carlos Adrián;  
Y a mi estimado tío, Francisco.*

*Todos de grata recordación, cuyas  
memorias, enseñanzas y valores me han  
acompañado siempre.*

*Sabiduría, perseverancia y alegría.  
Para ustedes, con amor y esfuerzo.*

*Rosario García*

*Agradecimientos:*

*A mi familia, por siempre abrigarme, motivarme y apoyarme incondicionalmente.*

*A la Universidad de El Salvador y sus docentes, por darme las herramientas necesarias para ser ingeniera. Especialmente al Ing. Juan Manuel, Inga. Sílvia Urrutía e Inga. Delmy Rico, ejemplares maestros y profesionales en la Industria de Alimentos.*

*A mis amigos y amigas, quienes fueron compañeros y confidentes de todas las etapas previas a este día.*

*Finalmente, gracias a todas las que luchan por un mundo más justo y equitativo para nosotras las mujeres.*

*Rosario García*

## RESUMEN

En El Salvador la elaboración de dulces típicos está usualmente asociada a emprendimientos de subsistencia económico familiar o cooperativas comunales, algunos de estos emprendimientos, mediante programas de asesoramiento técnico de instituciones estatales han logrado establecerse conservando técnicas de producción artesanal implementando Buenas Prácticas de Manufactura (BPM). De los dulces típicos la base de formulación es miel, azúcar (producto solido cristalino), o dulce de panela (producido en molindas artesanales).

Entre los dulces típicos se encuentra El Alboroto que es un dulce esférico de sorgo o maicillo inflado cuya forma esférica se logra usando dulce de panela. La falta de información nutricional, registro sanitario, información de producción, así como la investigación e innovación en estos productos limita el consumo a nivel nacional e imposibilita el acceso a mercados internacionales, por tanto, los estudios previos respecto a los dulces típicos y las propiedades del Sorgo (*Sorghum bicolor* L.) desarrollados por el CENTA, son fundamentales en el desarrollo de una Barra Energética a base de Sorgo como innovación del dulce típico Alboroto.

Para establecer la formulación definitiva de la barra de sorgo se realizaron tres experimentaciones, formuladas con la misma cantidad de ingredientes secos. En la Barra 1 (B1) se utilizo miel de abeja como aglutinante, en la Barra 2 (B2) se utilizó chocolate como aglutinante y en la Barra 3 (B3) se utilizó como aglutinante huevo. El uso de huevo en (B3) proporciono la firmeza característica esperada en una barra energética.

La Barra Energética de Sorgo de 40 gramos, cuyos ingredientes son huevo, sorgo, maní, azúcar, almendras, chocolate, y canela, contiene los alérgenos: huevo, maní, almendras y canela. Con ayuda de la base de datos SR28, se estableció que aporta 140 Calorías, y poseen 8 gramos de grasa total equivalentes al 18% para los valores diarios de una dieta de 2,000 calorías, además aportan 1.5 de grasa saturada (8%), 20 miligramos de sodio (1%), 14 gramos de carbohidratos (5%), 2 gramos de fibra dietética (8%), 3 gramos de azúcares totales y además aporta 6 gramos de proteína. Respecto a los minerales, posee 65 miligramos de calcio (4%), 4 miligramos de hierro (15%) y 170 miligramos de potasio (4%) y la vitamina D se declara una fuente no significativa.

## INDICE

Contenido	Pág.
INTRODUCCIÓN.....	1
OBJETIVOS.....	2
<b>CAPITULO I: MARCO REFERENCIAL</b>	
1.1 DEFINICION DE PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO.....	4
1.2 INVESTIGACION Y DESARROLLO EN EL SALVADOR.....	4
1.3 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS.....	5
1.4 LA IDEA ORIGINAL.....	6
1.5 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR.....	6
1.6 DESARROLLO DEL CONCEPTO.....	7
1.7 DISEÑO DETALLADO DEL PRODUCTO.....	7
1.8 VERIFICACIÓN Y TESTEO.....	8
1.9 PLANIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN.....	8
1.10 ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA.....	8
1.11 IMPLEMENTACIÓN.....	9
<b>CAPITULO II: MARCO TEORICO</b>	
2.1 DULCES TIPICOS.....	10
2.2 DULCE TIPICO DENOMINDADO “ALBOROTO”.....	12
2.3 SORGO.....	14



<b>2.4 BARRA ENERGETICA.....</b>	<b>16</b>
<b>2.5 PROCESO PRODUCTIVO DE LAS BARRAS ENERGÉTICA.....</b>	<b>16</b>
2.5.1 Escalamiento industrial.....	17
<b>2.6 ETIQUETADO DE ALIMENTOS.....</b>	<b>19</b>
<b>2.7 SISTEMAS DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS.....</b>	<b>20</b>
2.7.1 Buenas prácticas de manufactura.....	20
2.7.2 Programas requisitos.....	20
2.7.1 Sistema APPCC.....	21

### **CAPITULO III: DESARROLLO TECNOLOGICO**

<b>3.1 PROCESO PRODUCTIVO DE LAS BARRAS ENERGETICA.....</b>	<b>25</b>
3.1.1 Recepción de materia prima.....	25
3.1.2 Limpieza y lavado de sorgo.....	26
3.1.3 Secado y explosión.....	27
3.1.4 Formulación.....	27
3.1.5 Mezclado.....	27
3.1.6 Aglomeración.....	27
3.1.7 Laminado y troquelado.....	27
3.1.8 Horneado.....	28
3.1.9 Enfriamiento.....	28
3.1.10 Envasado y etiquetado.....	28
3.1.11 Almacenamiento.....	29
<b>3.2 ALMACENAMIENTO.....</b>	<b>29</b>
3.2.1 Volumen de producción.....	30
<b>3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN.....</b>	<b>32</b>
<b>3.4 EVALUACION NUTRICIONAL.....</b>	<b>34</b>
<b>3.5 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO.....</b>	<b>39</b>
3.5.1 Diagrama de flujo.....	41

3.5.2	Diagrama de tecnología.....	42
3.5.3	Diagrama de entrada y salida.....	43
3.5.4	Diagrama de flujo de proceso.....	44
3.5.5	Diagrama de recorrido.....	45
3.5.6	Equipo y maquinaria.....	47

## **CAPITULO IV: SISTEMA APPCC**

<b>4.1</b>	<b>TAREA 1: ESTABLECER UN EQUIPO DE APPCC.....</b>	<b>50</b>
<b>4.2</b>	<b>TAREA 2: DESCRIBIR EL PRODUCTO.....</b>	<b>51</b>
<b>4.3</b>	<b>TAREA 3: IDENTIFICAR EL USO AL QUE HA DE DESTINARSE EL PRODUCTO.....</b>	<b>52</b>
<b>4.4</b>	<b>TAREA 4: ELABORAR EL DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO.....</b>	<b>52</b>
<b>4.5</b>	<b>TAREA 5: CONFIRMAR EL DIAGRAMA DE FLUJO IN SITU.....</b>	<b>54</b>
<b>4.6</b>	<b>PRINCIPIO 1: ANÁLISIS DE PELIGROS.....</b>	<b>54</b>
<b>4.7</b>	<b>PRINCIPIO 2: DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC).....</b>	<b>61</b>
<b>4.8</b>	<b>PRINCIPIO 3: ESTABLECIMIENTO DE LIMITES CRÍTICOS.....</b>	<b>65</b>
<b>4.9</b>	<b>PRINCIPIO 4 DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO.....</b>	<b>66</b>
<b>4.10</b>	<b>PRINCIPIO 5: DETERMINACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS.....</b>	<b>68</b>
<b>4.11</b>	<b>PRINCIPIO 6: DETERMINACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN.....</b>	<b>70</b>
<b>4.12</b>	<b>PRINCIPIO 7: DEFINICIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN.....</b>	<b>70</b>

<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>73</b>
<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>74</b>
<b>ANEXOS</b>	
ANEXO I Granos de sorgo expandidos.....	75
ANEXO II Barra energética de sorgo.....	76
ANEXO III Procedimiento Elaboración de barras de sorgo.....	77
ANEXO IV Árbol de decisión para análisis de peligro en APPCC.....	79
<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>80</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 2.1 Criterios microbiológicos de alimentos de acuerdo con el origen o tecnología (adaptado de RTCA 67.04.50:08).....	11
Tabla 2.2 Parámetros promedios de Alborotos, observados desde abril a noviembre 2021, en las unidades artesanales comercializadas en el municipio de San Salvador.....	13
Tabla 2.3 Composición nutricional del sorgo (CENTA,2018).....	15
Tabla 2.4 Pasos APPCC .....	21
Tabla 3.1 Proporciones de materia prima para la barra de sorgo formulada (B3) en base húmeda de 37.65%.....	24
Tabla 3.2 Peso de Ingredientes estimados en la formulación de la barra energética de Sorgo para masa húmeda al 37.65% y para masa húmeda al 4%.....	25
Tabla 3.3 Parámetros del grano de Sorgo (CENTA, 2018).....	26
Tabla 3.4 Variables de proceso determinadas a partir de experimentación y estudio del proceso tecnológico de barras de Sorgo inflado.....	29
Tabla 3.5 Producción semanal, mensual y anual estimada de materia prima.....	31
Tabla 3.6 Producción estimada por año.....	31
Tabla 3.7 Costo de producción para las barras energéticas de sorgo.....	32
Tabla 3.8 Costo por empaque para la barra de Sorgo.....	33
Tabla 3.9 Resumen de costos de producción.....	33
Tabla 3.10 Identificación de los ingredientes según la base de datos SR28.....	34
Tabla 3.11 Aporte cuantitativo de energía, grasa total, grasas saturadas, colesterol, sodio y carbohidratos por ingrediente.....	35
Tabla 3.12 Aporte cuantitativo de fibra dietética, azúcar total, azúcar añadida, proteína, vitamina D, calcio, hierro y potasio.....	35
Tabla 3.13 Valores diarios recomendado para una dieta de 2,000 Cal de la Barra de Sorgo desarrollada.....	36

<b>Tablas</b>	<b>Pág.</b>
Tabla 3.14 Simbología de flujo de proceso según la ASME. ....	<b>40</b>
Tabla 3.15 Flujo de proceso para Barras Energéticas de Sorgo Inflado.....	<b>44</b>
Tabla 3.16 Equipo y maquinaria necesaria para el proceso productivo de Barras de Sorgo.....	<b>48</b>
Tabla 4.1 Miembros del equipo APPCC del proceso productivo de Barras de Sorgo....	<b>50</b>
Tabla 4.2 Descripción de Barra energética de Sorgo.....	<b>51</b>
Tabla 4.3 Análisis de peligros del proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo.	<b>55</b>
Tabla 4.4 Determinación de puntos críticos de control.....	<b>61</b>
Tabla 4.5 Límites Críticos para el proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo basado en parámetros establecidos por el RTCA 67.04.50:08 .....	<b>66</b>
Tabla 4.6 Parámetros de monitoreo.....	<b>67</b>
Tabla 4.7 Determinación de acciones correctivas .....	<b>68</b>
Tabla 5.1 Formulación de la Barra de Sorgo inflado desarrollada .....	<b>71</b>

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración</b>		<b>Pág.</b>
Ilustración 2.1	Forma tradicional de elaboración de dulce típico Alboroto (LPG,2021).....	<b>10</b>
Ilustración 3.1	Experimentación previa: Barra 1 (B1) y Barra 2 (B2).....	<b>23</b>
Ilustración 3.2	Etiqueta nutricional para la Barra Energética de Sorgo desarrollada.....	<b>38</b>

## INDICE DE DIAGRAMAS

<b>Diagrama</b>		<b>Pág.</b>
<b>Diagrama 3.1</b>	Diagrama de flujo de proceso para producción de Barras Energéticas de Sorgo Inflado.....	<b>41</b>
<b>Diagrama 3.2</b>	Diagrama de flujo de tecnología del proceso productivo de Barras Energéticas de Sorgo Inflado.....	<b>42</b>
<b>Diagrama 3.3</b>	Diagrama de entradas y salidas del proceso productivo de Barras Energéticas de Sorgo Inflado.....	<b>43</b>
<b>Diagrama 3.4</b>	Diagrama de flujo de proceso para Barras Energéticas de Sorgo Inflado (Parte 1) .....	<b>45</b>
<b>Diagrama 3.4</b>	Diagrama de flujo de proceso para Barras Energéticas de Sorgo Inflado (parte II) .....	<b>46</b>
<b>Diagrama 4.1</b>	Diagrama de flujo tecnológico del proceso de producción de Barras de Sorgo.....	<b>52</b>

## SIGLAS

<b>ANSI:</b>	Instituto Nacional de Normalización Estadounidense (por sus siglas en inglés).
<b>APPCC:</b>	análisis de peligros y puntos críticos de control (HACCP por sus siglas en inglés).
<b>ASCII:</b>	Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información (The American Standard Code for Information Interchange).
<b>ASME:</b>	La Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos (por sus siglas en inglés).
<b>B:</b>	Peligro biológico.
<b>B1:</b>	Barra energética experimental 1 de sorgo formulada con miel de abeja como aglutinante.
<b>B2:</b>	Barra energética experimental 2 de sorgo formulada con chocolate como aglutinante.
<b>B3:</b>	Barra energética experimental 3 de sorgo formulada con huevo como aglutinante y sometida a proceso térmico.
<b>BCR:</b>	Banco Central de Reserva.
<b>BPM:</b>	Buenas Prácticas de Manufactura.
<b>CENTA:</b>	Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal "Enrique Álvarez Córdova".
<b>CONACYT:</b>	Concejo Nacional de Ciencia y Tecnología.
<b>DIN:</b>	Instituto Alemán de Normalización (por sus siglas en inglés).
<b>ENAPM:</b>	Encuesta Nacional Agropecuaria de Propósitos Múltiples.
<b>ETAS:</b>	Enfermedades de Transmitidas por Alimentos.
<b>F:</b>	Peligro físico.
<b>FAO:</b>	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (por sus siglas en inglés).



<b>FDA:</b>	Administración de Medicamentos y Alimentos (por sus siglas en inglés).
<b>GOES:</b>	Gobierno de El Salvador.
<b>I+D:</b>	Investigación y desarrollo.
<b>INTSORMIL:</b>	Instituto de Investigación del Sorgo y Mijo de los Estados Unidos.
<b>ISO:</b>	Organización Internacional para la Normalización (por sus siglas en inglés).
<b>LCC:</b>	Limites Críticos de Control.
<b>MAG:</b>	Ministerio de Agricultura y Ganadería.
<b>NPM:</b>	Número más probable.
<b>OMS:</b>	Organización Mundial de la Salud.
<b>PCC:</b>	Punto Crítico de Control.
<b>PEBD, LDPE o PE-LD:</b>	Polietileno de baja densidad.
<b>Q:</b>	Peligro químico.
<b>RACC:</b>	Cantidad de referencia normalmente consumida (en inglés: Reference Amounts Customarily Consumed).
<b>RTCA:</b>	Reglamento Técnico Centroamericano.
<b>SR28:</b>	Standar Reference 28. Base de datos de referencia de alimentos de USDA.
<b>TPA:</b>	Tecnología de Procesamiento de Alimentos.
<b>UFC:</b>	Unidades formadoras de colonias.
<b>USDA:</b>	Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (en inglés: United States Department of Agriculture).
<b>21 CFR:</b>	Código de Regulación Federal 21 (en inglés: The Code of Federal Regulations).

## NOMENCLATURA

<b>%H:</b>	Contenido de humedad de un alimento
<b>°C:</b>	Celsius
<b>cm:</b>	Centímetro
<b>g:</b>	Gramo
<b>h:</b>	Hora
<b>Kg:</b>	Kilogramo
<b>Lb:</b>	Libra
<b>m:</b>	Metro
<b>min:</b>	Minuto
<b>mm:</b>	Milímetro
<b>s:</b>	Segundo
<b>T:</b>	Temperatura
<b>t:</b>	Tiempo
<b>Ton:</b>	Tonelada

## INTRODUCCIÓN

La clasificación de los dulces es amplia y no existe una definición única debido a la variación que experimentan respecto al país de origen y tecnología aplicada. una forma de agruparlos es usando el tipo de alimento y criterio microbiológicos para inocuidad de alimentos, este agrupamiento no aplicado para fines de etiquetado en cuanto a denominación del producto, pero es útil para delimitarlos por el origen y tecnología aplicada. En el Grupo 5: Productos de confitería y subgrupo 5.2 se ubican los dulces típicos.

El alboroto es un dulce típico masticable de El Salvador, elaborado a partir de Sorgo (maicillo o *Sorghum bicolor*, L. Moench) y Panela (dulce de atado) aproximadamente 100 g aportan 308 Kcal (Menchu,1996) y son comercializado en bolsa plástica transparente o film plástico.

El presente trabajo aborda el desarrollo de una Barra Energética de Sorgo, que incluya cereales utilizados para la elaboración de barras energéticas como maní, azúcar, almendras, chocolate, y canela. Haciendo uso de la base de datos del Departamento de Agricultura de los Estados Unidos se desarrolla la tabla nutricional para una equivalente a una cantidad de referencia normalmente consumida (RACC).

Posterior al definir la formulación de la Barra energética de Sorgo se hace la descripción del proceso productivo para realizar el análisis de peligros y puntos críticos de control (APPCC), desarrollando de forma breve los doce pasos para un sistema APPCC. Del APPCC se determina la etapa del proceso donde la inocuidad de alimentos se compromete (Punto Crítico de Control), y se establecen los Límites Críticos de Control (LCC). Para el proceso productivo de Barras energéticas el PCC se encuentra en el intercambiador de calor en la etapa de horneado que elimina la presencia de microorganismos como E-coli, *Staphylococcus aureus* y *Salmonella ssp*. Finalmente se muestra el diagrama de flujo a verificar in situ y un diagrama de flujo de proceso de elaboración de la barra de sorgo desarrollada.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL.**

Desarrollar utilizando la tecnología de procesamiento de alimento una barra energética a partir de Sorghum bicolor L. expandido como innovación del dulce típico denominado en El Salvador como “Alboroto”.

### **OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- a. Formular una barra energética de sorgo inflado a partir del procesamiento dulce típico denominado en El Salvador como “Alboroto” que, en combinación con maní, almendras y chocolate, represente una opción de consumo de sorgo.
- b. Calcular los costos para la elaboración de una barra energética de sorgo como innovación del dulce típico denominado en El Salvador como “Alboroto”.
- c. Escalar el proceso tecnológico de producción a nivel industrial, para la elaboración de una barra energética de sorgo como innovación del dulce típico denominado en El Salvador como “Alboroto”.
- d. Analizar la composición del alimento para construir la tabla nutricional de acuerdo con la formulación utilizada y diseñar la etiqueta de acorde a las directrices de etiquetado de alimentos.
- e. Evaluar el proceso productivo desarrollado mediante un Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control para el aseguramiento de la inocuidad del alimento formulado.

