

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

Desarrollo de un *snack* nutritivo a base de banano y plátano
para niños beneficiarios de programas de alimentación

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingeniero de Alimentos

Presentado por:

Sergio Kosme Laprea Febré
Fanny Gabriela Yépez Guamán

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2020

DEDICATORIA

A los niños que padecen hambre.

A los que creen que es tarde.

A mi madre.

- Sergio Laprea Febré

A mi familia y amigos que en todo momento estuvieron ahí para mí.

- Fanny Yépez Guamán

AGRADECIMIENTOS

Muchas gracias a mi padre por su incansable e irrestricto apoyo a lo largo de la carrera y la vida; a mis buenos amigos y familiares que motivaron y celebraron cada avance; y a la comunidad politécnica por abrir mi mente a la ciencia, la industria y mi propio ser. Fue divertido.

- Sergio Laprea Febré

Agradezco a Dios porque sin Él nada hubiera sido posible; a mi familia, por brindarme todo su apoyo y cariño incondicional; además a nuestro tutor, por ser importante guía en este proceso.

- Fanny Yépez Guamán

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponden conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución. Sergio Kosme Laprea Febré y Fanny Gabriela Yépez Guamán damos nuestro consentimiento para que la ESPOI realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual."



Sergio Laprea Febré



Fanny Yépez Guamán

EVALUADORES



Haydée Torres Camba, M.Sc.

PROFESORA DE LA MATERIA

GALO WENCESLAO
CHUCHUCA
MORAN

Digitally signed by GALO
WENCESLAO CHUCHUCA
MORAN
Date: 2021.04.15 16:39:35
-05'00'

Galo Chuchuca Morán, M.Sc.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

Un banco de alimentos de Guayaquil (Ecuador) busca contribuir a la nutrición de sus beneficiarios por medio de la diversificación de su cartera de productos con opciones más nutritivas que las ofrecidas por el mercado. Considerando este enfoque y la abundante cantidad prevista de donaciones de banano y plátano a recibir por la institución, el presente proyecto tuvo como objetivo desarrollar un *snack* nutritivo para niños aprovechando dichos recursos.

El desarrollo del producto inició por la definición del concepto del *snack* considerando un enfoque racional y sistemático. Se realizó luego la formulación del producto mediante una optimización con técnicas de programación lineal. Sus especificaciones se ajustaron al concepto y las regulaciones sobre productos similares. Se describió también el proceso de manufactura usando diagramas y se aplicó la metodología de planeación sistemática de distribución en planta (SLP). Para finalizar, se calcularon indicadores financieros mediante un análisis de costos.

Como resultado, se propuso la producción de una barra de banano con plátano y pasta de maní. La composición nutricional del producto aporta el 10 % de potasio, 8 % de fibra y 8 % de vitamina A, de sus correspondientes valores de ingesta diaria recomendada (IDR). Finalmente, el proyecto estimó una tasa interna de retorno (TIR) del 57 %, que calificó su implementación como rentable.

Este trabajo considera factible aprovechar las características de donaciones de alta disponibilidad de banano y plátano, y su combinación con ingredientes compatibles para la consecución de un *snack* nutritivo para niños beneficiarios de un banco de alimentos.

Palabras Clave: desarrollo de productos, *snack*, banano, plátano, barra de frutas

ABSTRACT

A food bank in Guayaquil (Ecuador) seeks to contribute to the nutrition of its beneficiaries by diversifying its product portfolio with more nutritious options than those offered by the market. Considering this target and the large projected donation of banana and plantains, this project aimed to develop a nutritious snack for children taking advantage of these resources.

The product development process began with the definition of the snack concept considering a rational and systematic approach. Product formulation was then completed by optimization with linear programming techniques. Its specifications were defined according to the product concept and regulations on related products. In addition, manufacturing process was described using diagrams and the Systematic Layout Planning (SLP) methodology was applied as well. Finally, financial indicators were calculated through a cost analysis.

As a result, production of a banana bar with plantain and peanut paste was proposed. The nutritional composition of the product provides 10% potassium, 8% fiber and 8% vitamin A, of their corresponding recommended daily intake (RDI) values. Finally, the project estimated an internal rate of return (IRR) of 57%, which qualified its implementation as profitable.

This work considers feasible to use highly available donations of bananas and plantains, combined with compatible ingredients, to obtain a nutritious snack for children benefiting from a food bank.