# CAPITULO I

## **MARCO REFERENCIAL**

### **1.1 DEFINICION DE PROYECTO DE INVESTIGACION Y DESARROLLO**

Los proyectos de investigación y desarrollo poseen diferentes enfoques de acuerdo con el objetivo que se busque alcanzar. De acuerdo con el Manual de Oslo (2005), la innovación empresarial puede subdividirse en: a) innovación de producto, a través de la introducción de un bien o de un servicio nuevo, o significativamente mejorado; b) innovación de proceso, por medio de la introducción de un nuevo o significativamente mejorado proceso de producción o de distribución, esto implica cambios significativos en las técnicas, los materiales y/o los programas informáticos; c) innovación de mercadotecnia vía la aplicación de un nuevo método de comercialización en el diseño o el envasado de un producto, su posicionamiento, su promoción o su tarificación, y d) innovación de organización, que se logra introduciendo un nuevo método organizativo en las prácticas, la organización del lugar de trabajo o las relaciones internas y externas de la empresa. El proyecto de la barra energética de sorgo puede ubicarse en el numeral a) y b), ya que se pretende mejorar significativamente el proceso tecnológico de producción e innovar el dulce típico conocido como Alboroto.

### **1.2 INVESTIGACION Y DESARROLLO EN EL SALVADOR**

El Gobierno de El Salvador, en diálogo con los sectores productivos y académicos del país, tanto públicos como privados, se comprometió a reactivar y transformar el sector productivo, base del crecimiento y el desarrollo nacional. Como producto de ese esfuerzo, se identificó la necesidad de que existan políticas sostenibles, articuladas y adecuadas que impacten de manera positiva en estos ámbitos. Para ello impulso la política vinculada con las Políticas Industrial, de Calidad, de Exportaciones, Educativa y otras, de forma tal que se oriente a la creación y aplicación de conocimientos, de ciencia. De esta forma en julio 2011 el estableció la política nacional de innovación, ciencia y tecnología.

Dentro del universo de la competitividad, la innovación y la adopción de la tecnología desempeñan un rol fundamental y determinante; y pueden medirse con los indicadores correspondientes a la capacidad para innovar, la calidad de la educación y de la formación de profesionales, la calidad de las instituciones de investigación científica, la disponibilidad

de investigadores y tecnólogos, el gasto en investigación y desarrollo (I+D) empresarial, el aporte de la universidad y la industria a la I+D, las patentes de utilidad y la obtención de productos de alta tecnología (Política nacional de innovación, ciencia y tecnología,2011).

### **1.3 CARACTERÍSTICAS DE PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

El desarrollo de nuevos productos o servicios refiere “al desarrollo e introducción de un producto que no ha sido elaborado antes por la empresa en ese mercado o la presentación de un antiguo producto en un nuevo mercado aun no explorado por la compañía”.

Existen múltiples razones por las que una empresa decide añadir nuevos productos o servicios a su cartera, como adecuación a nuevas exigencias de los clientes o consumidores, identificación de demandas de mercado insatisfechas, disminución de las ventas, incorporación de valor agregado a los productos, uso de materias primas nuevas o poco explotadas, adaptación a nuevas tecnologías, o mejor aprovechamiento de la infraestructura existente en la empresa (LATU, 2015).

Las etapas del desarrollo e investigación de un nuevo producto alimenticio pueden variar de acuerdo con la delimitación del investigador, pero existen cinco aspectos fundamentales a considerar:

- a) **Formulación:** a partir de la investigación y especificaciones solicitadas, en esta etapa se realizan las pruebas necesarias hasta establecer características sensoriales competitivas, los ensayos deben registrarse para que el investigador tenga información de aciertos y fallos, hasta la formulación definitiva.
- b) **Valor económico del producto:** realizar un costo para las unidades desarrolladas a escala de laboratorio, permite realizar un escalonamiento industrial a nivel económico como de materia prima involucrada respecto a un volumen estimado.
- c) **Evaluación nutricional:** independientemente del volumen estimado de producción los valores nutricionales de alimento desarrollado se mantendrán constantes mientras las proporciones permanezca iguales a la formulación establecida. Por tanto, esta etapa del proceso puede desarrollarse inmediatamente a la formulación.

- d) **Diseño del proceso productivo:** de acuerdo con la materia prima involucrada, la automatización del proceso o el grado tecnológico así será la maquinaria por usar en la producción, el tiempo por cada operación, y la metodología para que las variables de proceso sean estables.
- e) **Aseguramiento de calidad e inocuidad:** independientemente del producto desarrollado, el grado tecnológico-industrial del volumen de producción, es necesario que el diseño del proceso productivo se mantenga higiénico, para que las unidades producidas no representen un peligro al consumidor y estén acordes a los estándares de calidad establecida en el costo de producción. En esta etapa se incluyen las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) como fundamento del desarrollo de un sistema de gestión de inocuidad como un sistema Análisis de Peligro y Puntos Críticos de Control (APPCC o HACCP por sus siglas en inglés).

El desarrollo de productos alimenticios no es un proceso lineal, sino que cada resultado que se obtiene sirve para ajustar y mejorar los pasos anteriores. El proceso de constante retroalimentación permite realizar de forma ordenada y eficiente acciones, reorientación, defensa y supervivencia para el proyecto de i+D. A continuación, otra perspectiva de desarrollo de productos alimenticios de acuerdo con la Guía para el desarrollo de productos alimenticios Elaborado por el Departamento Gestión y Transferencia Tecnológica para el Desarrollo Local. Gerencia de Tecnología y Gestión. Laboratorio Tecnológico del Uruguay.

#### **1.4 LA IDEA ORIGINAL**

Define los lineamientos generales del producto, considerando especialmente el tipo de alimento y si está dirigido a un grupo poblacional específico, perfil de los potenciales consumidores, la materia prima a utilizar, los posibles proveedores, distribuidores y comercializadores, entre otros.

#### **1.5 INVESTIGACIÓN PRELIMINAR**

Consiste en evaluar la viabilidad de la idea original. Incluye el análisis de los componentes, del mercado, de los recursos disponibles y de la normativa existente. Por tratarse de un



producto alimenticio es fundamental investigar en profundidad sobre las opciones de materia prima, ingredientes, envases y otros insumos disponibles en la región para la producción del alimento, identificando a los potenciales proveedores. Verificar que la materia prima que se utilizará esté disponible todo el año o en los momentos necesarios de la producción. Si no es así, como en el caso de frutas o vegetales de estación, evaluar si su conservación es viable desde el punto de vista técnico y económico-financiero.

## **1.6 DESARROLLO DEL CONCEPTO**

A partir de la información obtenida en la investigación preliminar, se verifican las fortalezas y debilidades de la idea original y se le realizan los ajustes necesarios para lograr satisfacer las necesidades y expectativas de los consumidores, competir en el segmento de mercado seleccionado y cumplir con la normativa vigente. De esta forma, se tendrá la idea original ajustada a la situación existente o a la prevista en el futuro, lo que ayudará a enfocar los esfuerzos hacia un producto con mayor potencial de éxito. Es recomendable registrar todas las alternativas evaluadas, las decisiones tomadas y los motivos, a modo de bitácora del proceso de desarrollo. Como parte del concepto del producto alimenticio a desarrollar se debe incluir entre otros: los componentes principales (materia prima, ingredientes e insumos), los parámetros generales del proceso de producción.

## **1.7 DISEÑO DETALLADO DEL PRODUCTO**

Implica definir los detalles específicos del producto que aún no hayan quedado resueltos, incluyendo: los componentes detallados del producto, el proceso de producción, los proveedores y socios estratégicos, la forma de ofrecerlo en el mercado, los recursos necesarios para su implementación (humanos, materiales, económico-financieros). Se debe establecer la formulación del alimento, los insumos o materiales que lo integrarán, el proceso de producción, la presentación o packing, la forma de conservación y la información sobre el producto que recibirán los consumidores. También estimar la vida útil, los volúmenes a producir y los costos.

Para plantas procesadoras de alimentos es necesario cumplir el marco legal en El Salvador, el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA 67.01.33:06) dicta requerimientos para las plantas procesadoras de alimentos, tomando en cuenta aspectos sanitarios y medio ambientales, que garanticen la calidad e inocuidad de la producción.

## **1.8 VERIFICACIÓN Y TESTEO**

En esta etapa es importante realizar ensayos de elaboración a escala piloto para mejorar y establecer las variables del proceso, así como evaluar los sistemas de envase y las condiciones de almacenamiento previamente definidas. También es el momento de llevar a cabo los estudios de vida útil, evaluar la aceptabilidad y la preferencia de los potenciales consumidores, por medio de análisis sensoriales y análisis replicables con parámetros medibles de forma estandarizada.

## **1.9 PLANIFICACIÓN DE LA IMPLEMENTACIÓN**

Se planifican todas las acciones necesarias para la producción y comercialización del alimento, considerando las siguientes áreas: desarrollo físico, desarrollo organizacional, promoción y comercialización ya que algunos alimentos requieren mantenerse en condiciones de temperatura y humedad controladas durante el almacenamiento, distribución y comercialización.

## **1.10 ANÁLISIS DE VIABILIDAD ECONÓMICA Y FINANCIERA**

Para la realización del Análisis de viabilidad económica y financiera se recomienda pedir apoyo de un profesional entendido en el tema. El precio mínimo de un producto está definido por los costos, mientras que el precio máximo lo determinan los clientes, según lo que estén dispuestos a pagar. Entre estos dos extremos, se debe definir el precio de acuerdo con lo que la empresa quiera ganar. Además de calcular el punto de equilibrio en valor monetario, es relevante hacerlo en unidades de producto. Esto es: definir cuántas unidades de alimentos se deberán vender por mes o por año, para que el negocio sea económicamente viable.

## **1.11 IMPLEMENTACIÓN**

La flexibilidad y capacidad de adaptación a las nuevas tendencias del mercado y los hábitos del consumidor es primordial para mantener el producto competitivo en el mercado. El producto puede mantenerse vigente por medio de actualizaciones de la presentación o empaque, mejoras en la formulación, utilización de nuevos aditivos que contribuyan a la salud del consumidor.

# CAPITULO II

## MARCO TEORICO

### 2.1 DULCES TIPICOS

La clasificación de los dulces es amplia y no existe una definición única debido a la variación que experimentan respecto al país de origen y tecnología aplicada. La base de formulación es miel, azúcar (producto sólido cristalino), o dulce de panela (producido en molinos artesanales). Los dulces típicos se elaboran a partir de sacarosa en conjunto a lácteos, diferentes frutas, hortalizas o especias. Los dulces típicos se encuentran mayoritariamente en estado sólidos como dulces duros elaborados con azúcar cristalizada y dulces masticables elaborados con azúcar no cristalina (dulces esponjosos, algodones-filamentos o geles).

Algunos de los dulces típicos de mayor consumo son los Quiebra Dientes, una mezcla cristalizada de azúcares con maní y ajonjolí; la Cocada es un dulce masticable a base de coco, que utiliza como aglutinante dulce de panela o panela fundida, y El Alboroto que es un dulce esférico de sorgo o maicillo inflado (Anexo I), cuya forma esférica se logra usando dulce de panela. La Ilustración 2.1 muestra a Natividad de Mercedes Amores, quien es productora de Alborotos desde hace 45 años.



*Ilustración 2. 1 Forma tradicional de elaboración de dulce típico Alboroto (LPG,2021)*

La Tabla 2.1 presenta una forma de agrupar los dulces típicos de acuerdo con el tipo de alimento y criterio microbiológicos para garantizar la inocuidad de los alimentos; esta forma de agrupar los alimentos no se aplica para fines de etiquetado en cuanto a denominación del producto, y se enfoca principalmente en límites máximos permitidos de microorganismos.

*Tabla 2. 1 Criterios microbiológicos de alimentos de acuerdo con el origen o tecnología (adaptado de RTCA 67.04.50:08).*

<b>Grupos de alimentos de acuerdo al origen y/o tecnología aplicada en su elaboración</b>	Grupo 5- Productos de confitería: comprende todos los productos de cacao y chocolate y derivados, otros productos de azúcar, turrone, mazapán y dulces típicos.
<b>5.2 Subgrupo de alimento: Otros productos de azúcar</b>	5.2.1 Turrone mazapán y dulces típicos
<b>Tipo de riesgo B</b>	Por su naturaleza, composición, proceso, manipulación y población a la que va dirigida, tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud.
<b>Microorganismos monitoreados:</b>	Salmonella ssp, Staphylococcus aureus y Escherichia coli.
<b>Salmonella ssp/25 g (productos con huevo)</b>	Límite máximo permitido: Ausencia
<b>Staphylococcus aureus (productos con leche)</b>	Límite máximo permitido: 10 <sup>2</sup> UFC/g
<b>Escherichia coli</b>	Límite máximo permitido: < 3 NMP/g

## **2.2 DULCE TIPICO DENOMINDADO “ALBOROTO”**

El dulce típico, tradicional o artesanal denominado “Alboroto” es una esfera de sorgo inflado y dulce de panela fundido, es comercializados de forma ambulante y posee amplio valor cultural en El Salvador. El proceso de producción varia, pero en general, es elabora a partir de la gelatinización de los carbohidratos presentes en el grano de sorgo o maicillo, cuya presión de vapor aumenta al interior mediante la transferencia de calor con ayuda de una matriz grasa, habitualmente aceite vegetal. El aumento de la temperatura deriva en un grano inflado (explotado o reventado) como en las palomitas de maíz. Para formar la esfera comercializada se mezclan los granos inflados con dulce de panela fundida y son moldeados manualmente cada unidad. La selección de empaque varia desde bolsas transparentes hasta bandejas descartables cubiertas con film plástico. Algunos procesos de innovación experimentados es el uso de azúcar blanca fundida como aglutinante y aplicación de colorantes alimenticios. Supermercados han empezado la comercialización mediante líneas étnicas, pero no existe un censo de los productos, lugares de origen, clasificación o parámetros que deben cumplir.

La industria de alimentos constituye un sector económico importante en El Salvador en el periodo de enero a septiembre 2021 las exportaciones totales con otros países ascendía a US\$ 31.7 Millones en artículos de confitería sin cacao incluido (BCR, 2021), lastimosamente ya que la producción de dulces típicos se trata de un sector informal no es posible determinar el impacto económico de hasta actividad y se limita a la evaluación de empresas de mayor capacidad instalada como La Negrita quienes maquilan dulces típicos a las marcas Migueleña y Cuscatlán (Trigueros, 2003).

Emprendimientos familiares o cooperativas comercializan dulces típicos en supermercados, negocios informales, tiendas y ocasionalmente inician procesos de exportación, mientras que algunas empresas dedicadas a la producción de golosinas a nivel industrial desarrollan innovación de nuevos productos alimenticios a partir de dulces típicos. Tal es el caso de la golosina comercializada como “Alboroto” que es un dulce maíz inflado recubierto con caramelo desarrollado por Productos Alimenticios DIANA S.A DE C.V.

La presentación de alboroto comercializado por Productos Alimenticios DIANA en bolsas laminadas, son granos individuales inflados cubiertos de caramelo en presentaciones de 14 gramos y aportan un total de 193 kJ o 46 Cal, con información nutricional y registro sanitario.

La Tabla 2.2 presentan los parámetros promedios observados en las unidades artesanales comercializadas en el municipio de San Salvador, El Salvador. La observación se realizó en mercados municipales, ferias y en comerciantes informales, desde el mes de abril a noviembre 2021. El precio y diámetro de las esferas comercializadas es una característica variable respecto al productor, los valores indicados son valores promedios identificados.

*Tabla 2. 2 Parámetros promedios de Alborotos, observados desde abril a noviembre 2021, en las unidades artesanales comercializadas en el municipio de San Salvador.*

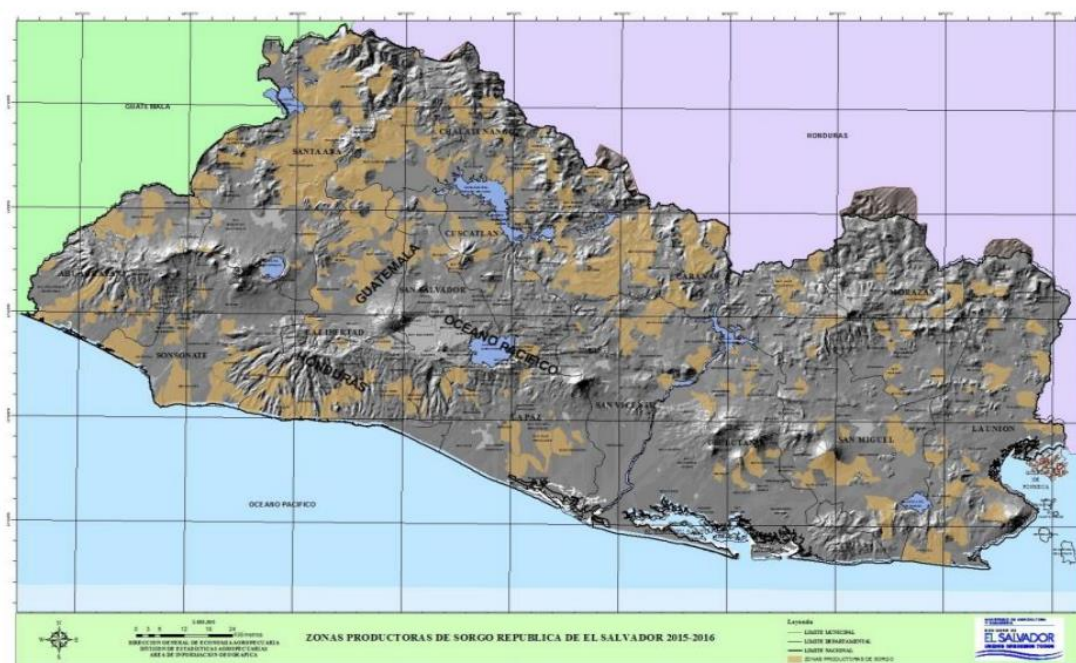
<b>Nombre</b>	Alboroto
<b>Tipo</b>	Dulce Típico masticable
<b>Forma</b>	Aglomeración esférica de sorgo inflado y dulce de panela fundido, esfericidad varía de acuerdo con el productor. Diámetro promedio 5 cm a 8 cm.
<b>Ingredientes</b>	Sorgo (maicillo o Sorghum bicolor, L. Moench), Panela (dulce de atado), aceite
<b>Valor energético</b>	100 g aportan 308 Kcal (Menchu,1996)
<b>Empaque</b>	Bolsa plástica transparente o film plástico
<b>Forma de comercialización</b>	Producción artesanal comercializada en ferias municipales ambulantes, tiendas de conveniencias y mercados locales.
<b>Precio</b>	Aproximadamente US\$ 0.15 (diámetro 5 cm) y US\$ 0.25 (diámetro 8 cm)
<b>Humedad</b>	15 %
<b>Temperatura de almacenamiento</b>	25 C (temperatura ambiente)



## 2.3 SORGO

El Sorghum bicolor L conocido como sorgo, mijo o maicillo, es un grano de amplio cultivo en El Salvador, cuantificado como 20.32 millones de quintales en 433,603 manzanas (303,522 hectáreas) sembradas a nivel nacional (CENTA, 2018), corresponde al segundo cereal de mayor cultivo, y sobrepasado solo por el maíz blanco. La diferencia entre el cultivo de sorgo y maíz blanco es que tradicionalmente el maíz blanco es parte de la canasta básica salvadoreña, mientras que el sorgo se destina como alimento animal. Mientras que para el año 2015-2016, fue reportados por la Encuesta Nacional Agropecuaria de Propósitos Múltiples (MAG, 2016).