Keywords: *product development, snack, banana, plantain, fruit bar*

ÍNDICE GENERAL

Resumen	I
<i>Abstract</i>	II
Índice general	III
Abreviaturas	V
Simbología.....	VI
Índice de Figuras	VII
Índice de Tablas	VIII
CAPÍTULO 1.....	1
1. Introducción.....	1
1.1 Descripción del problema	1
1.2 Justificación del problema	2
1.3 Objetivos.....	2
1.3.1 Objetivo General	2
1.3.2 Objetivos Específicos.....	2
1.4 Marco teórico.....	3
1.4.1 Los bancos de alimentos	3
1.4.2 Nutrición de los niños ecuatorianos	4
1.4.3 Banano y plátano	5
1.4.4 Consumo de <i>snacks</i> por niños.....	8
CAPÍTULO 2.....	9
2. Metodología.....	9
2.1 Definición del concepto del producto.....	9
2.2 Formulación y especificaciones del producto	12
2.3 Descripción del proceso de producción.....	13
2.4 Distribución de planta	13

2.5	Análisis de costos.....	15
CAPÍTULO 3.....		17
3.	Resultados y Análisis	17
3.1	Definición del concepto del producto.....	17
3.2	Formulación y especificaciones del producto	19
3.3	Descripción del proceso de producción.....	24
3.4	Distribución en planta	29
3.5	Análisis de costos.....	33
CAPÍTULO 4.....		35
4.	Conclusiones y Recomendaciones.....	35
4.1	Conclusiones.....	35
4.2	Recomendaciones.....	36
BIBLIOGRAFÍA.....		37
APÉNDICES.....		43

ABREVIATURAS

BOPP	Polipropileno Biorientado
CIELAB	Espacio de Color Lab
CORELAP	<i>Computerized Relationship Layout Planning</i>
ENSANUT	Encuesta Nacional de Salud y Nutrición
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Food and Agriculture Organization
FNE	Flujo Neto de Efectivo
FSSAI	<i>Food Safety and Standards Authority of India</i>
GAIN	<i>Global Alliance for Improved Nutrition</i>
GFN	<i>The Global FoodBanking Network</i>
MUFA	Ácidos grasos monoinsaturados
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
PUFA	Ácidos grasos poliinsaturados
SFA	Ácidos grasos saturados
SLP	<i>Systematic Layout Planning</i>
TIR	Tasa Interna de Rendimiento
TMAR	Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento
TRA	Tabla Relacional de Actividades
VPN	Valor Presente Neto

SIMBOLOGÍA

BV	Banano en estado de maduración
Ca	Calcio
cm	Centímetro
Fe	Hierro
g	Gramo
K	Potasio
kg	Kilogramo
kWh	Kilovatio-hora
L	Litro
m	Metro
mg	Miligramo
N	Newton
Na	Sodio
t	Tonelada métrica
USD	Dólares de los Estados Unidos de América
Zn	Zinc
µg	Microgramo
°C	Grado Celsius

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1. Distribución inicial de equipos en el Área de Procesamiento del banco de alimentos Diakonía [Elaboración propia]	15
Figura 3.1. Matriz Impacto-Dificultad de las ideas candidatas [Elaboración propia]	17
Figura 3.2. Información nutricional teórica del producto final a) Tabla nutricional b) Semáforo nutricional [Elaboración propia]	23
Figura 3.3. Diagrama de flujo del proceso de producción de barra de banano con plátano [Elaboración propia]	26
Figura 3.4. Diagrama de ingeniería del proceso de manufactura de barra de banano con plátano y pasta de maní [Elaboración propia]	28
Figura 3.5. Gráfica P-Q de la producción inicial de la empresa [Elaboración propia]	29
Figura 3.6. Diagrama de recorrido sencillo de la planta, cuando se produce la barra [Elaboración propia]	29
Figura 3.7. Tabla de relación de actividades de la planta del banco de alimentos [Elaboración propia]	31
Figura 3.8. Distribución en planta por bloques, obtenida mediante CORELAP [Elaboración propia]	31
Figura 3.9. Distribución de elementos en área de procesamiento para elaboración de la barra de banano [Elaboración propia]	32
Figura A.1. Plano de las instalaciones de la empresa [Elaboración propia]	46
Figura A.2. Dimensiones del área de procesamiento con equipos de posición fija [Elaboración propia]	48
Figura A.3. Fotografías del prototipo final de la barra de banano [Elaboración propia] .	54
Figura A.4. Representación del sistema del proceso de manufactura de la barra de banano con plátano [Elaboración propia]	55
Figura A.5. Distribución de carga de trabajo entre operarios [Elaboración propia]	57

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.1. Deficiencias en consumo de micronutrientes en ecuatorianos de 4 a 13 años [Freire et al., 2014]	5
Tabla 1.2 Composición nutricional de banano y plátano en varios estados de maduración [Aurore et al., 2009; USDA, 2019]	7
Tabla 2.1. Dimensiones consideradas para análisis matricial de ideas [Elaboración propia].....	10
Tabla 2.2. Combinaciones producto del análisis matricial [Elaboración propia]	11
Tabla 2.3. Factores claves, sus métricas y ponderaciones para la selección de la idea del producto [Elaboración propia].....	11
Tabla 2.4. Restricciones para la formulación del producto [Elaboración propia]	13
Tabla 2.5. Etapas del método SLP y herramientas asociadas [Casp, 2005]	14
Tabla 2.6. Resumen de consideraciones tecnológicas de la empresa [Elaboración propia]	14
Tabla 2.7. Criterios de evaluación económica del proyecto [Elaboración propia].....	16
Tabla 3.1. Descripciones de las tres mejores ideas de producto [Elaboración propia] ..	18
Tabla 3.2. Puntaje obtenido por cada idea de producto finalista [Elaboración propia] ..	18
Tabla 3.3. Ingredientes para la formulación [Elaboración propia].....	19
Tabla 3.4. Variables por optimizar [Elaboración propia]	21
Tabla 3.5. Restricciones para la formulación [Elaboración propia]	22
Tabla 3.6. Fórmula óptima respecto al costo de materias primas [Elaboración propia] ..	22
Tabla 3.7. Composición química del producto final [Elaboración propia].....	23
Tabla 3.8. Especificaciones del producto propuesto [Elaboración propia].....	24

Tabla 3.9. Actividades de la planta procesadora [Elaboración propia]	30
Tabla 3.10. Distribución de la carga de trabajo en elaboración de la barra de banano [Elaboración propia].....	33
Tabla 3.11. Cantidades requeridas de materias primas para la producción de un lote de barras de banano con plátano [Elaboración propia]	33
Tabla 3.12. Flujo de caja proyectado a cinco años [Elaboración propia].....	34
Tabla A.1. Requerimientos nutricionales diarios en niños [Caballero et al. (2005)].....	44
Tabla A.2. Cuestionario de la encuesta virtual realizada a escolares [Elaboración propia]	45
Tabla A.3. Detalles de los equipos iniciales disponibles para producción [Elaboración propia].....	47
Tabla A.4. Histórico de recepción de donaciones provenientes del programa Fruver [Elaboración propia].....	49
Tabla A.5. Productos similares a la barra de masa de banano verde [Elaboración propia]	50
Tabla A.6. Tipos de <i>snack</i> preferidos por los niños encuestados que los consumen [Elaboración propia].....	51
Tabla A.7. Descripción de las respuestas de la encuesta realizada a escolares [Elaboración propia].....	52
Tabla A.8. Constantes de costos y composición de los ingredientes de la formulación [Elaboración propia].....	53
Tabla A.9. Rendimientos y ecuaciones de balance de materia para las etapas relevantes del proceso de manufactura de la barra de banano [Elaboración propia]	55
Tabla A.10. Flujos de materia en el sistema de manufactura de la barra de banano [Elaboración propia].....	56

Tabla A.11. Inversión inicial del proyecto [Elaboración propia].....	58
Tabla A.12. Costos variables de fabricación de la barra de banano y plátano propuesta, primer año [Elaboración propia].....	58
Tabla A.13. Proyección de ventas para los primeros cinco años [Elaboración propia]..	59
Tabla A.14. Costos variables anuales proyectados a cinco años, en USD [Elaboración propia].....	59
Tabla A.15. Costos fijos anuales, en USD [Elaboración propia]	59

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

Diakonía es un banco de alimentos y organización no gubernamental (ONG) localizada en Guayaquil (Ecuador), que gestiona, desde 2010, donaciones de productos alimenticios para programas de alimentación de carácter social. Estos programas son manejados por ellos mismos o por alguna de sus 84 organizaciones beneficiarias. Más de 30 mil personas se benefician finalmente por la acción de esta ONG y se estima que, de ellas, al menos el 60 % corresponde a niños de edades comprendidas entre 1 y 13 años.