La Dirección General de Economía Agropecuaria en el Anuario de Estadísticas Agropecuarias, para el año 2016 reporto el cultivo por superficie de 120,642 Mz, equivalente en producción de 2,315,382 QQ (quintales), estos datos significan un rendimiento de sorgo por manzana igual a 19.2%, así mismo se presentó un mapa con áreas cafés que indican el cultivo de sorgo en la superficie nacional (Ilustración 2.2).



*Ilustración 2. 2 Mapa de producción de Sorgo en El Salvador (Dirección General de Economía Agropecuaria, Anuario de Estadísticas Agropecuarias-MAG, 2016).*

El volumen de producción de sorgo y la utilización destinada para alimento de ganado, ha generado que casi se cubra con la demanda nacional y para el año 2015-2016, sea después del arroz integral, el segundo grano básico con menos exportación, 635,206 kg valorado en \$101,060.00, y las exportaciones centralizadas en Venezuela y Nicaragua se reporten por 818,000 kg,

En El Salvador ha sido estudiado el sorgo para consumo humano través del TPA-CENTA y el Instituto de Investigación del Sorgo y Mijo de los Estados Unidos (INTSORMIL), en la búsqueda de producir alimentos que se adapten a los cambios climáticos, con rendimiento agrícola competitivo y alto valor nutricional, estas investigación han concluido en diferentes artículos, uso del sorgo como sustituto en productos panificables, Guías técnicas del cultivo de sorgo, brochures de sorgo y escalonamiento de cultivo. La Tabla 2.3, refleja la composición nutricional del sorgo que fue presentada en el año 2018 por el CENTA, debido a estas características desde el año 2010 al 2019, se distribuyó una bebida a base de Sorgo en los centros escolares a cargo del Ministerio de Educación en los programas alimenticios del GOES.

*Tabla 2. 3 Composición nutricional del sorgo*

<b>Nutriente</b>	<b>Valor</b>
Proteína (g)	10.4
Grasa (g)	3.1
Ceniza (g)	1.6
Fibra cruda (g)	2.0
Carbohidratos (g)	707
Energía (kcal)	329
Calcio (mg)	25
Hiero (mg)	5.4
Tiamina (mg)	0.38
Riboflavina (mg)	0.15
Niacina (mg)	4.3

Fuente: (CENTA,2018).

## **2.4 BARRA ENERGÉTICA**

Las barras energéticas son aperitivos o snack listo para consumo elaborados a base de cereales y ocasionalmente frutos secos. Se trata de productos comercializados bajo diferentes marcas y que, en poco espacio y peso, aportan gran densidad de energía. El peso de cada unidad, envuelta individualmente, suele oscilar entre los 25 y los 70 gramos, y resultan muy fáciles de transportar y conservar, un aporte energético para cuando se desea y que no requiere mucho espacio de transporte (Ruiz, 2019).

Las barras energéticas poseen forma rectangular y pueden encontrarse con diferentes recubrimientos como por ejemplo chocolate, leche o derivados de sacarosa en diferentes densidades.

## **2.5 PROCESO PRODUCTIVO DE LAS BARRAS ENERGÉTICA**

La producción de alimentos tipo barras nutritivas comparten generalidades en el procesamiento en el cual una mezcla de granos es aglutinada ocasionalmente con aplicación de calor para disminuir el contenido de agua y posteriormente son moldeados o cortados en las dimensiones establecidas, para ser empacadas y finalmente distribuidas. A continuación, las etapas generales en este tipo de procesamiento.

**Recepción de materia prima seca y húmeda:** de acuerdo con los parámetros de calidad establecidos se evalúa la materia prima garantizando que los mismos no comprometan la inocuidad de las unidades producidas.

**Formulación:** las materias primas aptas son pesadas y acondicionadas para la formulación

**Mezcla y homogenización:** ingredientes líquidos se mezclan con ingredientes secos hasta quedar integrados totalmente.

**Amasado:** la mezcla se amasa de tal forma que logre una mayor homogeneidad y distribución de los ingredientes. Esta etapa puede realizarse combinado o de acuerdo con la textura de la barra producida

**Laminado y troquelado:** la mezcla que cumple las características de calidad establecida se moldea o se lamina, mediante una leve presión, de forma que quede esparcida sobre a placa de manera uniforme y compactada, evitando que se puedan formar grietas o pérdidas de masa al momento del desmoldado. En esta etapa se alcanza el espesor determinado para el tamaño de las barras energéticas deseadas. Las dimensiones de laminado y troquelado varían de acuerdo con las especificaciones de producción establecidas, mientras que en el corte o troquelado puede realizarse con cuchillo, rodillos con cuchillas o moldes con cuchillas.

**Horneado:** con la finalidad de eliminar la humedad de la masa y se favorezca su conservación, los moldes son llevados al horno a una temperatura de 170 °C o 185 °C por un tiempo de 10-20 minutos.

**Enfriamiento:** después de la etapa de horneado se retiran los moldes del horno o se transportan por bandas para enfriar a temperatura ambiente.

**Envasado y etiquetado:** el envase primario dispuesto debe presentar resistencia al vapor de agua y al paso de luz, con el fin de retener la oxidación y aumentar la vida de anaquel de la barra.

**Almacenamiento:** las barras energéticas deben almacenarse en bodegas secas en condiciones ambientales normales, equivalente a 25°C y deben permanecer separadas de materia prima, con el objetivo de lograr preservar la calidad producida y mantener la inocuidad.

### 2.5.1 ESCALAMIENTO INDUSTRIAL

El escalamiento industrial es la etapa de la planificación de un proyecto en el cual posteriormente a establecer la formulación y validar el comportamiento del alimento diseñado, se procede a evaluar los recursos de maquinaria, materia prima e insumos para producir unidades inocuas y de calidad establecida.

El escalonamiento de la producción debe realizarse considerando la disponibilidad de materia prima en los meses del año, la duración o el grado de conservación de la materia prima, tamaño de población o público meta del alimento, maquinaria y mantenimiento necesario, entre otros. Para el caso de un nuevo producto es posible realizar por un profesional un

estudio de mercado o la evaluación de la población hacia el tipo de alimento desarrollado. Para los motivos presentes no fue realizado un estudio de mercado y se tomaran en cuentas las evaluaciones mercadotécnicas a implementar.

A continuación, se muestran según la Revista de Alimentos, los errores más comunes en el escalamiento de un producto alimenticio (López, 2017).

- a) Asumir la vida útil del producto a partir de otro “similar”: Algunas veces durante el desarrollo de un producto, presionados por la fecha límite de lanzamiento, se cree que se puede asumir la vida útil de nuestro producto comparándolo en composición o desempeño con otro similar. Cada producto es único, independiente y las reacciones e interacciones que se dan entre ingredientes no siempre son las mismas, ya que esto dependerá de las proporciones, de la actividad del agua del alimento, factores ambientales, condiciones de proceso, entre otros.
- b) No tener en cuenta la capacidad mínima y máxima de los equipos: Cuando se está trabajando con equipos de proceso existen variables de diseño que debe tener en cuenta, como las capacidades mínimas y máximas de los equipos, no solo para su funcionamiento eléctrico o mecánico, así como características diseñadas en laboratorio o plantas piloto.
- c) Fórmula de producción: cuando se desarrolla un producto es importante tener en cuenta que este será producido a escalas mayores, en grandes cantidades y que estarán muchas personas involucradas en el proceso. Desde el desarrollo del producto en el laboratorio se debe pensar cómo será llevado a una planta de producción controlando y monitoreando la calidad a lo largo del proceso.
- d) Condiciones ambientales: ¿Qué condiciones ambientales tiene uno y otro sitio? ¿Hay estaciones? ¿La temperatura cambia? ¿La humedad cambia? ¿Cuál es la presión atmosférica? ¿Cómo afecta esto el proceso de elaboración del producto? ¿Cómo afecta los materiales? ¿Cómo afecta los productos intermedios? Siempre que se vaya a reproducir un proceso en otro sitio, hay que revisar a conciencia el impacto de las condiciones ambientales (temperatura y presión ambiental, humedad relativa) en el producto y en su proceso de elaboración.

- e) Transporte de materia primas y producto terminado: es importante tener en cuenta estas condiciones en el diseño de la cadena de distribución y en el impacto del costo del producto.
- f) Variables de control: son aquellas que en las fases de escalamiento deberán ser medidas y determinantes para asegurar la reproducibilidad de producto desarrollado y de las cuales se derivarán las variables de control del proceso a nivel industrial. Estas variables de diseño son las que permitirán identificar de raíz la causa de un problema o mejorar el proceso en una etapa posterior.

## **2.6 ETIQUETADO DE ALIMENTOS.**

La etiqueta nutricional, viñeta nutricional, tabla o valores nutricionales, es una tabla resumen que proporciona al consumidor y al público en general la información necesaria para realizar valoración sobre la composición de un alimento o producto alimenticio. La viñeta nutricional debe incluir información del tamaño de la porción por presentación, el aporte energético en calorías o kilo Joules, además debe reflejar los valores de los principales nutrientes como grasa total, aporte de colesterol, sodio, carbohidratos totales, fibra Dietética, azúcares y azúcares añadidos, proteína, y minerales como: Vitamina D, calcio, hierro y potasio. Los anteriores valores suelen reflejarse en valores masicos y en valores porcentuales respecto a la demanda nutricional de una persona promedio cuya dieta está organizada diariamente en 2,000 calorías. Además, debe mostrar en forma descendente los ingredientes que constituyen al alimento. Y a causa del aumento de casos alérgicos presentados por parte de la población debe indicarse la presencia de ingredientes clasificados como alergenicos; la tabla nutricional debe indicar de forma clara los alergenicos contenidos.

Las tablas nutricionales suelen ser desarrolladas por medio de análisis bromatológicos en los cuales se evalúa la composición química de la materia que constituye un producto alimenticio, en El Salvador existen algunos laboratorios que poseen certificación para realizar este tipo de análisis, pero el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (en inglés: United States Department of Agriculture, USDA) con el objetivo de que los consumidores tengan información para decidir sobre los alimentos y como alternativa al desarrollo de una tabla nutricional confiable, realizo la evaluación de 8,185 alimentos o

ingredientes, para que esta información sea utilizada como un parámetro de referencia estándar por cada 100 gramos de alimento. La última revisión de esta base de datos se realizó el 28 de mayo del año 2016 y corresponde a la versión 28, que es identificada como base de datos SR28. Tablas nutricionales realizadas con la base de datos SR28 por la USDA poseen código ASCII (The American Standard Code for Information Interchange o Código Estándar Estadounidense para el Intercambio de Información) que es un formato de almacenamiento general que guarda los datos mediante texto simple. La porción recomendada ha sido definida de acuerdo con el Etiquetado de Alimentos de la FDA como cantidades de referencia o cantidades de referencia normalmente consumida (identificadas como RACC por las siglas en inglés de Reference Amounts Customarily Consumed). Los valores de los macronutrientes se reflejan de acuerdo con la aproximación recomendada por Susan Nielsen en Análisis de Alimentos (Food Analysis) y a la Norma General Para El Etiquetado De Los Alimentos Preenvasados (NSO 67.10.01:03).

## **2.7 SISTEMAS DE INOCUIDAD Y CALIDAD DE ALIMENTOS.**

### **2.7.1 BUENAS PRACTICAS DE MANUFACTURA**

Reconocidas como BPM, las Buenas Prácticas de Manufactura fueron desarrolladas por el Codex Alimentarius con el objetivo de proteger a los consumidores y son los principios básicos para garantizar la producción de alimentos inocuos en instalaciones higiénicas, tiene como objetivo principal asegurar condiciones favorables para la producción de alimentos inocuos. Los manuales de BPM deben poseer lenguaje de fácil comprensión que transmitan la información de manera clara, ya que estarán disponibles para todo el personal.

### **2.7.2 PROGRAMAS PREQUISITOS**

Según la OMS (Organización Mundial de la Salud), los programas prerrequisitos son todos los procedimientos incluyendo las BPM y los Procedimientos Operativos Estándar que constituyen la base higiénica y sanitaria necesaria para la aplicación adecuada de un Sistema de gestión de la inocuidad alimentaria.

### 2.7.3 SISTEMA APPCC

El sistema de Análisis de Peligros y Puntos Críticos de Control (APPCC) o por las siglas en inglés de Hazard Analysis and Critical Control Points (HACCP), busca desarrollar de forma científica y sistemática la identificación de peligros específicos en cuanto a inocuidad alimentaria en el proceso productivo de alimentos para reducir, controlar o eliminar los mismos. Como aspecto alterno la implementación de un sistema APPCC, facilita la inspección de las autoridades sanitarias y promueve el comercio internación, ya que aumenta la confianza en cuanto a inocuidad de alimentos.

El APPCC consta de 5 tareas previas a desarrollar y los 7 principios APPCC (OIRSA, 2016). La Tabla 2.4 señala estas 12 tareas, actividades o pasos permiten el estudio del escenario productivo y la implementación del sistema.

*Tabla 2. 4 Pasos APPCC*

<b>12 pasos para un sistema APPCC</b>	
<b>Tareas preliminares a APPCC</b>	<b>Principios APPCC</b>
<ol style="list-style-type: none"><li>1. Establecer un equipo de APPCC.</li><li>2. Describir el producto.</li><li>3. Identificar el uso al que ha de destinarse el producto.</li><li>4. Elaborar el diagrama de flujo del producto.</li><li>5. Confirmar el diagrama de flujo in situ.</li></ol>	<ol style="list-style-type: none"><li>1. Análisis de peligros.</li><li>2. Determinación de puntos críticos de control (PCC).</li><li>3. Establecimiento de límites críticos.</li><li>4. Determinación de los procedimientos de monitoreo.</li><li>5. Determinación de acciones correctivas.</li><li>6. Determinación de procedimientos de verificación.</li><li>7. Definición de los procedimientos de registro y documentación.</li></ol>

El sistema APPCC implementado debe incluir de forma amplia prerequisites necesarios para cada actividad industrial como los Procedimientos Operacionales Estándares de Saneamiento, Buenas Prácticas de Manufactura, capacitación e higiene del personal, la evaluación de los proveedores, trazabilidad y recuperación o retiro del producto.



# **CAPITULO III**

## DESARROLLO TECNOLÓGICO.

Para la realización de un escalamiento industrial es necesario contemplar previamente el proceso de elaboración de la barra energética de sorgo a nivel de laboratorio, con este objetivo fue realizada la búsqueda de campo que permitió conocer a profundidad el proceso de elaboración de Alboroto a nivel artesanal.

Posterior a la investigación de campo fue importante realizar diferentes experimentos que proporcionaran una barra energética de consistencia y apariencia deseada.

Previo al establecimiento de los parámetros y procedimientos de laboratorios (Anexo II), para la planeación del escalonamiento industrial se realizaron dos experimentaciones (Ilustración 3.1). Las barras se identificaron como: Barra 1 (B1) en la que utilizo miel de abeja como aglutinante y otra identificada como Barra 2 (B2) con chocolate como aglutinante.

La prueba experimental B1 no cumplió la consistencia esperada para una barra energética, ya que transcurridas varias horas no adquirió la consistencia firme característica. La prueba experimental B2 cumplió con la consistencia esperada, posteriormente a una hora, pero esperar 60 minutos en un proceso industrial no es económicamente viable. La experimentación se modificó, en la formulación de la Barra 3 (B3), incorporando huevo en la formulación y eliminando agua mediante proceso térmico, fue posible lograr la palatabilidad, firmeza y aspecto característico en menos tiempo (Anexo III).



*Ilustración 3.1 Experimentación previa: Barra 1 (B1) y Barra 2 (B2)*

La barra energética es la combinación de materia prima húmeda y seca en una mezcla de homogénea, que será sometida a un proceso de eliminación de agua mediante aplicación de calor, por tanto, es necesario que para obtener una barra energética de 40 gramos con humedad del 4% se ajuste el peso de 61.68 gramos de masa con humedad del 37.65%, de los cuales aproximadamente 21.69 gramos de agua serán eliminados. La Tabla 3.1 muestra las proporciones necesarias de masa húmeda al 37.65% de materia prima.

*Tabla 3. 1 Proporciones de materia prima para la barra de sorgo formulada (B3) en base húmeda de 37.65%*

<b>Materia prima</b>	<b>Peso (g)</b>
Huevo	19.92
Sorgo	17.62
Maní	13.41
Azúcar	3.83
Almendras	3.83
Chocolate	2.30
Canela	0.77
<b>Total</b>	<b>61.69</b>

Para una barra energética de masa húmeda del 37.65% se obtiene una fracción peso ( $X_m$ ). Posterior a la pérdida de agua asociada al proceso térmico de horneado, la barra formulada pesa 40 g y posee una humedad de 4%. Ya que no es posible identificar cual es la pérdida de agua por cada ingrediente, se calcula la nueva cantidad de ingredientes de la barra a 4% de humedad a partir de la fracción peso inicial ( $X_m$ ) pero esta vez con una base de cálculo de 40 g. La Tabla 3.2 señala el peso de cada ingrediente para la masa al 37.65% humedad y para masa al 4% humedad.

*Tabla 3. 2 Peso de Ingredientes estimados en la formulación de la barra energética de Sorgo para masa húmeda al 37.65% y para masa húmeda al 4%.*

<b>Formula</b>	<b>Masa 37.65% H<sub>2</sub>O (g)</b>	<b>Xm (%)</b>	<b>Masa 4% H<sub>2</sub>O (g)</b>
Huevo	19.92	0.32	12.92
Sorgo	17.62	0.29	11.43
Maní	13.41	0.22	8.70
Azúcar	3.83	0.06	2.48
Almendras	3.83	0.06	2.48
Chocolate	2.30	0.04	1.49
Canela	0.77	0.01	0.50
<b>Total</b>	<b>61.68</b>	<b>1.00</b>	<b>40.00</b>

### **3.1 PROCESO PRODUCTIVO DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS**

El sistema de producción consiste en la transformación de insumos, las funciones básicas para el proceso productivo influyen en la elección de la tecnología, distribución de las instalaciones, análisis del flujo del proceso, ubicación de las instalaciones, equilibrio de las líneas, control de procesos y análisis de transportes. Una vez realizada la experimentación a nivel de laboratorio es posible realizar una propuesta de proceso productivo básico para la elaboración de barras de sorgo. Esta propuesta debe ajustarse y acondicionarse posteriormente de acuerdo con las demandas y rendimientos reales de funcionamiento en planta.

#### **3.1.1. RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA**

El grano ingresa a la producción, debe cumplir con el perfil establecido (color blanco uniforme, tamaño, humedad menor al 11%, grado de pureza, o sea que no contenga materias extrañas, y no supere el porcentaje de granos partidos de 1% como máximo). Así mismo el azúcar debe ser blanca y granulada, el chocolate debe contener 70 % a 80 % de cacao, el maní y las almendras no deben superar el 11% de humedad. Las pruebas y los valores

esperados para los granos de Sorgo se indican en la Tabla 3.3 muestra las especificaciones de requeridas para el grano de sorgo.