El banco de alimentos procesa aquellos vegetales y frutas que llegan en condiciones de riesgo de deterioro, con la finalidad de aprovecharlos en productos económicos y de alto valor nutricional para sus beneficiarios. La mayor parte de esas donaciones corresponde a banano y plátano.

La organización ha detectado un problema en relación con la calidad nutricional de la dieta de parte de sus beneficiarios. Para abordarlo, este proyecto se enfoca en el desarrollo de un producto alimenticio diseñado a partir de las necesidades del consumidor final y los recursos disponibles.

1.1 Descripción del problema

Los niños beneficiarios de los programas de alimentación relacionados con el banco de alimentos Diakonía tienden a incluir en su dieta *snacks* de bajo valor nutricional. Esto ha sido motivo de preocupación por parte de la organización, puesto que, va en detrimento de los objetivos sociales enmarcados en su misión, que contempla el combate al hambre mediante la dotación de alimentos nutritivos a personas vulnerables (Banco de Alimentos Diakonía, 2018).

Como se prevé un crecimiento en el volumen de las donaciones de bananos y plátanos, se considera oportuno el desarrollo de un *snack* dirigido a niños en edad escolar. Su elaboración debe considerar la capacidad operativa y económica del banco de alimentos, así como los requisitos mínimos de calidad nutricional

específicos para este segmento, sin entrar en conflicto con los requerimientos de otros grupos beneficiarios que también pudieran consumir el producto.

1.2 Justificación del problema

En el contexto de la seguridad alimentaria, un problema particularmente importante para Ecuador es la malnutrición infantil, en vista de que aproximadamente 3 de cada 7 niños entre 5 y 11 años la padece (Knight et al., 2020). Ante situaciones como esta, los bancos de alimentos figuran como “una solución comprobada para alimentar a las comunidades a través de una acción dedicada y unificada” (GFN, 2020), en palabras de *The Global FoodBanking Network*, de la que Diakonía forma parte desde 2015.

El consumo de *snacks* está ampliamente extendido entre niños en edad escolar (Wang et al., 2018) y, por otro lado, el banano y el plátano representan una opción de materia prima adecuada para el diseño de nuevos productos destinados a niños, gracias a sus propiedades nutricionales y versatilidad (Honfo et al., 2011). Por lo anterior, este proyecto plantea la adición de valor a esta materia prima con gran disponibilidad por el banco de alimentos, mediante su transformación en un producto nutritivo y atractivo para los beneficiarios finales.

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Desarrollar un *snack* nutritivo para niños, aprovechando las donaciones de banano y plátano de un banco de alimentos, para la diversificación de los productos alimenticios destinados a sus beneficiarios.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Formular un *snack* considerando las características sensoriales y nutricionales requeridas por el grupo objetivo.
2. Diseñar una línea de producción para la elaboración del *snack* acorde con las limitaciones actuales del banco de alimentos.
3. Determinar la viabilidad económica del proyecto mediante el análisis financiero del producto.

1.4 Marco teórico

1.4.1 Los bancos de alimentos

De acuerdo con la FAO et al. (2019), el concepto de la seguridad alimentaria se refiere al acceso físico, social y económico a alimentos suficientes, inocuos y nutritivos, en todo momento. Adicionalmente, señalan que cerca de 2000 millones de personas padecen inseguridad alimentaria moderada o grave.

Por su parte, Unicef (2020) define como malnutrición al resultado de deficiencias, excesos o desequilibrios en la ingesta de nutrientes, lo cual puede ser consecuencia de la falta de seguridad alimentaria. En Ecuador, las dietas son poco diversas y de baja calidad nutricional, lo que se vincula a la prevalencia de desnutrición crónica y sobrepeso en distintos segmentos de su población (Knight et al., 2020).

Ante esta problemática, la Organización de las Naciones Unidas (ONU) ha incluido entre los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) la erradicación del hambre y la mejora de la nutrición antes de 2030 (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). Ecuador, bajo este marco, ha procurado enfocar sus políticas públicas en garantizar la seguridad alimentaria y la nutrición de su población más vulnerable (Aguirre et al., 2018).

Entre las estrategias para la prevención de la desnutrición, Unicef et al. (2020) incluyen el suministro de alimentos nutritivos, diversos y seguros en la primera infancia; a la vez, advierten sobre la necesidad de una programación nutricional multisectorial, eficaz y sostenida a largo plazo, y sistemas alimentarios capaces de proporcionar dietas nutritivas, seguras, asequibles y sostenibles para todos los niños (Unicef, 2019).

La GFN (2018) define a un banco de alimentos como una organización de desarrollo comunitario, constituida para obtener y movilizar productos alimenticios, generalmente donados por la industria, clasificándolos y distribuyéndolos a organizaciones comunitarias y programas sociales emergentes, con la finalidad de hacer frente a la inseguridad alimentaria de una localidad. Por medio de la acción de los miembros de la GFN, más de 60 millones de personas reciben asistencia y se evita desperdiciar más de 470 mil toneladas de alimentos seguros.

1.4.2 Nutrición de los niños ecuatorianos

Caballero et al. (2005) afirman que la nutrición es particularmente importante en la niñez, porque los nutrientes son necesarios para el crecimiento lineal, desarrollo neurológico y correcto funcionamiento fisiológico en general, de modo que influyen en la salud a largo plazo. Según Unicef (2014), la desnutrición condiciona su pleno desarrollo y deja consecuencias de por vida, lo que impacta al individuo y su comunidad, en el aspecto socioeconómico.

En torno a la definición de alimento nutritivo, Drewnowski (2005) ha identificado un enfoque común hacia la densidad de nutrientes o su relación con el contenido energético de los alimentos, pero sin consenso sobre los límites definitorios del término. Muchas de las definiciones, como la de la GAIN (2017) son inespecíficas y se restringen a definirlos como alimentos que proveen nutrientes benéficos como vitaminas, minerales y fibra dietética, así como aminoácidos y ácidos grasos esenciales, y que minimizan los componentes potencialmente peligrosos como grasas saturadas y azúcares.

Se sugiere que, de la energía obtenida de los alimentos, entre el 25 % y el 30 % provenga de grasas y del 5 % al 10 %, de ácidos grasos poliinsaturados (Caballero et al., 2005). Por su parte, el consumo de minerales y vitaminas en la niñez se ha relacionado con las funciones de crecimiento, maduración ósea, desarrollo del cerebro y prevención de infecciones (Aggett et al., 1997). Un resumen de los requisitos nutricionales de los niños se presenta en el Apéndice A.

Actualmente, buena parte de la dieta de los niños corresponde a productos altamente procesados, generalmente ricos en grasas saturadas, azúcar y sodio y bajos en nutrientes esenciales y fibra, lo que implica impactos negativos a su salud (Unicef, 2019). En Ecuador, de acuerdo con datos publicados por la Encuesta Nacional de Salud y Nutrición (ENSANUT) de 2012, el retardo del crecimiento para niños entre 5 y 11 años se ubicó en el 15 %, en tanto que el sobrepeso y obesidad fue de 29.9 % (Freire et al., 2014). Se sugiere que la dieta promedio nacional satisface los requerimientos de energía, pero no los de micronutrientes (Knight et al., 2020). Las deficiencias en el consumo de calcio, zinc, hierro y vitamina A están ampliamente extendidas entre la población de niños entre 4 y 13 años, con

una afectación que puede llegar al 97 % (Tabla 1.1). Además, el consumo de fibra no es suficiente para el 97 % de este grupo.

Tabla 1.1. Deficiencias en consumo de micronutrientes en ecuatorianos de 4 a 13 años [Freire et al., 2014]

Micronutriente	Requerimiento diario	Subgrupo	Déficit (%)
Hierro (mg)	4.1 mg	4 a 8 años	92
	5.7 – 5.9 mg	9 a 13 años	97
Vitamina A (µg)	275 µg	4 a 8 años	39
	445 µg	Niños 9 a 13 años	86
	420 µg	Niñas 9 a 13 años	68
Zinc (mg)	7.0 mg	Niños 9 a 13 años	34
		Niñas 9 a 13 años	49
Calcio (mg)	800 mg	4 a 8 años	96
	1100 mg	9 a 13 años	97

1.4.3 Banano y plátano

Según Lobo & Fernández (2020), la mayoría de las variedades de bananos y plátanos comestibles son frutos de musáceas, híbridos de dos especies silvestres del género *Musa*. Se desarrollan en estructuras denominadas racimos, organizadas alrededor de un eje central en grupos conocidos como “manos” que contienen hasta veinte frutos individuales (Davey et al., 2007; Lobo & Fernández, 2020). En los bananos, el almidón se descompone por completo al alcanzar la madurez organoléptica, lo que permite consumírsele crudo en dicho estado, a diferencia de lo que ocurre con los plátanos (Pareek, 2016).