*Tabla 3. 3 Parámetros del grano de Sorgo (CENTA, 2018).*

<b>SORGO PARAMETRO</b>	<b>VALOR ESPERADO</b>	<b>PRUEBA</b>
Color del grano (gluma)	Blanco o crema	Observación o colorímetro
Dureza del grano	Blando	Se puede determinar con una prueba simple, que consiste en cortar el grano por mitad y raspar el interior; si las partículas que se desprenden son finas y se desprenden con facilidad; o utilizando un equipo especial llamado Hardness single tester. (medidor de dureza individual).
Grosor de la cáscara	Apariencia delgada	Observación visual.
Contenido proteico	De 9 a 11 %	Las variedades comercializadas en El Salvador se encuentran en este rango (comprobable mediante análisis bromatológico)

### **3.1.2. LIMPIEZA Y LAVADO DE SORGO**

Preliminarmente se realiza la eliminación de peligros físicos y restos de insectos, se procede a sumergir durante 2 minutos el sorgo mientras son retirados restos de plantas o piedras de apareamiento normal en los granos, y posteriormente el grano se debe lavar con agua potable una vez más.

### **3.1.3. SECADO Y EXPLOSIÓN**

El secado se realiza en un horno de bandeja a 135°C por 5 minutos, posteriormente por aproximadamente 3 minutos se realiza la explosión del grano cuando la presión de vapor al interior del grano aumenta a causa de la transferencia de temperatura.

### **3.1.4. FORMULACIÓN**

Las materias primas húmedas y secas son pesadas de acuerdo con la proporción establecida para evitar modificación en las barras de sorgo producidas.

### **3.1.5. MEZCLADO**

Una vez se realiza el proceso de explosión del grano es necesario la incorporación y mezcla de la materia prima seca con el sorgo inflado durante 5 minutos.

### **3.1.6. AGLOMERACIÓN**

Como aglutinante se utiliza huevo y azúcar, hasta lograr una mezcla húmeda homogénea durante 5 minutos.

### **3.1.7. LAMINADO Y TROQUELADO**

La operación de laminado consiste en el uso de varios rodillos de acero, que irán laminando la masa y disminuyendo su grosor a medida que pase cada juego de rodillo hasta lograr el espesor requerido para la barra.

En el troquelado produce corte, tamaño, impresión de superficie, al presionar este tipo de rodillo sobre la lámina de masa y lona que la transporta que está situada sobre el rodillo está cortará y moldeará la barra de forma rectangular en 12 cm de largo y 4 cm de ancho aproximadamente.

### **3.1.8. HORNEADO**

Las barras formadas se someten a cocción durante 15 minutos en un intercambiador de calor por lotes (horno) a 185°C, esta etapa del proceso elimina parte de la masa de agua adicionada previamente. A la salida de las barras del horno, se instalan detectores de metales, en caso de detectar de metal en la masa.

### **3.1.9. ENFRIAMIENTO**

A la salida del horno debe estar disponible una cinta transportadora de enfriamiento, en la cual durante 12 minutos aproximadamente llegue a la mesa de empaque a temperatura ambiente.

### **3.1.10. ENVASADO Y ETIQUETADO**

El envase primario dispuesto debe presentar resistencia al vapor de agua y al paso de luz, con el fin de retener la oxidación y aumentar la vida de anaquel de la barra. El empaque primario pueden ser polipropileno o poliestireno, pero una excelente opción es el uso de bobinas o bolsas previamente formadas de polietileno de baja densidad (PEBD), ya que las bolsas de polietileno son más resistentes frente a la rotura y a la temperatura que las bolsas de polipropileno, cuestan más de abrir y son algo menos transparentes (menor paso de luz), además son más flexibles, pero menos ligeras. Respecto a las propiedades físicas, las bolsas de polietileno de baja densidad (LDPE o PE-LD) que oscila entre 0.910 a 0.925 gr/cm<sup>3</sup>, pueden soportar temperaturas de hasta 80°C (las barras serán almacenadas en bodegas secas a temperatura ambiente estándar), las bolsas de polietileno de baja densidad son más flexibles que las de alta densidad, muy resistente a los ataques de sustancias químicas, impermeables al agua y resistencia al impacto en bajas temperaturas (Embalajes Terra, 2021).

Cada barra se debe incluir en el empaque nombre, número de lote, fecha, lugar de producción, vencimiento, registro sanitario y etiqueta nutricional que especifique el peso de la porción, de porciones por envase, la presencia de alérgenos, lista de ingredientes y macronutrientes declarados.

### 3.1.11. ALMACENAMIENTO

Las barras energéticas están planificadas para ser empacadas en cajas de 6 unidades como empaque secundario y posteriormente ser almacenadas en bodegas secas de producto terminado.

### 3.2 ESCALAMIENTO INDUSTRIAL

En El Salvador solo existen dos temporadas climáticas, la época húmeda y época seca, por tanto, las afectaciones de acuerdo con el clima serán mínimas para la producción y el transporte, en cuanto a materia prima el sorgo es un cereal resistente al cambio climático y parte del consumo nacional es suplido mediante importación. En los alcances de esta investigación no fue realizada el estudio de vida útil por lo tanto no se refleja un periodo de tiempo y es recomendable realizar posteriores estudios de acuerdo con las características de deterioro que presenta el alimento. En la Tabla 3.4 se muestran las variables de proceso a controlar, para garantizar unidades producidas inocuas y de calidad.

*Tabla 3. 4 Variables de proceso determinadas a partir de experimentación y estudio del proceso tecnológico de barras de Sorgo inflado.*

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Variable por controlar</b>	<b>Materia prima</b>
Recepción de materia prima	%H=11% %H=10.3% %H=11% %H=9.2%	Sorgo Maní Almendras Canela
	%Cacao= (70 a 80) %	Chocolate oscuro o chocolate amargo
	Calidad del huevo	Huevo
	%H= 6 % Contenido de palmitato de Retinol. (NSO 67.20.01:03)	Azúcar blanca 15 mg / kg al menos en el 80 % de las muestras analizadas
Limpieza y lavado de sorgo	Lavado t= 5 min Enjuague 1 y 2 t= 10 min	Sorgo en grano
Secado y explosión	Secado t= 15 min y T= 135°C Explosión t= 5 min y T= 135°C	Sorgo en grano húmedo

Continúa...



*Tabla 3. 4 Variables de proceso determinadas a partir de experimentación y estudio del proceso tecnológico de barras de Sorgo inflado (continuación).*

<b>Etapa del proceso</b>	<b>Variable por controlar</b>	<b>Materia prima</b>
Mezclado	t= 5 min y T= 255°C	Ingredientes secos
Aglomeración	t= 10 min y T= 25°C	Azúcar y huevo Ingredientes secos
Aglomeración	t= 10 min y T= 25°C	Azúcar y huevo Ingredientes secos
Laminado y Troquelado	t= 10 min y T= 25°C Dimensiones: Longitud a = 12 cm Ancho b= 4 cm Espesor c= 1 cm	Masa de barra
Horneado	t= 15 min y T= 185°C	Barras formadas
Enfriamiento	t= 12 min y T= 25°C	Barras horneadas
Envasado y etiquetado	t= 60 min y T= 25°C	Barras horneadas
Almacenamiento	Condiciones ambientales normales T=(25% ±4) °C Humedad=(35 ±5) %	Producto terminado

### **3.2.1 VOLUMEN DE PRODUCCION**

La planificación está programada, considerando los días al año que el código de trabajo establece como asueto nacional o días festivos, en los cuales la producción se debe detener o remunerar con doble salario. En promedio aproximado la sumatoria anual de estos días equivale a 2 semanas calendario, por lo que, para 52 semanas anuales, son 50 semanas laborales. Para la producción se ha establecido jornadas de 7:30 a 17:00 horas, durante 5 días a la semana, de lunes a viernes. Debido a que no se ha realizado un estudio de mercado para definir la demanda, el volumen de producción se realiza por unidades estimadas a producir diariamente, este número corresponde a 10,000 unidades de barras diarias de 40 gramos, la Tabla 3.5 indica la demanda de materia prima semanal, mensual y anual.

*Tabla 3. 5 Demanda semanal, mensual y anual estimada de materia prima.*

<b>Materia prima</b>	<b>Fracción masa (%X)</b>	<b>Producción diaria Unidades de 40 g (kg)</b>	<b>Producción semanal Unidades de 40 g (kg)</b>	<b>Producción mensual Unidades de 40 g (kg)</b>	<b>Producción anual Unidades de 40 g (kg)</b>
Huevo	0.323	199.23	996.17	3,984.67	49,808.43
Sorgo	0.286	176.25	881.23	3,524.90	44,061.30
Maní	0.217	134.10	670.50	2,681.99	33,524.90
Azúcar	0.062	38.31	191.57	766.28	9,578.54
Almendras	0.062	38.31	191.57	766.28	9,578.54
Chocolate	0.037	22.99	114.94	459.77	5,747.13
Canela	0.012	7.66	38.31	153.26	1,915.71
<b>Producción diaria (10,000 U)</b>	1.000	616.86	3,084.29	12,337.16	154,214.56

Las barras energéticas de Sorgo serán comercializadas en una caja de 6 unidades, embaladas en paquetes de 12 cajas, en la Tabla 3.6 se estima la producción para el producto terminado por año.

*Tabla 3. 6 Producción estimada por año.*

<b>Producción</b>	<b>Diarias</b>	<b>Semanales</b>	<b>Mensuales</b>	<b>Anuales</b>
Barras producidas (Unidades 40 g)	10,000.0	50,000.0	200,000.0	2,500,000.0
Cajas (6 Unidades)	1,666.7	8,333.3	33,333.3	416,666.7
Paquetes (12 cajas)	138.9	694.4	2,777.8	34,722.2

### 3.3 EVALUACIÓN ECONÓMICA DE LA PRODUCCIÓN.

En El Salvador la unidad de medida más común para la comercialización de materia prima es la libra, por tanto, es oportuno reflejar los costos de producción en dólar americanos (US\$) por libra. Los precios reflejados corresponden a las valoraciones de la tercera semana de septiembre 2021 y se detallan en la Tabla 3.7, de donde se observa, para una barra energética de 40 gramos el costo total de la materia prima utilizada. Para la evaluación económica se establece un tamaño de lote producido igual a 135.71 lb lo que corresponde a 61.69 kilogramos de materia prima. Por tanto 616 unidades tienen un costo de producción de US\$168.49.

*Tabla 3. 7 Costos de producción para las barras energéticas de sorgo.*

<b>Producto</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Costo u.</b>	<b>Costo total</b>
Huevo	43.830	lb	0.80	\$ 35.06
Sorgo	38.770	lb	0.25	\$ 9.69
Maní	29.500	lb	0.45	\$ 13.28
Azúcar	8.430	lb	0.50	\$ 4.22
Almendras	8.430	lb	8.00	\$ 67.44
Chocolate	5.060		7.00	\$ 35.42
Canela	1.690		2.00	\$ 3.38
<b>Total</b>	135.71			<b>\$ 168.49</b>
<b>Rendimiento / costo unitario materia prima</b>	<b>616</b>	Unidad	<b>19.00</b>	
<b>Costo de materia prima por unidad 40 g</b>			<b>616</b>	<b>\$ 0.2735</b>

Las barras serán comercializadas por cajas identificadas con 6 unidades individuales, los empaques primarios serán bolsas de polietileno impresas, el costo de empaque de presentación asciende a US\$ 0.85 (Tabla 3.8).

*Tabla 3. 8 Costo por empaque para la barra de Sorgo.*

<b>Costo empaque</b>	<b>Unidades</b>	<b>Precio unitario</b>	<b>precio parcial</b>
Bolsa polietileno impresa	150	\$ 0.0010	\$ 0.15
Caja corrugada genérica	1	\$ 0.6850	\$ 0.68
Etiqueta blanca 3x2	1	\$ 0.0111	\$ 0.01
<b>Costo total</b>			<b>\$ 0.8350</b>

La Tabla 3.9 refleja el resumen de costos de producción, considerando que la distribución se realizará por paquetes de 150 unidades por un costo de producción de US\$ 47.85, distribuidas en 25 cajas de 6 barras energéticas de sorgo.

*Tabla 3. 9 Resumen de costos de producción.*

<b>Resumen costo</b>		
<b>Costo materia prima (150 unidades)</b>	<b>Unidad</b> \$0.273462	\$ 41.0193
<b>Costo empaque</b>		\$ 0.8350
<b>Costo total (caja 150 unidades)</b>		<b>\$ 41.8543</b>
<b>Costo total (1 unidad)</b>		<b>\$ 0.2790</b>

### 3.4 EVALUACIÓN NUTRICIONAL

Posteriormente a establecer la formulación para la Barra Energética de Sorgo, cuyos ingredientes en proporción descendente son huevo, sorgo, maní, azúcar, almendras, chocolate, y canela, de los cuales dos están clasificados como alérgenos (huevo, maní, almendras y canela) se determina mediante el uso de la base de datos SR28 una unidad de barra, una barra de 40 gramos o una pieza, es equivalente a una cantidad de referencia normalmente consumida (en inglés RACC).

En la utilización del SR28, es primordial realizar la identificación de cada ingrediente de acuerdo con el nombre y código que la base de datos ha establecido, para posteriormente calcular el aporte de nutrientes por cada ingrediente. Debido a que la base de datos fue desarrollada por el USDA, los nombres de los ingredientes se encuentran en inglés como muestra la Tabla 3.10; una vez identificados los ingredientes según el SR28 se realiza el aporte de cada ingrediente con la proporción masa de la barra formulada. La Tabla 3.11 muestra el aporte energético, las grasas totales, grasas saturadas, colesterol, sodio y carbohidratos, de cada ingrediente. Mientras que la Tabla 3.12 indica por cada ingrediente el aporte de fibra dietética, azúcar total, azúcar añadida, proteína, vitamina D, calcio, hierro y potasio. Cada aporte energético se evalúa finalmente respecto al valor diario recomendado para una dieta de 2,000 Cal, como indica la Tabla 3.13.

*Tabla 3. 10 Identificación de los ingredientes según la base de datos SR28*

<b>Ingredientes</b>	<b>Código</b>	<b>Ingrediente SR28</b>
Huevo	1123	EGG,WHL,RAW,FRSH
Sorgo	20067	SORGHUM
Maní	16087	PEANUTS,ALL TYPES,RAW
Azúcar	19335	SUGARS,GRANULATED
Almendras	12061	ALMONDS
Chocolate	19904	CHOCOLATE,DK,70-85% CACAO SOL
Canela	2010	CINNAMON,GROUND

*Tabla 3. 11 Aporte cuantitativo de energía, grasa total, grasas saturadas, colesterol, sodio y carbohidratos por ingrediente.*

Ingredientes	Fracción peso (Xm)	Calorías	Grasa total	grasa saturada	Colesterol	Sodio	Carbohidratos Totales
Huevo	0.323	46.1747	3.0708	1.0093	120.1188	45.8518	0.2324
Sorgo	0.286	96.8571	0.9429	0.1307	0.0000	1.7143	21.3229
Maní	0.217	123.2608	10.7043	1.4857	0.0000	3.9130	3.5065
Azúcar	0.062	24.0372	0.0000	0.0000	0.0000	0.0621	6.2099
Almendras	0.062	35.7143	3.0697	0.2317	0.0000	0.0621	1.3459
Chocolate	0.037	22.2857	1.5887	0.9126	0.1118	0.7453	1.7105
Canela	0.012	3.06832	0.0154	0.0043	0.0000	0.1242	1.0011
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>351.3983</b>	<b>19.3916</b>	<b>3.7743</b>	<b>120.2306</b>	<b>52.4729</b>	<b>35.3294</b>

*Tabla 3. 12 Aporte cuantitativo de fibra dietética, azúcar total, azúcar añadida, proteína, vitamina D, calcio, hierro y potasio por ingrediente.*

Ingredientes	Fibra Dietética	Azúcar total	Azucares añadidas	Proteína	Vitamina D	Calcio	Hierro	Potasio
Huevo	0.0000	0.1195	-	4.0556	0.6458	18.0824	0.5651	44.5602
Sorgo	1.8000	0.0000	-	3.2285	0.0000	8.0000	1.2571	100.0000
Maní	1.8478	0.8630	-	5.6086	0.0000	19.9999	0.9957	153.2608
Azúcar	0.0000	<b>6.1988</b>	-	0.0000	0.0000	0.0621	0.0031	0.1242
Almendras	0.7578	0.2416	-	1.3180	0.0000	16.3975	0.2311	43.7889
Chocolate	0.4062	0.8940	-	0.2903	0.0000	2.72049	0.4434	26.6459
Canela	0.6596	0.0269	-	0.0496	0.0000	12.4472	0.1034	5.3540
<b>Total</b>	<b>5.4714</b>	<b>8.3439</b>	<b>6.1986</b>	<b>14.5507</b>	<b>0.6458</b>	<b>77.7097</b>	<b>3.5989</b>	<b>373.7341</b>

*Tabla 3. 13 Valores diarios recomendado para una dieta de 2,000 Cal de la Barra de Sorgo desarrollada.*

<b>Atributo</b>	<b>Calorías (Cal)</b>	<b>Grasa Total (g)</b>	<b>Grasa Saturada (g)</b>	<b>Grasa trans (g)</b>	<b>Colesterol (mg)</b>	<b>Sodio (mg)</b>	<b>Carbohidratos Totales (g)</b>
Cantidad	140.5593	7.7567	1.5097	0	48.0922	20.9891	14.1317
Valor diario recomendado (% VD)	-	9.94%	7.55%	-	16.03%	0.91%	5.14%

Continua...

*Tabla 3. 13 Valores diarios recomendado para una dieta de 2,000 Cal de la Barra de Sorgo desarrollada (Continuación).*

<b>Atributo</b>	<b>Fibra Dietética (g)</b>	<b>Azúcar total (g)</b>	<b>Azúcares añadidas (g)</b>	<b>Proteína (g)</b>	<b>Vitamina D (mcg)</b>	<b>Calcio (mg)</b>	<b>Hierro (mg)</b>	<b>Potasio (mg)</b>
Cantidad	2.1886	3.3375	2.4795	5.8203	0.2583	31.0839	1.43954	149.4936
Valor diario recomendado (% VD)	7.82%	-	4.96%	-	1.29%	2.39%	8.00%	3.18%

Las aproximaciones necesarias se realizan de acuerdo con la cuarta edición de Análisis de alimentos (Food Analysis) de Dr. S. Suzanne Nielsen publicado en 2009. Para los valores mostrados de vitamina D en la etiqueta se indica que no son una fuente significativa ya que son menores al 2%, además los valores de hierro y potasio se aproximan a la cantidad que proporcione la mayor consistencia en la etiqueta de los alimentos y evite confusión al consumidor (21 CFR 101.9 (d) (7) (iii)).

Una barra nutritiva de Sorgo de 40 gramos es una pieza o cantidad de referencia normalmente consumida (RACC), aportan al consumidor 140 Calorías, 8 gramos de grasa o 10% para los valores diarios de una dieta de 2,000 calorías, posee 1.5 gramos de grasa saturada equivalentes al 8% diario. La aportación colesterol 50 miligramos (16%), sodio es de 20 miligramos o 1%, carbohidratos totales de 14 gramos que corresponden a 5 %, de los cuales hay un aporte de 2 gramos de fibra dietética (8%), 3 gramos de azúcares totales, 3 gramos (5%) de azúcar añadida y además aporta 6 gramos de proteína. En minerales proporciona, 31 miligramos de calcio (4%), 1.4 miligramos de hierro (8%) y 150 miligramos de potasio (4%). Vitamina D se declara una fuente no significativa de vitamina D. La información anterior debe plasmarse de forma gráfica en los empaques como la Ilustración 3.2.