De acuerdo con datos recopilados por la FAO (2020), en 2018 la producción mundial de bananos y plátanos alcanzó los 155.2 millones de toneladas ubicándola, de acuerdo con Evans et al. (2020), en el cuarto lugar de los alimentos básicos. Estas frutas representan un aporte importante a la seguridad alimentaria y a la economía de los países que las exportan. Esto incluye a Ecuador, cuya producción alcanzó los 7.2 millones de toneladas, en el mismo año (INEC, 2020; Paz & Pesantez, 2013).

Al igual que en el resto del mundo, casi la totalidad de los bananos cultivados en Ecuador destinados al comercio internacional proviene de cultivos intensivos del cultivar 'Cavendish', debido a la aceptación generalizada de sus propiedades organolépticas (Aurore et al., 2009; Evans et al., 2020). En lo referente al plátano, predomina el cultivo de tres cultivares: 'Barraganete', 'Maqueño' y 'Dominico' (Paz & Pesantez, 2013).

Desde el punto de vista nutricional, los bananos y los plátanos son fuentes ricas en carbohidratos, vitaminas y minerales como el potasio, del que son uno de los frutos con mayor contenido y, además, son considerados uno de los alimentos básicos más ricos en compuestos antioxidantes (Evans et al., 2020). Nelson et al. (2006) consideran a estos frutos una fuente importante de calorías para la dieta humana. Mientras que, Lobo & Fernández (2020) agregan que los bananos son un alimento saludable, portátil, económico e idóneo para su consumo por parte de personas de cualquier edad.

Respecto a la variabilidad en su composición química, Pareek (2016) encontró diferencias entre los frutos de distintas plantas dentro de un mismo cultivar e incluso entre los frutos de una misma planta. Sin embargo, Forster et al. (2002) no encontraron diferencias en este aspecto, más allá del contenido de fibra soluble, atribuibles a la diversidad de los cultivares de una misma variedad localizados en dos diferentes lugares del mundo. Es por ello que afirman que la variabilidad evidenciada estuvo relacionada con la ubicación geográfica y los métodos de cultivo.

El estado de maduración incide tanto en la cantidad total de carbohidratos, de la que se ha reportado niveles totales mayores en plátanos que en bananos, como en la proporción de los diferentes tipos de carbohidratos presentes. En frutos verdes se obtiene cantidades muy altas de almidones y bajas de azúcares simples y todo lo contrario cuando se completa la maduración (Aurore et al., 2009). La Tabla 1.2 presenta una compilación de datos acerca de la composición de pulpas de banano y plátano, en diferentes estados de maduración.

La importancia de los cambios ocurridos durante la maduración radica en su contribución al desarrollo de propiedades sensorialmente aceptables, que incluye su sabor dulce y textura suave (Evans et al., 2020). La cosecha de los frutos, dada su naturaleza climática, suele realizarse cuando alcanzan la madurez fisiológica, para un posterior proceso de maduración organoléptica (Lobo & Fernández, 2020).

Tabla 1.2 Composición nutricional de banano y plátano en varios estados de maduración [Aurore et al., 2009; USDA, 2019]

Producto		Componente					
		Agua	Carbs. totales	Almidón	Azúcares	Fibra dietética	Potasio
Banano	Verde	69.0 %	28.7 %	ND	ND	0.5 %	ND
	Pintón	75.3 %	23.0 %	ND	ND	4.6 %	0.33 %
	Maduro	74.9 %	22.8 %	5.4 %	12.2 %	2.6 %	0.36 %
	Muy maduro	78.3 %	20.1 %	ND	ND	1.7 %	ND
Plátano	Verde	61.1 %	36.7 %	32.0 %	2.3 %	2.2 %	0.43 %
	Maduro	65.2 %	31.9 %	12.0 %	17.5 %	1.7 %	0.49 %