**BARRA ENERGETICA 40 g**

**Nutrition Facts / Etiquetado Nutricional**

**Serving size / tamaño de la porción** 1 piece / 1 pieza (40g)  
1 serving per container/Porciones por envase

Amount per serving / Cantidad por porción

**Calories / Calorías** **140**

%Daily Value\* / %Valores diarios\*

<b>Total Fat / Grasa total</b> 8 g	<b>10%</b>
Saturated Fat / Grasa saturada 1.5 g	<b>8%</b>
Trans Fat / Grasas trans 0g	
<b>Cholesterol / Colesterol</b> 50 mg	<b>16%</b>
<b>Sodium / Sodio</b> 20mg	<b>1%</b>
<b>Total Carbohydrate/ Carbohidrato total</b> 14 g	<b>5%</b>
Dietary Fiber / Fibra Dietética 2g	<b>8%</b>
Total Sugars / Azúcares totales 3g	
Includes / Incluidos <b>3g</b> Added Sugars / Azúcares añadidos	<b>5%</b>
<b>Protein / Proteína</b> 6 g	
Calcium / Calcio 31 mg	<b>4%</b>
Iron / Hierro 1.4 mg	<b>8%</b>
Potassium/ Potasio 150mg	<b>4%</b>
No es una fuente significativa de / Not a significant source of Vit D	

\* The %Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet 2,000 calories a day is used for general nutrition advice / Los %de valores diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades caloricas.

**INGREDIENTES: Huevo, Sorgo, maní, azúcar, almendras, chocolate negro y canela.**

**INGREDIENTS: Egg, Sorghum, sugar, almonds, dark chocolate, and cinnamon.**

**ALERGENO: HUEVO, MANI, ALMENDRAS, CANELA.**

*Ilustración 3. 2 Etiqueta nutricional para la Barra Energética de Sorgo desarrollada.*

### 3.5 DISEÑO DEL PROCESO PRODUCTIVO

Un diagrama de flujo es la representación gráfica de la secuencia que sigue un proceso, existen diferentes tipos de diagrama de acuerdo con el objetivo que busquen representar. El lenguaje gráfico de los diagramas de flujo está compuesto de símbolos, cada uno de ellos tiene un significado diferente, lo que garantiza que tanto la interpretación como el análisis del diagrama se realicen de forma clara y precisa. Asimismo, para asegurar la interpretación unívoca del diagrama de flujo resulta necesario el diseño y escogencia de determinados símbolos a los que se les confiera convencionalmente un significado preciso, así como definir reglas claras con respecto a la aplicación (MIDEPLAN, 2009).

**Diagrama de flujo sencillo:** es conocido como flujograma, es una herramienta utilizada para representar la secuencia de las actividades en un proceso, no muestra variables de proceso, no cambios en figuras utilizadas ya que solo muestra rectángulos para las etapas del proceso. Este tipo de diagrama es extremadamente útil para armar un procedimiento, ayudar en la capacitación del personal y racionalizar el trabajo, para esta investigación se ha desarrollado el diagrama de flujo sencillo (Diagrama 3.1).











**Diagrama de flujo de tecnología:** muestra la secuencia cronológica visual de las operaciones básicas, donde se incluyen parámetros de control de esas operaciones básicas. Es útil para evaluar el cumplimiento de las variables de proceso en cada etapa, y estudiar posibles desviaciones de proceso de manera rápida (Diagrama 3.2).

**Diagrama de entradas y salidas de proceso:** Facilita la evaluación de demanda de materia prima, los residuos generados en el proceso y la necesidad de mejora en caso el procesamiento presente aumento en mermas (ver Diagrama 3.3)

**Diagrama de flujo de proceso:** La Sociedad Americana de Ingenieros Mecánicos –ASME por sus siglas en inglés-, es una organización profesional sin fines de lucro que promueve el arte, la ciencia, la práctica de la ingeniería mecánica, multidisciplinaria y las ciencias relacionadas en todo el mundo. La ASME ha desarrollado signos convencionales para mostrar el flujo de un proceso, a pesar de la amplia aceptación que ha tenido esta simbología, en el trabajo de diagramación administrativa es limitada, porque no ha surgido algún símbolo convencional que satisfaga mejor todas las necesidades (MIDEPLAN, 2009).

Adicional a la simbología de flujo de proceso de la ASME (Tabla 3.14), existen otras organizaciones que han desarrollado representaciones gráficas para el flujo de procesos, como El Instituto Nacional de Normalización Estadounidense ANSI por sus siglas en inglés, La Organización Internacional para la Normalización (ISO por sus siglas en inglés), el Instituto Alemán de Normalización (DIN por sus siglas en inglés). El formato abordado en este documento será el de la ASME. Los colores recomendados se han adaptado de “International Materials Management Societys” Standar Color Codes for use in Layout Planning and Materials Handling Analysis. (Baca Urbina, 2013).

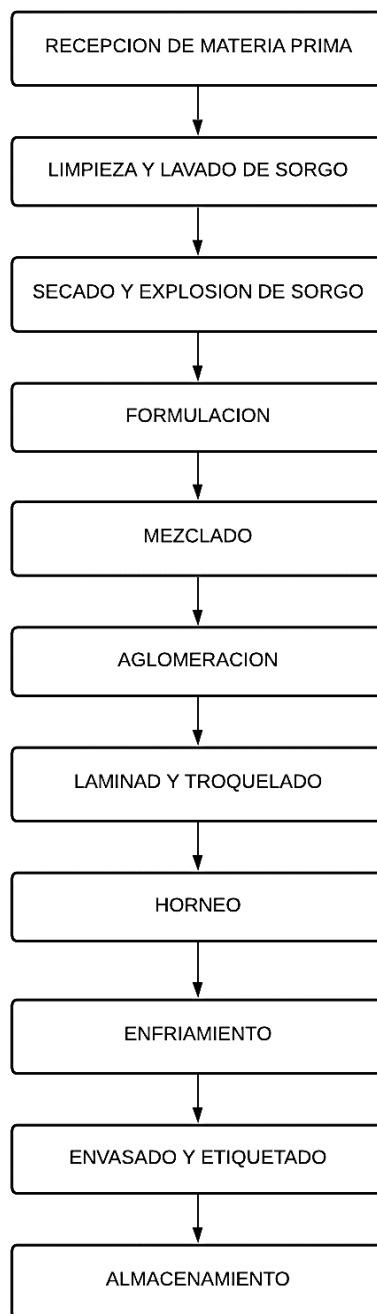
**Tabla 3.14 Simbología de flujo de proceso según la ASME.**

Símbolos y acción en los diagramas de flujo*		Símbolos para identificar actividades y áreas		Blanco y negro	Identificación por color
○	Operación	○	Proceso o fabricación		Verde**
		○	Montaje		Rojo**
▽	Almacenamiento	▽	Actividades/áreas de almacén		Naranja Amarillo**
⇒	Transporte	⇒	Actividades/áreas de transporte		Naranja Amarillo**
□	Inspección	□	Áreas de control/inspección		Azul**
D	Espera	D	Áreas de espera		Naranja Amarillo**
			Áreas/actividades de servicios		Azul**
			Oficinas, administración		Marrón** (Gris)

\* ASME standard \*\* IMMS standard

### 3.5.1 DIAGRAMA DE FLUJO

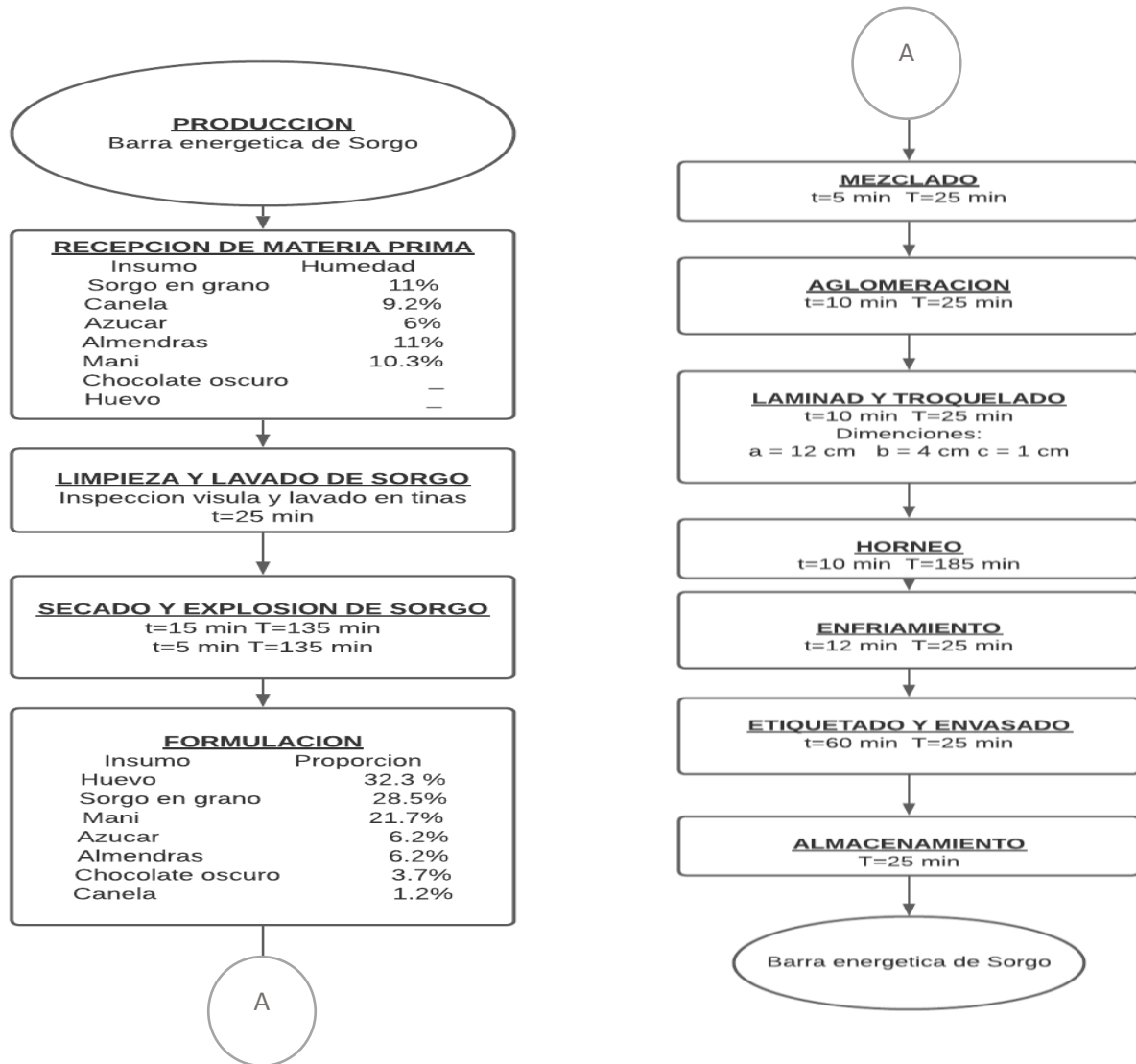
El diagrama 3.1 muestra las etapas generales en la producción de Barras de Sorgo, este diagrama permite visualizar el proceso de forma general.



*Diagrama 3. 1 Diagrama de flujo sencillo para producción de Barras Energéticas de Sorgo Inflado.*

### 3.5.2 DIAGRAMA DE TECNOLOGÍA

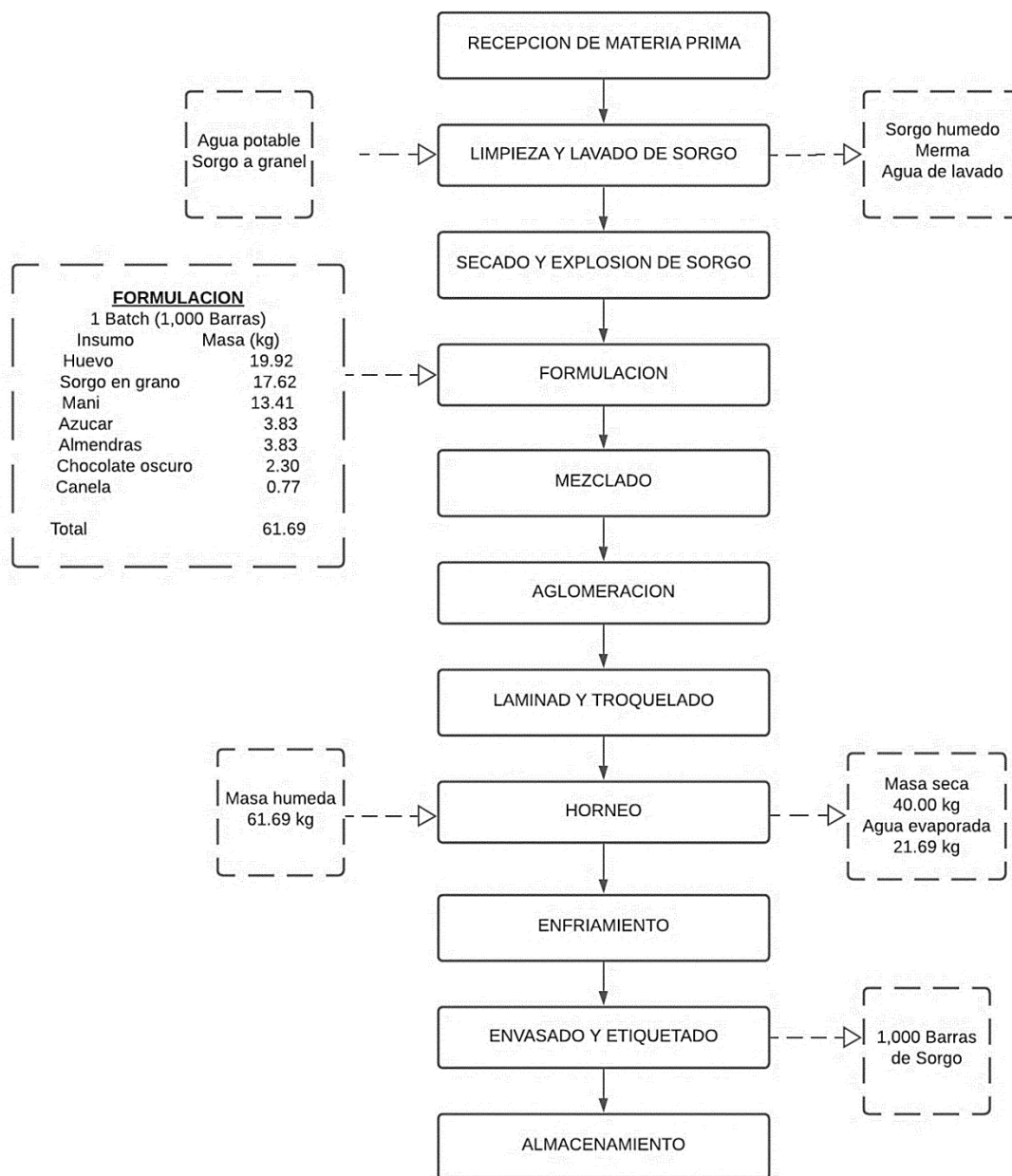
El Diagrama 3.2 muestra variables importantes como porcentajes de humedad de las materias primas o tiempo y temperaturas de las etapas. Estas variables son las necesarias para que la tecnología del procesamiento de alimentos funcione como se ha planificado.



*Diagrama 3. 2 Diagrama de flujo de tecnología del proceso productivo de Barras Energéticas de Sorgo Inflado.*

### 3.5.3 DIAGRAMA DE ENTRADA Y SALIDA

El Diagrama 3.3 permite ver de manera global en que etapa del se alimenta, separa o retiene la materia prima. En la etapa de horneado se da la eliminación de agua debido al proceso térmico.



*Diagrama 3. 3 Diagrama de entradas y salidas del proceso productivo de Barras Energéticas de Sorgo Inflado.*

### 3.5.4 DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO

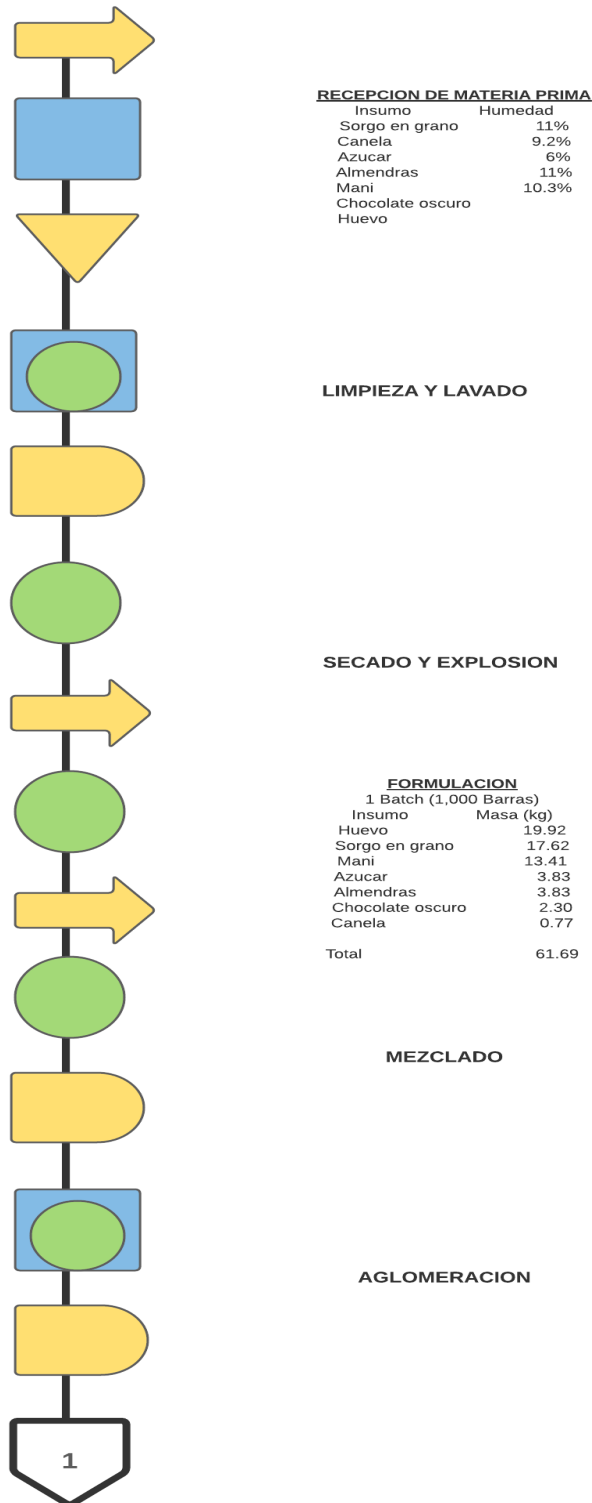
A partir del flujo de proceso (Tabla 3.15) es posible realizar el diagrama de recorrido (Diagrama 3.4), en el cual se observan las etapas y actividades descritas de forma consecutiva.

*Tabla 3.15 Flujo de proceso para Barras Energéticas de Sorgo Inflado.*

FLUJO DE PROCESO						
SIMBOLOGIA						
Operación	Transporte	Inspección	Espera	Almacenamiento	Color	
					Verde: Proceso o fabricación. Azul: Inspección. Amarillo: almacenamiento/ transporte	
Detalles	Actividad			Tiempo	Observaciones	
Recepción de materia prima						30 min Realizado por bodega almacena e y calidad mide parámetros de MP.
Limpieza y lavado						20 min Realizado por producción
Secado y explosión						20 min Realizado por producción T=135°C
Formulación						30 min Realizados por bodega, validado por calidad.
Mezclado						10 min Realizado por producción Ingredientes secos T= 25°C
Aglomeración						10 min Realizado por producción Ingredientes húmedos T= 25°C
Laminado y troquelado						10 min Realizado por producción y verificado por calidad. T=25°C Dimensiones a=12 cm, b=4cm y c=1cm
Horneo						15 min Realizado por producción T=185°C Evaluación al salir del horno de peligro metálico.
Enfriamiento						12 min Realizado por producción Barras a T= 25°C
Envasado y etiquetado						60 min Realizado por producción Se verifican sellos y etiquetado
Almacenamiento						25 min Realizados por bodega

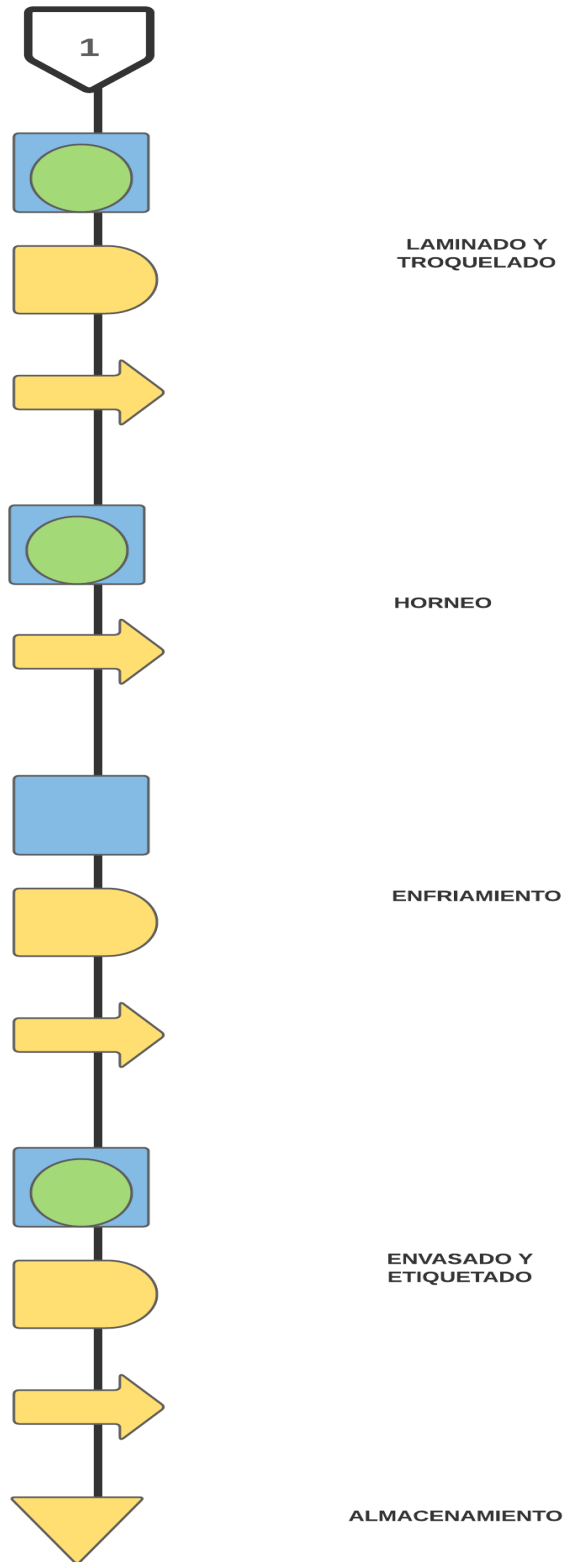
### 3.5.5 DIAGRAMA DE RECORRIDO

El diagrama 3.4 muestra en forma consecutiva el recorrido del proceso productivo mediante el uso de símbolos para las actividades de etapa.



*Diagrama 3. 4 Diagrama de flujo de proceso para Barras Energéticas de Sorgo Inflado (Parte 1)*





*Diagrama 3. 4 Diagrama de flujo de proceso para Barras Energéticas de Sorgo Inflado (parte II).*

### 3.5.6 EQUIPO Y MAQUINARIA

En el proceso productivo, la materia prima se transforma en alimentos procesados y es necesario que todos los equipos y maquinarias no representen un riesgo para los consumidores finales, por lo que se debe contemplar el diseño higiénico de todas las instalaciones y superficies para garantizar la inocuidad. Aspectos importantes como superficies de contacto, la drenabilidad de aguas de procesos y residuos, hermeticidad, la accesibilidad de los equipos son primordiales.

En la planificación higiénica debe contemplar los siguientes aspectos:

- a) **Seguridad alimentaria:** en cuanto a seguridad alimentaria no basta únicamente la producción de unidades de alimentos es necesario garantizar alimentos que no sean promotores de Enfermedades de Transmitidas por Alimentos (ETAs), por tanto, deben seguirse criterios para selección de materiales, superficies, lubricantes adecuados, métodos de limpieza, entre otros.
- b) **Calidad establecida:** la inocuidad es una característica inamovible en la producción de alimentos, pero la calidad es un parámetro definido en la actividad industrial, por tanto, al momento de la selección debe considerarse la precisión de la maquinaria, unidades defectuosas, unidades destruidas y calibración.
- c) **Eficiencia operativa:** es determinante con parámetros industriales ya que establece el ritmo de producción mediante la velocidad de funcionamiento, el tiempo de vida útil, capacidad, gasto energético, mano de obra demandante, periodo de mantenimiento, demanda de insumos y tiempo de pausa por limpieza

Considerando los anteriores aspectos, La Tabla 3.16 presenta un aproximado de la maquinaria necesaria para la elaboración de Barras nutritivas de Sorgo. Es importante aclarar que debido a que en El Salvador el sorgo es un cereal disponible y susceptible al desarrollo de plagas, no se prevé necesario el uso de silos o contenedores de almacenamiento de grano.

Tabla 3. 16 Equipo y maquinaria necesaria para el proceso productivo de Barras de Sorgo.

Equipo	Etapas	Capacidad	Característica	Requerimientos higiénicos
Balanza industrial	Recepción Formulación	Mínima: 0.10 kg Máxima: 150 kg	A=0.5 m <sup>2</sup> Superficie en contacto con alimentos de Acero inoxidable 304.	Limpieza manual
Balanza de humedad	Recepción Enfriamiento	Mínima 1 mg Máxima 110 g	Cámara de humedad con 15 tipos de programaciones de secado.	Limpieza manual
Tina de lavado	Limpieza y lavado	Mínima 20 kg Máxima 40 kg	Dimensiones: (1750*1100*1100) mm (L*W*H) Acero inoxidable 304, espesor 3mm	Limpieza manual
Intercambiador de calor por lotes	Secado y explosión	Máxima 50 kg/h	Dimensiones: (1500*2000*2000) mm (L*W*H) Acero inoxidable 304, espesor 3mm	Limpieza manual
Amasadora	Mezclado Aglomeración	Máxima 10 kg Mínima 180 kg	Dimensiones: (1030*480*970) mm (L*W*H)	Limpieza manual
Formadora de barras	Laminado y troquelado	Mínima: 2 Ton/h Máxima: 3 Ton/h	Peso: 1,200 kg Dimensiones: (9800*1200*1200) mm (L*W*H)	Limpieza manual
Banda transportadora de enfriamiento	Enfriamiento	2,000 piezas/h	Acero inoxidable 304, espesor 3mm	Limpieza manual
Empacadora	Envasado y etiquetado	L= (90-220) mm W= (50-140) mm H= 40mm Velocidad: 50-250 bolsa /min	Dimensiones: (9800*1000*1000) mm (L*W*H)	Limpieza manual

# **CAPITULO IV**

## SISTEMA APPCC

### 4.1 TAREA 1: ESTABLECER UN EQUIPO DE APPCC

Para la implementación de este tipo de sistema, es necesario que las jefaturas de las distintas áreas se involucren, la Tabla 4.1 muestra una posibilidad de cómo se puede integrar un equipo multidisciplinario que sea consciente de la importancia de la inocuidad en los alimentos producidos, por tanto, es necesario que un jefe o representante de las distintas áreas empresariales este involucrada, el representante debe aportar información del proceso productivo y transmitir la información a todos los colaboradores del área al que pertenecen, además debe poder tomar decisiones enfocándose en la prioridad de tener actividades higiénicas.


*Tabla 4.1 Miembros del equipo APPCC del proceso productivo de Barras de Sorgo.*

<b>Miembro del equipo APPCC</b>	<b>Participación</b>
<b>Jefe de Calidad</b>	Encargado de liderar el equipo, convoca el grupo y dirige actividades asegurándose de que se aplica correctamente el concepto de inocuidad.
<b>Representante administrativo</b>	Involucra las actividades empresariales que no tienen contacto directo con la manipulación de alimentos, contribuye a gestionar y seleccionar mejor las adquisiciones con un enfoque higiénico que resguarde la inocuidad.
<b>Representante de mantenimiento</b>	Asegura que las actividades productivas se desarrollen en instalaciones físicas aptas para garantizar la inocuidad.
<b>Representante de logística</b>	Se encarga de organizar y realizar los procesos de coordinación, gestión y transporte de materia prima, producto terminado, insumos y servicios auxiliares, de tal forma de producir alimentos inocuos
<b>Representante de producción</b>	especialista con amplios conocimientos del sistema del producto, desempeñará una función primordial en la elaboración de los diagramas de flujo del producto, para eliminar, reducir o controlar los peligros presentes en toda la producción.

## 4.2 TAREA 2: DESCRIBIR EL PRODUCTO.

En la tabla 4.2 se presenta la descripción del producto, presentando descripción, dimensioe, forma de consumo, almacenamiento, alérgenos involucrados, tamaño de porción, porciones por empaque, ingredientes, características organolépticas y aspecto.

*Tabla 4. 2 Descripción de Barra energética de Sorgo.*

<b>Nombre del producto</b>	Barra energética de sorgo inflado.
<b>Descripción</b>	Producto que se obtiene de los granos inflados de sorgo, los cuales son mezclados con maní, chocolate, almendras, azúcar, canela y aglutinados con huevo.
<b>Dimensiones</b>	Rectangular. Largo 12 cm Ancho 4 cm Alto 1 cm
<b>Forma de consumo</b>	Producto listo para consumir.
<b>Almacenamiento</b>	Conservar a temperatura ambiente, en un lugar fresco y seco.
<b>Alergenos involucrados</b>	Maní y huevo. Puede contener gluten.
<b>Tamaño de porción</b>	40 g
<b>Porciones por empaque</b>	1
<b>Ingredientes</b>	Huevo, Sorgo, maní, azúcar, almendras, chocolate negro y canela.
<b>Características organolépticas</b>	Producto dulce, olor chocolate y canela.
<b>Aspecto (ANEXO II)</b>	

### **4.3 TAREA 3: IDENTIFICAR EL USO AL QUE HA DE DESTINARSE EL PRODUCTO.**

Formulado como una innovación del dulce tipo salvadoreño denominado alboroto, apto para la población en general que no presente alergia o sensibilidad a uno de los ingredientes, puede ser utilizado como merienda, no sustituye comidas principales, no es un producto de dieta light o reducido en azúcares.

### **4.4 TAREA 4: ELABORAR EL DIAGRAMA DE FLUJO DEL PRODUCTO.**

Existen diferentes representaciones gráficas o diagramas de flujo para la elaboración de Barras energéticas de Sorgo, el utilizado para el desarrollo del sistema APPCC es el diagrama de flujo tecnológico (Diagrama 4.1), ya que muestra secuencia cronológica visual de las operaciones básicas y parámetros de control de operaciones básicas.



*Diagrama 4. 1 Diagrama de flujo tecnológico del proceso de producción de Barras de Sorgo.*



#### **4.5 TAREA 5: CONFIRMAR EL DIAGRAMA DE FLUJO IN SITU**

En esta etapa del análisis se enfrenta la planificación del proceso productivo desde el enfoque teórico y el enfoque práctico. En esta etapa del análisis se realizan los ajustes de tiempo, maquinaria y flujo de materiales en general. Parámetros de proceso como temperatura, tiempo y humedad deben ser validados.

#### **4.6 PRINCIPIO 1: ANÁLISIS DE PELIGROS**

En general, las 4 fuentes principales de peligros son: el personal, procesos, equipos y materias primas (OIRSA, 2016), por tanto, después de la confirmación del flujograma es necesario mediante fundamentos y justificaciones apoyadas: en ciencia de alimentos, experiencia, severidad, el análisis de peligros.

Para el desarrollo de un análisis ordena y sistemático es utilizada una matriz que permite examinar las posibles fuentes de contaminación por etapa del proceso (OIRSA, 2016).

En la matriz de decisión es sometida a evaluación exhaustiva, cada etapa del proceso considerada desde la recepción de materia prima hasta el despacho de producto terminado, la importancia de considerar el momento de despacho en la evaluación de peligros es debido a que líquidos en contactó, roedores o personal pueden presentarse de forma natural, accidental o intencional, y atentar contra la inocuidad. Los peligros identificados tendrán se evalúan de acuerdo con la gravedad, patogenicidad, toxicidad, y el alcance a grupos vulnerables, todo este análisis para identificar y disminuir la probabilidad de aparición de los peligros: controlar el riesgo. Los peligros se evaluarán de acuerdo con la probabilidad: (A) Alta, (M) Media, (B) Baja e (I) Insignificante, y la gravedad de que existan se evaluara por (R) Remota, (B) Baja, (M) Media, (A) Alta. La tabla 4.3 muestra el análisis de peligros para el procesamiento de barras de sorgo.

*Tabla 4.3 Análisis de peligros del proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo.*

(1) Etapa del proceso	(2) Peligros potenciales		(3) Evaluación de riesgo		(4) ¿Es un peligro significativo?	(5) Existe un programa prerrequisito	(6) Paso del proceso
			P	G			
Recepción de materia prima	B	Excretas de insectos o roedores.	M	A	Si	Proveedores y materias primas.	Evaluación previa recepción de materia prima.
	Q	Presencias de repelentes, sebos, sustancias químicas.	B	B	No	Proveedores y materias primas. Control y manejo de agua de proceso y servicios auxiliares.	Inspección en entapa de formulación y pesaje. Evaluación fisicoquímica del agua utilizada.
	F	Presencia de metales.	A	A	Si	Proveedores y materias primas.	Recepción de materia prima y certificado de calidad con proveedores.
Secado y explosión	B	Ninguno	-	-	-	-	-
	Q	Ninguno	-	-	-	-	-
	F	Presencia de metales.	B	M	No	-	-

*Continúa...*

*Tabla 4. 3 Análisis de peligros del proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo (continuación)*

(1) Etapa del Proceso	(2) Peligros potenciales		(3) Evaluación de riesgo		(4) ¿Es un peligro significativo?	(5) Existe un programa prerequisite	(6) Paso del proceso
Formulación	B	Contaminación biológica a causa de patógenos.	A	B	Si	Limpieza y desinfección.	Evaluación pre y post operativa
	Q	Bioterrorismo (contaminación química intencionada)	A	M	Si	Formación y capacitación del personal en SAN y FoodDefence.	Pesaje en área visible. Control de ingreso a la planta. Limpieza y supervisión de áreas de trabajo.
	F	Presencia de objetos extraños metálicos y no metálicos	B	B	No	Control de materiales quebradizos.	Evaluación pre y post operativa
Mezclado	B	Contaminación biológica a causa de patógenos.	A	B	Si	Limpieza y desinfección.	Evaluación pre y post operativa
	Q	Ninguno	-	-	-	-	-
	F	Presencia de metales.	A	A	Si	Control metal-metal.	Detector de metales.

*Continúa...*

*Tabla 4.3 Análisis de peligros del proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo (continuación)*

(1) Etapa del proceso	(2) Peligros potenciales		(3) Evaluación de riesgo		(4) ¿Es un peligro significativo?	(5) Existe un programa prerequisite	(6) Paso del proceso
Aglomeración	B	<b>Bioterrorismo (contaminación química intencionada)</b> <b>Manipulación inadecuada</b>	A	M	Si	<b>Formación y capacitación del personal en SAN y FoodDefence.</b>	<b>Pesaje en área visible.</b> <b>Control de ingreso a la planta.</b> <b>Limpieza y supervisión de áreas de trabajo.</b>
	Q	Ninguno	-	-	-	-	-
	F	Presencia de objetos extraños metálicos y no metálicos	B	B	No	Control de materiales quebradizos. Mantenimiento de equipos e instalaciones.	Evaluación pre y post operativa
Laminado y troquelado	B	<b>Contaminación biológica a causa de patógenos.</b>	A	B	Si	<b>Limpieza y desinfección.</b>	<b>Evaluación pre y post operativa</b>
	Q	Ninguno	-	-	-	-	-
	F	<b>Presencia de metales.</b>	A	A	Si	<b>Control metal-metal.</b>	<b>Detector de metales.</b>

*Continúa...*

Tabla 4. 3 Análisis de peligros del proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo (continuación)

(1) Etapa del Proceso	(2) Peligros potenciales		(3) Evaluación de riesgo		(4) ¿Es un peligro significativo?	(5) Existe un programa prerrequisito	(6) Paso del proceso
Horneo	B	Ninguno	-	-	-	-	-
	Q	-	-	-	-	-	-
	F	<b>Presencia de metales.</b> Materiales aislantes	A B	A B	Si No	<b>Control metal-metal.</b> Mantenimiento de equipos e instalaciones.	<b>Detector de metales.</b> Evaluación pre y post operativa.
Enfriamiento	B	<b>Contaminación biológica a causa de patógenos.</b>	A	B	Si	<b>Limpieza y desinfección.</b>	<b>Evaluación pre y post operativa.</b> <b>Control de temperatura que evite condensado.</b>
	Q	Ninguno	-	-	-	-	-
	F	Ninguno	-	-	-	Mantenimiento de equipos e instalaciones.	-

Continúa...

*Tabla 4. 3 Análisis de peligros del proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo (continuación)*

(1) Etapa del proceso	(2) Peligros potenciales		(3) Evaluación de riesgo		(4) ¿Es un peligro significativo?	(5) Existe un programa prerequisite	(6) Paso del proceso
Envasado y etiquetado	B	<b>Bioterrorismo (contaminación química intencionada)</b> <b>Manipulación inadecuada</b>	A	M	Si	Formación y capacitación del personal en SAN y FoodDefence.	<b>Pesaje en área visible.</b> <b>Control de ingreso a la planta.</b> <b>Limpieza y supervisión de áreas de trabajo.</b>
	Q	<b>No declaración de alergenicos.</b>	A	A	Si	Formación y capacitación del personal en SAN y Food Defence. Proveedores y materia prima. Trazabilidad interna. Alérgenos y sustancias que provoquen intolerancia alimentaria	<b>BPM</b> <b>Inspección de MP, control de etiquetado.</b>
	F	Ninguno	-	-	-	-	-

*Continúa...*

*Tabla 4.3 Análisis de peligros del proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo (continuación)*

(1) Etapa del Proceso	(2) Peligros potenciales		(3) Evaluación de riesgo		(4) ¿Es un peligro significativo?	(5) Existe un programa prerrequisito	(6) Paso del proceso
Almacenamiento	B	Excretas o daño de insectos, roedores u otros animales. Patógenos en líquidos.	M	A	Si	Limpieza y desinfección. Control de plagas. Manejo de residuos. Control de plagas y animales indeseables.	Evaluación pre y post operativa. BPM
	Q	Sebos y artículos de limpieza.	A	M	Si	Control de sustancias químicas. Limpieza y desinfección. Control de plagas. Manejo de residuos.	Evaluación pre y post operativa. BPM
	F	Ninguno	-	-	-	-	-

#### 4.7 PRINCIPIO 2: DETERMINACIÓN DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (PCC)

De acuerdo con el Sistema HCCP y Directrices para su aplicación (FAO, 1997) es posible identificar como PCC una etapa del proceso en la cual se ha identificado un peligro. Para realizar la determinación de PCC fue utilizada matriz de decisión propuesta de S. Mortimore (Anexo IV). Los peligros identificados son sometidos al árbol de decisión y con ayuda de la descripción del proceso de producción se contesta cada pregunta con base a la información planteada del proceso de producción de las barras Energéticas de Sorgo (Tabla 4.4).