Carbs.: Carbohidratos; ND: No hay datos

La variedad de productos que puede obtenerse a partir del procesamiento del banano incluye papillas, jugos, productos deshidratados e ingredientes de panadería (Lobo & Fernández, 2020). Igualmente, el plátano ha sido empleado en preparaciones tradicionales que lo aprovechan en todos sus estados de maduración (Aina et al., 2013). Sin embargo, alrededor de la quinta parte del banano cosechado no se aprovecha, lo que ha promovido investigación en torno a nuevos usos de los frutos (Segundo et al., 2017). En este marco, Aurore et al. (2009) consideran que el banano tiene el potencial de convertirse en materia prima de productos inspirados en preparaciones artesanales. En cambio, Ayanwale et al. (2016) consideran al plátano como un cultivo multipropósito capaz de ser procesado por ejemplo, en la industria de panificación y pastelería. En el ámbito ecuatoriano, Paz & Pesantez (2013) analizaron las ventajas del plátano verde para su incorporación a la industria nacional y concluyeron que puede ser transformado en más opciones que las existentes.

1.4.4 Consumo de *snacks* por niños

Según Blaine et al. (2017), no existe un consenso sobre la definición de *snacks*, aunque generalmente se emplea la de alimentos usualmente consumidos entre comidas, típicamente densos en energía y pobres en nutrientes. Estos productos aportan significativamente a la ingesta calórica diaria de los niños y se ha evidenciado que su disponibilidad en el hogar incide directamente en su consumo.

Wang et al. (2018) reportaron, para distintos países, valores entre 60 % y 95 % de niños entre 4 y 13 años que afirmaron consumir *snacks*. Los autores observaron que niños de 9 a 13 años incluyeron la opción “*snacks* salados” cuando se les pidió escoger sus tres *snacks* preferidos, en contraste con niños de 4 a 8 años, que eligieron “frutas”, en su lugar, en la misma encuesta.

En el caso ecuatoriano, información recogida por la ENSANUT de 2012, muestra que el 64 % de la población de 10 a 19 años declaró consumir *snacks* salados y dulces (Freire et al., 2014). Los niños que comen *snacks* con frecuencia consumen más energía, tienen dietas de peor calidad y exhiben otros factores de riesgo como el aumento de peso excesivo y la reducción de ingesta de vitaminas y minerales esenciales (Blaine et al., 2017).

En respuesta a esta situación, se ha propuesto el desarrollo de *snacks* más saludables. Al respecto, se ha realizado investigación enfocada en tecnologías que proporcionen las mejores características organolépticas, sin mayor detrimento del valor nutricional de los productos. Por ejemplo, Chen et al. (2018) estudiaron el escaldado por infrarrojos combinado con deshidratación con aire caliente para la producción de *snacks* crujientes de zanahoria. Así mismo, Dueik & Bouchon (2011) analizaron el impacto de la fritura en la microestructura de los alimentos, para mejorar su calidad, mediante una operación a menor presión y temperatura.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

La parte medular del presente proyecto consistió en el desarrollo sistemático de un producto alimenticio, incluyendo su formulación y proceso de manufactura. Las técnicas empleadas se enmarcaron en los conceptos y consideraciones presentados por Earle et al. (2001).

Las diferentes etapas del desarrollo estuvieron sujetas a restricciones económicas, tecnológicas, nutricionales y sensoriales, basadas en las exigencias del consumidor, las capacidades y aspiraciones de la empresa y la configuración del mercado. La selección de los parámetros de examinación, que derivaron en la discriminación progresiva de las ideas de producto, tuvo en cuenta las observaciones del cliente del proyecto, así como las preferencias del grupo objetivo.

Paralelamente, como fuente de información complementaria para la toma de decisiones con respecto a ajustes en formulación y parámetros de proceso, se produjeron y examinaron prototipos de niveles resolutivos incrementales. Estos se sustentaron en formulaciones y procesos de manufactura de productos similares encontrados en la literatura y elaborados en entornos domésticos. En general, las técnicas y conceptos relacionados con el prototipado se enmarcaron en la metodología de planeación de prototipos propuesta por Ulrich y Eppinger (2013).

2.1 Definición del concepto del producto

Como punto de partida para el desarrollo del producto, se estableció el siguiente conjunto de características deseables, basadas en consideraciones del banco de alimentos con respecto al problema y aspiraciones de su solución:

- Aprovechamiento de futuras grandes donaciones de plátano y banano.
- Producto nutritivo para los niños, pero que pueda ser consumido por todos.
- Congruencia con la realidad económica de la organización: sin fines de lucro, inversión inicial pequeña y recuperable a corto plazo y costos de producción bajos.
- Línea de producción versátil, adaptable a otras materias primas y productos.