*Tabla 4. 4 Determinación de puntos críticos de control*

Etapa y peligro	P	P2	P3	P4	P5	PCC	Notas del equipo HACCP
<b>Recepción de materia prima</b>							
(B) Excretas de insectos o roedores.	S	-	N	S	S	NO	Los proveedores son evaluados e inspeccionados para aseguramiento de cumplimiento de correcto manejo de MP.
(F) Presencia de restos metálicos.	S	N	-	-	-	NO	En el proceso productivo se utiliza el detector de metales, además se cuenta con la medida preventiva de PPR de control de materiales extraños. Colaboradores limpian y retiran manualmente material extraño de los granos de sorgo. Si el agua utilizada en el proceso es suministrada por la red de agua o por un proveedor elegido, es necesario que los PPR de control de agua se encargue de verificar las condiciones aceptables del agua, para evitar niveles inaceptables de contaminación por actividades mineras, industriales o niveles inaceptables contaminación oxidativa por deterioro de acueductos.

*Continua...*



*Tabla 4. 4 Determinación de puntos críticos de control (continuación)*

Etapa y peligro	P1	P2	P3	P4	P5	¿PCC?	Notas del equipo HACCP
Formulación							
(B) Presencia de patógenos.	S	-	N	S	S	NO	El horneado alcanza temperatura de 185°C por 15 minutos, E-coli no sobrevive a los 70°C, Staphylococcus aureus y Salmonella ssp. No sobrevive a 75°C.
(F) Bioterrorismo (contaminación química intencionada)	S	-	N	S	S	NO	La formulación se desarrolla en un lugar de vigilancia, PPR de agua, se utiliza huevo pasteurizado como ingrediente líquido y se promueve la armonía laboral de acuerdo con medidas recomendadas por Food Defence.
Mezclado							
(B) Presencia de patógenos.	S	-	N	S	S	NO	El horneado alcanza temperatura de 185°C por 15 minutos, E-coli no sobrevive a los 70°C, Staphylococcus aureus y Salmonella ssp. No sobrevive a 75°C.
(F) Presencia de restos metálicos.	S	-	N	S	S	NO	En el proceso productivo se utiliza el detector de metales, además se cuenta con la medida preventiva de PPR de control de materiales extraños. Se realiza liberación de áreas como procedimiento pre y post operacional.
Laminado y troquelado							
(B) Patógenos acumulados en zonas muertas.	S	-	N	S	S	NO	El horneado alcanza temperatura de 185°C por 15 minutos, E-coli no sobrevive a los 70°C, Staphylococcus aureus y Salmonella ssp. No sobrevive a 75°C.
(F) Presencia de restos metálicos.	S	-	N	S	S	NO	En el proceso productivo se utiliza el detector de metales, además se cuenta con la medida preventiva de PPR de control de materiales extraños. Se realiza liberación de áreas como procedimiento pre y post operacional.

*Continúa...*

Tabla 4. 4 Determinación de puntos críticos de control (continuación)

Etapa y peligro	P1	P2	P3	P4	P5	¿PCC?	Notas del equipo HACCP
Horneo							
(F) Presencia de restos metálicos.	S	-	N	S	N	SI	Estratégicamente se coloca un detector de metales a la salida del horno para evaluación inmediata de la masa por restos metálicos.
Contaminación biológica a causa de patógenos por temperaturas menores a 70°C.	S	-	N	S	N	SI	La temperatura de horneado debe sobrepasar los 80°C para eliminación de microorganismos patógenos como E-coli, Staphylococcus aureus y Salmonella ssp
Enfriamiento							
(B) Crecimiento de patógenos a causa de condensación.	S	-	N	N	-	NO	El proceso de enfriamiento se desarrolla longitudinalmente para evitar la acumulación de condensado en los alrededores.
Envasado y etiquetado							
(F) Bioterrorismo (contaminación química intencionada)	S	-	N	S	S	NO	Se desarrolla en un lugar de vigilancia que disminuya la posibilidad de contaminación intencionada, BPM son de cumplimiento obligatorio y se promueve la armonía laboral de acuerdo con medidas recomendadas por Food Defence.
(Q) No declaración de alérgenos.	S	-	N	S	S	NO	El correcto etiquetado y manejo en presencia de alérgenos debe controlarse con los PPR alérgenos.

Continúa...

*Tabla 4. 4 Determinación de puntos críticos de control (continuación)*

<b>Etapa y peligro</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>¿PCC?</b>	<b>Notas del equipo HACCP</b>
Almacenamiento							
(B) Excretas o daño de insectos, roedores u otros animales.	S	-	N	N	-	NO	Plan de saneamiento. Limpieza y desinfección. Control de plagas y animales indeseables. BPM Control de temperaturas. Mantenimiento de equipos e instalaciones.
(B) Patógenos en líquidos.	S	-	N	N	-	NO	Manejo de residuos, desechos sólidos y líquidos. Manejo de vertimientos BPM Plan de saneamiento. Limpieza y desinfección.
(Q) Sebos y artículos de limpieza.	S	-	N	N	-	NO	Trazabilidad y uso de sustancias químicas. Plan de saneamiento. Limpieza y desinfección.

#### **4.8 PRINCIPIO 3: ESTABLECIMIENTO DE LIMITES CRÍTICOS.**

Los límites críticos o Límites Críticos de Control (LCC) son valores mínimos o máximos que se deben cumplir o controlar en un PCC para eliminar, reducir o controlar a niveles aceptables la ocurrencia de un peligro. De esta forma permite identificar si un PCC está dentro o fuera de control.

En el proceso productivo para Barras Energéticas de Sorgo el PCC se encuentra en la etapa de horneado, en la cual es necesario que se alcance la temperatura necesaria para la muerte de microorganismos patógenos como E-coli, Staphylococcus aureus y Salmonella ssp. La ausencia de estos microorganismos en productos terminados, equipo e instalaciones, pueden ser considerados como indicador de correcto procesamiento y eficiente limpieza.

Debido a que el PPC se enfoca en crecimiento microbiano se utiliza como referencia el marco normativo aplicable para El Salvador que corresponde al RTCA 67.04.50:08 ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS.

Las Barras Energéticas de Sorgo desarrolladas son un producto de innovación del dulce típico denominado alboroto, es posible establecer los LCC apegados a dos grupos de alimentos contemplados en el RTCA 67.04.50:08, el Grupo 5: Productos de confitería, en el subgrupo 5.2.1 Turrónes mazapán y dulces típicos; y el Grupo 15: Bocadoillos o boquititas, 15.2 Subgrupo del alimento: Semillas y nueces. De acuerdo con las consideraciones anteriores se realiza la determinación de los parámetros microbiológicos a controlar (Tabla 4.5). Ambos grupos se encuentran en alimentos Riesgo tipo B: que 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. (RTCA 67.04.50:08, 2008). Los LCC a controlar son la ausencia de Salmonella ssp/25 g (ya que la formulación incluye huevo), Escherichia coli menores a 3 NMP/ g y para Staphylococcus aureus  $10^2$  UFC/g, el LCC para Staphylococcus aureus está relacionado con leche en la formulación, por tanto, en un proceso de cumplimiento estricto de BPM el resultado de este análisis debe ser ausencia o un valor no mayor al establecido.

*Tabla 4. 5 Límites Críticos para el proceso productivo de Barras energéticas de Sorgo basado en parámetros establecidos por el RTCA 67.04.50:08.*

Parámetro						
<b>Clasificación</b>	Grupo 5: Productos de confitería		Grupo 15: Bocadillos o boquitas		LCC Barra energética de Sorgo	
<b>Subgrupo</b>	5.2.1 Turronez mazapán y dulces típicos		15.2 Alimento: Semillas y nueces.			
<b>Parámetro</b>	Categoría	Límite máximo permitido	Categoría	Límite máximo permitido	Categoría	Límite máximo permitido
Salmonella ssp/25 g (productos con huevo)	10	Ausencia	10	Ausencia	10	Ausencia
Staphylococcus aureus (productos con leche)	7	10 <sup>2</sup> UFC/g	-	-	7	10 <sup>2</sup> UFC/g
Escherichia coli	5	< 3NMP/g	5	< 3NMP/g	5	< 3NMP/g
<b>Tipo de riesgo</b>	B		B		B	

#### **4.9 PRINCIPIO 4: DETERMINACIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE MONITOREO**

El monitoreo proporciona un parámetro cuantitativo del cumplimiento de las variables de proceso según lo establecido. Además, delimita responsabilidades y métodos para la verificación del cumplimiento cuando se identifica una acción correctiva a realizar. El monitoreo debe realizarse durante la producción en el PCC, en este caso, es recomendado realizar análisis microbiológico programados antes y después del proceso de horneado, verificar tiempo y temperatura del horno. Este monitoreo y registro se vuelve, un sistema de predicción cuando los valores se analizan y ordenan. La Tabla 4.6 muestra parámetros de monitoreo.

En caso de presentarse valores que superen los LCC se debe informar inmediatamente y poner en observación las unidades sospechosas producidas, detener el proceso y realizar los ajustes necesario, estos ajustes constituyen una acción correctiva. El mantenimiento preventivo de los equipos debe realizarse de forma mensual, con la finalidad de evitar mantenimiento correctivo. Las correcciones deben ser verificadas por el jefe o autoridad máxima en calidad e inocuidad, jefe de producción y jefe mantenimiento. Todos los cambios implementados deben registrarse como cambios en los parámetros diarios de los formatos de control, acción correctiva realizadas, gráficos y levantamiento de datos predictivos mensuales y bianuales.

*Tabla 4. 6 Parámetros de monitoreo*

<b>Parámetro</b>	<b>Instrumento de medición</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>Quien realiza</b>
Temperatura de horneo T= 185°C	Termómetro	Cada 2 horas	Supervisor de producción. Analista de calidad
Tiempo de horneo t=15 min	Cronometro	Cada 2 horas	Supervisor de producción. Analista de calidad
Recuento microbiológico después del horno.  Salmonella ssp ausencia Escherichia coli < 3NMP/g Staphylococcus aureus 10 <sup>2</sup> UFC/g	Equipo microbiológico	Semanal	Analista de calidad
Cumplimiento de BPM:  Lavado de manos Uso de cofia Uso de filtro bucal Vestuario limpio No uso de joyas No uso de maquillaje	Inspección visual  Bioluminómetro	Previo al inicio de operación y durante el proceso de producción.	Supervisor de producción. Analista de calidad

#### 4.10 PRINCIPIO 5: DETERMINACIÓN DE ACCIONES CORRECTIVAS

Una vez se han recolectados los datos de monitoreo e identificadas las no conformidades en el proceso productivo es necesario la toma de decisiones para corregir inmediatamente o reducir la no conformidad hasta niveles aceptables. Con esta finalidad es necesario realizar en forma escrita un plan de acción ante una acción correctiva para los parámetros establecidos con los límites críticos (Tabla 4.7). Este análisis debe incluir que hacer con el producto contaminado, como restablecer las condiciones óptimas de producción, y como evitar la incidencia de este, debido a que el PCC se encuentra en el horno en el cual que se realiza el proceso termino que elimina los microorganismos patógenos, el valor de la temperatura alcanzada y el tiempo deben ser considerados darán la pauta de una posible desviación que se manifestara en crecimiento microbiano. Inmediatamente de la salida del horno se considera la instalación de un detector de metales, por lo tanto, es necesario considerarlo como aspecto crítico en la producción.

*Tabla 4. 7 Determinación de acciones correctivas.*

No conformidad	Qué hacer con el producto	Como restablecer las condiciones de producción	Como evitar la reincidencia
Temperatura de horneado	<p>Evaluar la temperatura alcanzada y terminar el horneado si los 80°C son alcanzados.</p> <p>Aumentar el tiempo de horneado hasta alcanzar el porcentaje de humedad establecido.</p> <p>Realizar análisis microbiológico.</p>	<p>Verificar temperatura con un termómetro diferente.</p> <p>Evaluar la temperatura alcanzada.</p> <p>Realizar mantenimiento correctivo al intercambiador de calor.</p>	<p>Realizar mantenimiento preventivo al intercambiador de calor.</p> <p>Aumentar la frecuencia de mediciones de temperatura durante 3 días posteriores.</p>

*Continúa...*

*Tabla 4. 7 Determinación de acciones correctivas (continuación)*

<b>No conformidad</b>	<b>Qué hacer con el producto</b>	<b>Como restablecer las condiciones de producción</b>	<b>Como evitar la reincidencia</b>
Tiempo de horneo	Evaluar la temperatura alcanzada y corroborar que la variación de tiempo no afecta los parámetros de calidad establecidos y permite una exposición de 80°C por mínimo dos minutos. Realizar análisis microbiológico.	Ajustar la velocidad del intercambiador de calor, en caso de un intercambiador de lotes es necesario evaluar el cronometro que controla el tiempo de horneo.	Realizar mantenimiento preventivo al intercambiador de calor. Evaluar el tiempo de horneo durante 3 lotes producidos. Monitorear tiempo de horneo por el resto de la producción.
Criterio microbiológico	Retirar las unidades sospechosas e identificarlas como producto no conforme. Proceder a la destrucción de las unidades que no cumplen con el criterio de inocuidad. Realizar procedimientos limpieza efectivos.	Evaluar la temperatura y tiempo de horneo. Consultar los datos de control de temperatura y tiempo de horneo para buscar desviación parámetros. Realizar mantenimiento correctivo al intercambiador de calor. Verificar el cumplimiento obligatorio de BPM.	Aumentar la frecuencia del lavado de manos. Realizar mediciones de ATP en las manos de los operarios. Implementar mejores controles de BPM.
Presencia de metal en unidades producidas	suspender la producción y retirar las unidades sospechosas. Corroborar el correcto funcionamiento del detector de metales. Someter a evaluación las unidades en un detector de metales. Proceder a la destrucción de las unidades que no cumplen con el criterio de inocuidad.	Identificar el origen de los restos metálicos en los alimentos. Aislar el espacio y realizar mantenimiento correctivo. Realizar la evaluación de metal presente encontrado y tamaño de la pieza metálica dañada.	Realizar mantenimiento preventivo. Considerar la calidad de los repuestos y piezas utilizados. Calendarizar o evaluar la frecuencia del mantenimiento preventivo.
Fallas en el detector de metales	En este caso es posible que no existan unidades no conformes y que la acción correctiva este orientada al equipo.	Evaluar el funcionamiento del equipo. Realizaciones evaluación de piezas metálicas en el recorrido de producción.	Evaluar la vida útil del detector de metales. Realizar con mayor frecuencia el mantenimiento preventivo del equipo.



#### **4.11 PRINCIPIO 6: DETERMINACIÓN DE PROCEDIMIENTOS DE VERIFICACIÓN**

El sistema podrá verificarse de las siguientes formas, medición directa bianual por muestreo con diferentes instrumentos que evalúe parámetros de temperatura, tiempo y carga microbiológica. por entrevistas al personal, especialmente a los encargados de vigilar y realizar los controles en el PCC, observando el comportamiento de las unidades y parámetros medidos en el PCC, con una auditoria oficial o mediante auditoría externa cada tres años para evaluar el funcionamiento del sistema de APPCC e implantar mejoras.

#### **4.12 PRINCIPIO 7: DEFINICIÓN DE LOS PROCEDIMIENTOS DE REGISTRO Y DOCUMENTACIÓN**

Deberán mantenerse registros de todos los procesos y procedimientos vinculados a las BPM, la vigilancia de los PCC, desviaciones y medidas correctivas. Además de mantenerse actualizado los registros de cumplimientos de PPR.

Deben conservarse por cinco años los consolidados de los documentos en los que consta el estudio de HACCP inicial y la nuevas versiones o modificaciones realizadas, la identificación de peligros y la selección de límites críticos. Se debe realizar un registro histórico de las versiones utilizadas de formatos, de ser posible registro y análisis de datos de la vigilancia de los PCC, pruebas de laboratorio realizadas y las medidas correctivas adoptadas. El mantenimiento de registros puede realizarse de diversas formas, desde simples listas de comprobación a registros y gráficos de control. Para evitar la acumulación de documentación es posible implementar un registro digital respaldado.

## RESULTADOS

En el desarrollo de una Barra energética de energética a partir de Sorghum bicolor L. expandido como innovación del dulce típico denominado en El Salvador como “Alboroto”, se realizaron tres experimentaciones, de las cuales las barras identificadas como (B1) y (B2) fueron descartadas por no presentar el perfil de consistencia adecuado, la barra (B3) cuya formulación incluye huevo, posteriormente de un proceso térmico presento las características deseadas.

La formulación de la barra (B3) tiene un costo de materia prima de US\$0.27, demanda un peso de 61.69 gramos masa húmeda, para obtener 40 gramos de producto terminado, las proporciones establecidas (Tabla 5.1).

*Tabla 5. 1 Formulación de la Barra de Sorgo inflado desarrollada.*

<b>Materia prima</b>	<b>Peso (g)</b>	<b>Fracción peso (%)</b>
Huevo	19.92	32.30
Sorgo	17.62	28.57
Maní	13.41	21.74
Azúcar	3.83	6.21
Almendras	3.83	6.21
Chocolate	2.30	3.73
Canela	0.77	1.24
<b>Total</b>	<b>61.69</b>	<b>100.00</b>

Para la barra energética de sorgo desarrollada de 40 gramos equivalente a una cantidad de referencia normalmente consumida (RACC), aportan al consumidor 140 Calorías, 8 gramos de grasa, para los valores diarios de una dieta de 2,000 calorías 10%, posee 1.5 gramos de grasa saturada equivalentes al 8% diario. La aportación colesterol 50 miligramos (16%), sodio es de 20 miligramos o 1%, carbohidratos totales de 14 gramos que corresponden a 5 %, de los cuales hay un aporte de 2 gramos de fibra dietética (8%), 3 gramos de azúcares totales, 3 gramos (5%) de azúcar añadida y además aporta 6 gramos de proteína. En minerales proporciona, 31 miligramos de calcio (4%), 1.4 miligramos de hierro (8%) y 150 miligramos de potasio (4%). Vitamina D se declara una fuente no significativa de vitamina D.

## BARRA ENERGETICA 40 g

<b>Nutrition Facts / Etiquetado Nutricional</b>	
<b>Serving size / tamaño de la porción</b>	<b>1 piece / 1 pieza (40g)</b>
1 serving per container/Porciones por envase	
Amount per serving / Cantidad por porción	
<b>Calories / Calorías</b>	<b>140</b>
%Daily Value* / %Valores diarios*	
<b>Total Fat / Grasa total 8 g</b>	<b>10%</b>
Saturated Fat / Grasa saturada 1.5 g	8%
<i>Trans Fat / Grasas trans 0g</i>	
<b>Cholesterol / Colesterol 50 mg</b>	<b>16%</b>
<b>Sodium / Sodio 20mg</b>	<b>1%</b>
<b>Total Carbohydrate/ Carbohidrato total 14 g</b>	<b>5%</b>
Dietary Fiber / Fibra Dietética 2g	8%
Total Sugars / Azúcares totales 3g	
Includes / Incluidos <b>3g Added Sugars / Azúcares añadidos</b>	<b>5%</b>
<b>Protein / Proteína 6 g</b>	
Calcium / Calcio 31 mg	4%
Iron / Hierro 1.4 mg	8%
Potassium / Potasio 150mg	4%
No es una fuente significativa de / Not a significant source of Vit D	
<small>* The %Daily Value (DV) tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet 2,000 calories a day is used for general nutrition advice / Los %de valores diarios están basados en una dieta de 2,000 calorías. Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades caloricas.</small>	

**INGREDIENTES: Huevo, Sorgo, maní, azúcar, almendras, chocolate negro y canela.**

**INGREDIENTS: Egg, Sorghum, sugar, almonds, dark chocolate, and cinnamon.**

**ALERGENO: HUEVO, MANI, ALMENDRAS, CANELA.**

Del sistema APPCC para PCC se determina que existe una etapa crítica del procesamiento, la etapa de horneado que se realiza a 185°C por 15 minutos, en la cual es necesario alcanzar la temperatura de 80°C por 5 minutos para garantizar la eliminación de microorganismos como E-coli, Staphylococcus aureus y Salmonella ssp. Y no sobrepasar los límites críticos establecidos por el RTCA 67.04.50:08 (2008) de ausencia de Salmonella ssp/25 g (ya que la formulación incluye huevo), Escherichia coli menores a 3 NMP/ g y para Staphylococcus aureus 10<sup>2</sup> UFC/g. Además, se incorpora en esta etapa el uso de detector de metales que identifique la presencia de peligros físicos metálicos.

## CONCLUSIONES

El maicillo, sorgo o *Sorghum bicolor* L. es consumido por humanos mediante el dulce típico denominado Alboroto, y ha sido ampliamente estudiado por el CENTA debido a las propiedades agrícolas de resistencia al cambio climático y las propiedades nutricionales que contribuyen a la seguridad Alimentaria y Nutricional (SAN), estas características agrícolas permiten la disponibilidad anual de esta golosina, la cual es elaborada mediante técnicas de procesamiento artesanal de gelatinización de Sorgo, aglomerado de forma esférica y usando como aglutinante dulce de panela fundido, cuya esfericidad promedio es de 5 cm a 8 cm.

Para el desarrollo de tablas nutricionales en los cuales el análisis bromatológico no es posible de realizar, se pueden utilizar métodos teóricos, como el caso de la herramienta desarrollada por el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos, una base de datos de ingredientes alimenticios con los nutrientes necesarios para desarrollar una etiqueta. Esta base de datos se puede encontrar en la actualización número 28 (SR28).

La barra energética desarrollada a partir de *Sorghum bicolor* L. expandido como innovación del dulce típico denominado en El Salvador como “Alboroto” fue formulada en conjunto con huevo, maní, azúcar, almendras, chocolate negro y canela, ingredientes que mejoran la palatabilidad del sorgo, de estos ingredientes el chocolate aportan sabor competitivo comercialmente, mientras que la evaluación nutricional, selección de bolsa de polietileno de baja densidad y definición de parámetros de producción mejoran son el fundamento para un procesamiento tecnológico de alimentos.

La barra energética de Sorgo necesita 61.69 gramos de masa húmeda de ingredientes para que después del horneado (reducción del contenido de agua por proceso térmico) resulte una barra de 40 gramos. Ya que el horneado solo es la eliminación de agua las propiedades nutricionales no se ven modificadas significativamente, la etiqueta nutricional fue calculada haciendo uso de la base de datos SR28 y refleja 140 Calorías por porción, 8 gramos de grasa (10%), 1.5 gramos (8%), colesterol 50 miligramos (16%), sodio 20 miligramos (1%), carbohidratos totales de 14 gramos (5 %), 2 gramos de fibra dietética (8%), 3 gramos de azúcares totales, 3 gramos (5%) de azúcar añadida, 6 gramos de proteína, 31 miligramos de calcio (4%), 1.4 miligramos de hierro (8%) y 150 miligramos de potasio (4%). Vitamina D se declara una fuente no significativa de vitamina D.

## RECOMENDACIONES

Se recomienda ampliar el estudio y análisis de procesos tecnológicos tradiciones para posterior proyección industrial como es la elaboración de dulces típicos, ya que se fortalece el valor cultural que poseen como patrimonio intangible, y permite a pequeños productores incorporar aspectos de valor comercial en mercados nacionales y extranjeros, mediante la información nutricional, registro sanitario, información de producción.

Incorporar ingredientes nuevos en la formulación de alimentos tradicionales como chocolate negro, blanco, caramelos y frutos secos, genera una potencialización para mercados de productos étnicos nacionales e internacionales. En el país existen instituciones como el laboratorio de Tecnología de Procesamiento de Alimentos CENTA-MAG, y universidades como la UES que promueven el análisis de procesos productivos tradicionales, desde la perspectiva administrativa u operativa, por los que se recomienda a los productores el acercamiento a estas entidades para el mejoramiento de los procesos productivos tradicionales.

El pilar fundamental de los sistemas de inocuidad alimentaria se encuentra en el cumplimiento de las BPM en los procesos tecnológicos, por tanto, se recomienda a todos los productores artesanales la implementación de una cultura higiénica como lavado de manos, uso de tapabocas y cofias, y controles de limpieza de instalaciones y utensilios. El objetivo principal de esta investigación era el desarrollo de una barra energética a partir de Sorghum bicolor L. expandido como innovación del dulce típico denominado en El Salvador como “Alboroto”, razón por la cual no ha sido abordado con máximo detalle el sistema de inocuidad que debe implementarse en este tipo de procesamiento, ni los prerrequisitos como un manual de BPM y POES. Por tanto, se recomienda a investigadores interesados profundizar en el sistema de inocuidad necesario.

## ANEXOS

### ANEXO I: GRANOS DE SORGO EXPANDIDOS

El porcentaje de humedad del grano y el incremento de la temperatura causan que la presión de vapor explote o expanda cada grano de sorgo. La apariencia de los granos de sorgo expandidos coincide con los granos de maíz inflado o maíz expandidos, conocidos como palomitas de maíz o recetas de maíz.



## ANEXO II: BARRA ENERGÉTICA DE SORGO



**ANEXO III: PROCEDIMIENTO PARA LA ELABORACION DE BARRAS  
DE SORGO**

**Tabla IV-1 Materiales, equipo e insumos a utilizar**

<b>Materiales</b>	<b>Equipos</b>	<b>Insumos</b>
1 set de cucharas medidoras	Balanza granataria	Huevo
1 set de tazas medidoras	Horno	Sorgo
1 tazón	Tamizador	Azúcar
1 contenedor	Termómetro	Chocolate
Film plástico	Cronometro	Maní
Bandeja o sartén		Almendras en rodajas
		Canela

**Procedimiento experimental**

1. Preliminarmente se realiza la eliminación de peligros físicos y restos de insectos, se procede a sumergir durante 2 minutos el sorgo en agua limpia y finalmente el grano debe ser lavado con agua potable.
2. Para producir diferentes unidades pesar la materia prima de acuerdo con la tabla VI-2 siguiente:

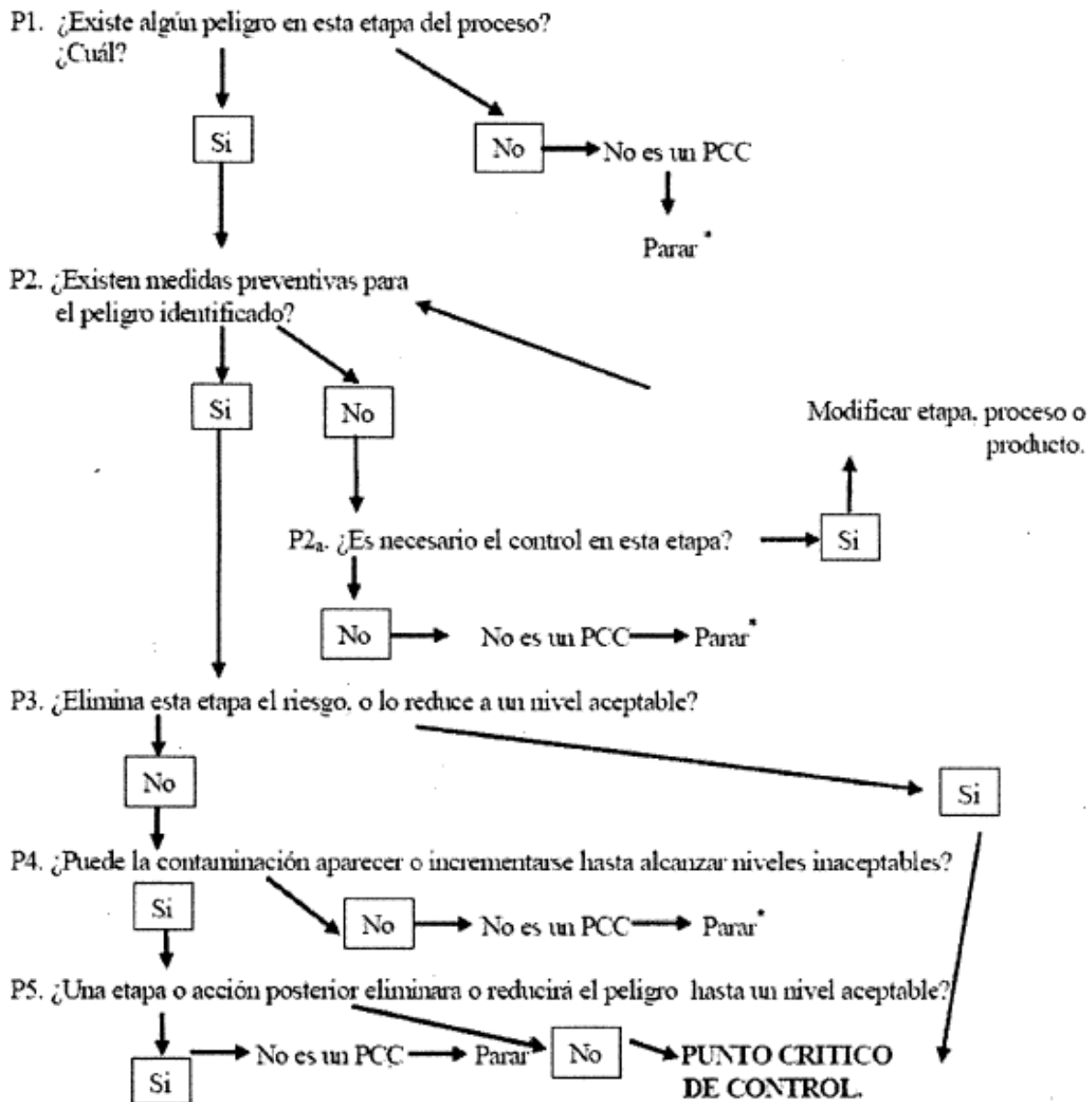
**Tabla IV-2 Detalle de cantidades de ingredientes para la producción de las barras energéticas de sorgo**

<b>Ingredientes</b>	<b>Fracción masa</b>	<b>Masa total (g)</b>	<b>Unidad (g)</b>
Huevo	0.3230	52	16.9
Sorgo	0.2857	46	13.2
Maní	0.2174	35	7.7
Azúcar	0.0621	10	0.7
Almendras	0.0621	10	0.7
Chocolate	0.0373	6	0.3
Canela	0.0124	2	0.1
<b>Total</b>	<b>1.000</b>	<b>191</b>	<b>39.6</b>



3. Realizar el proceso de explosión del grano del sorgo, secar en una bandeja durante cinco minutos a una temperatura de 110°C.
4. Realizar una mezcla de la siguiente materia prima seca: sorgo inflado, chocolate, almendras y maní.
5. mezclar el huevo con la canela y azúcar e incorporar a la mezcla de materia prima seca, mezclar hasta lograr una distribución húmeda homogénea.
6. Moldear en una barra de aproximadamente 12 cm de largo y 4 cm de ancho.
7. Hornear durante 15 minutos a 185°C.
8. Enfriar las barras hasta 25°C aproximadamente y empacar las unidades.

## ANEXO IV: ÁRBOL DE DECISIÓN PARA ANÁLISIS EN APPCC



\* Parar y continuar con el siguiente peligro de la etapa.

## BIBLIOGRAFIA

1. Baca Urbina, G. (2013). *Evaluación de Proyectos (7<sup>ma</sup> ed.)*. México, D.F.: McGrawHill.  
[https://uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG\\_.pdf](https://uachatec.com.mx/wp-content/uploads/2019/05/LIBRO-Evaluaci%C2%A2n-de-proyectos-7ma-Edici%C2%A2n-Gabriel-Baca-Urbina-FREELIBROS.ORG_.pdf)
2. CENTA/MAG. (2018). *Cultivo del Sorgo*. El Salvador: CENTA/MAG.  
[https://www.centa.gob.sv/wp-content/plugins/download-manager/viewer/viewer.php?dl=https://www.centa.gob.sv/wp-content/uploads/download-manager-files/Guia%20Centa\\_Sorgo.pdf](https://www.centa.gob.sv/wp-content/plugins/download-manager/viewer/viewer.php?dl=https://www.centa.gob.sv/wp-content/uploads/download-manager-files/Guia%20Centa_Sorgo.pdf)
3. CONACYT, C. N. (1991). *NORMA GENERAL PARA EL ETIQUETADO DE LOS ALIMENTOS PREENVASADOS* (NSO 67.10.01:03). San Salvador.  
[https://www.oirsa.org/contenido/2017/El\\_Salvador\\_INOCUIDAD/2.%20NSO%2067%2010%2001%2003-%20NORMA\\_GENERAL\\_PARA\\_EL\\_ETIQUETADO\\_DE\\_LOS\\_ALIMENTOS\\_PREENVASADOS.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/2.%20NSO%2067%2010%2001%2003-%20NORMA_GENERAL_PARA_EL_ETIQUETADO_DE_LOS_ALIMENTOS_PREENVASADOS.pdf)
4. CONACYT, C. N. (2003). *AZUCARES. ESPECIFICACIONES*. San Salvador.  
[https://defensoria.gob.sv/images/stories/varios/NORMAS/AZUCAR/AZUCARES\\_ESPECIFICACIONES.pdf](https://defensoria.gob.sv/images/stories/varios/NORMAS/AZUCAR/AZUCARES_ESPECIFICACIONES.pdf)
5. CONACYT, C. N. (2009). *ALIMENTOS. CRITERIOS MICROBIOLÓGICOS PARA LA INOCUIDAD DE ALIMENTOS* (RTCA 67.04.50:08). San Salvador.  
[https://www.oirsa.org/contenido/2017/El\\_Salvador\\_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf](https://www.oirsa.org/contenido/2017/El_Salvador_INOCUIDAD/26.%20RTCA%2067%2004%2050%2008%20CRITERIOS%20MICROBIOLOGICOS%20PARA%20LA%20INOCUIDAD%20DE%20ALIMENTOS.pdf)
6. EMBALAJES TERRA (2021). Bolsa de polietileno: Tipos y aplicaciones:  
<https://www.embalajesterra.com/blog/bolsas-de-polietileno-propiedades-usos/>

7. FAO. (1997). *FAO.ORG*. Obtenido de SISTEMA DE ANÁLISIS DE PELIGROS Y DE PUNTOS CRÍTICOS DE CONTROL (HACCP) Y DIRECTRICES PARA SU APLICACIÓN. <https://www.fao.org/3/y1579s/y1579s03.htm>
8. GOES. (2003). *POLÍTICA NACIONAL DE INNOVACIÓN, CIENCIA Y TECNOLOGÍA*. San Salvador. [https://unctad.org/system/files/non-official-document/Politica %20ICT %20version%20digital.pdf](https://unctad.org/system/files/non-official-document/Politica%20ICT%20version%20digital.pdf)
9. LATU. (2015). *Guía para el desarrollo de productos alimenticios*. Montevideo. Uruguay <https://www.latu.org.uy/publicaciones/guia-para-el-desarrollo-de-productos-alimenticios>
10. López. (2017). *ERRORES MAS COMUNES EN EL ESCLAMIENTO DE UN PRODUCTO*. <https://www.revistaialimentos.com/errores-en-escalamiento-producto/>
11. Rodríguez (2021). *Alborotos, las deliciosas golosinas de antaño*. San Salvador. <https://www.laprensagrafica.com/elsalvador/Alborotos-las-deliciosas-golosinas-de-antaño-20210123-0072.html>
12. MAG (2016). *Encuesta Nacional Agropecuaria de Propósitos Múltiples*, El Salvador. <https://www.transparencia.gob.sv/institutions/mag/documents/244916/download>
13. MIDEPLAN (2009). *Guía para la Elaboración de Diagramas de Flujo*. Costa Rica <https://documentos.mideplan.go.cr/share/s/t51sXM8wSUWhO0YQT4I9eA>
14. Mortimore, S., & Wallace, C. (2018). *HACCP Enfoque practico*. ACRIBIA.
15. OCDE -European Communities (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre innovación*. España. <http://www.itq.edu.mx/convocatorias/manualdeoslo.pdf>

16. OIRSA (2016). *Manual de análisis de peligros y puntos críticos de control-HACCP*. San Salvador. El Salvador. <https://www.oirsa.org/contenido/ biblioteca/Manual%20de%20an%C3%A1lisis%20de%20peligros%20y%20puntos%20cr%C3%ADticos%20de%20control%20-%20HACCP.pdf>
17. Portillo Vigil, R. E. y V. C, (2005). *PROPUESTA DE UN MODELO COMPETITIVO PARA LA PRODUCCIÓN Y EXPORTACIÓN DE DULCES, CONSERVAS Y JALEAS TRADICIONALES DE EL SALVADOR*. San Salvador: Universidad de El Salvador.
18. Ruiz, A. (2019). *Nutricion Deportiva: Barras energéticas. (P. plus, Ed.) Salud y bienestar*. <https://www.webconsultas.com/ejercicioy-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barritas-energeticas-12145>
19. Suzanne, N. (2010). *Food Analysis (4<sup>th</sup> Ed.)*. New York: Springer Science+Business Media.<https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/food-analysis.pdf>
20. Trigueros, G. (2003). *Inicia exportación de los dulces La Negrita*. San Salvador. <http://archivo.elsalvador.com/noticias/2003/11/11/negocios/negoc1.html#top>
21. USDA (2016). *Department of Agriculture, Agricultural Research Service. Nutrient Data Laboratory. USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 28 (Slightly revised). Version Current: May 2016*. <http://www.ars.usda.gov/nea/bhnrc/mafcl>