- Escasa cantidad de etapas y que estas sean fáciles de entender e implementar.
- Minimizar los materiales a comprarse y preferir los recibidos como donaciones.

Las ideas de producto fueron generadas por medio de una técnica racional, presentada por Schnarch (2005), que se denomina análisis matricial y está enfocada en las características más importantes del producto. Esta herramienta permite encontrar nuevas combinaciones y categorizar las ideas a partir de características comunes. Las dimensiones seleccionadas fueron: la forma de preparación de la masa, el tipo de sazonado y el tratamiento térmico. Las categorías y definiciones, para cada dimensión, se presentan en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1. Dimensiones consideradas para análisis matricial de ideas [Elaboración propia]

Dimensión	Categoría	Definición
Preparación de la masa	Masa cocinada	Plátanos y bananos verdes son sometidos a cocción en agua para permitir una masa manejable
	Masa rallada	Plátanos y bananos verdes crudos son rallados para permitir una masa manejable
	Rebanado	Plátanos y bananos verdes crudos son cortados en piezas pequeñas
Tipo de sazonado	Dulce	Se sumerge o rocía la masa o rebanadas en una solución dulce
	Salado	Se adiciona sal y condimentos adecuados
	Mezcla	Se incorporan otros sabores y aromas mediante el empleo de otras materias primas en la masa
Tratamiento térmico	Horneo	Se somete a la masa o rebanadas a un proceso de horneado
	Fritura	Se fríen la masa o rebanadas

El resultado de combinar las categorías fue el conjunto de dieciocho ideas que se presenta en la Tabla 2.2, de modo que, por ejemplo, la idea 5 se refiere a un producto de masa cocida y salada que se fríe. A continuación, se evaluó la importancia y dificultad de cada idea de producto generada según la matriz de impacto y dificultad que permitió señalar las tres mejores (Jayakumar et al., 2019). Se tuvo en cuenta la información acerca del comportamiento de la materia prima ante los principales procesos de transformación posibles, en varios prototipos físicos enfocados.

Tabla 2.2. Combinaciones producto del análisis matricial [Elaboración propia]

Código de ideas	Horneo			Fritura		
	Dulce	Salado	Mezcla	Dulce	Salado	Mezcla
Masa cocinada	1	2	3	4	5	6
Masa rallada	7	8	9	10	11	12
Rebanadas	13	14	15	16	17	18

Posteriormente, para la selección de la mejor idea de producto, se evaluaron las tres antes elegidas, mediante una matriz simplificada de selección de conceptos propuesta por Schnarch (2005). Por medio de esta herramienta, se puntuaron factores clave que se agruparon y ponderaron según los criterios de la empresa sobre sus capacidades y anhelos con respecto al producto, tal como se expone en la Tabla 2.3. La métrica empleada para la evaluación de cada factor se basó en variables que sirvieron como indicadores generales, al ser transformadas a una escala de 0 a 10 puntos con correspondencia al rango habitual de cada factor en procesos o productos similares.

Tabla 2.3. Factores claves, sus métricas y ponderaciones para la selección de la idea del producto [Elaboración propia]

Factor clave	Métrica	Ponderación
Valor nutricional	3.5 puntos (máximo 10) por cada componente de semáforo verde o mejor y por cada micronutriente declarable como alto.	0.33
Cualidades sensoriales	Suma de calificaciones de: color brillante (sobre 3), forma llamativa (sobre 1), textura adecuada para el tipo (sobre 2), sabor intenso (sobre 3).	0.27
Versatilidad	3.5 puntos (máximo 10) por cada una de las 10 donaciones más abundantes en los años 2018 y 2019 que se podrían procesar en los mismos equipos o incluir en el producto.	0.20
Dificultad técnica	Se inicia con los 10 puntos y se resta 1.5 por cada 0.08 USD de energía y agua para procesar 1 kg de materia prima y 1.5 por cada etapa de transformación.	0.13
Impacto ambiental	Se inicia con 10 puntos y se resta 1 por cada 4 % de mermas estimadas de materias primas, sobre el 40 %.	0.07

Finalmente, luego de seleccionar la idea de producto que obtuvo el mayor puntaje, fue establecida su propuesta de valor que, según precisan Ulrich y Eppinger (2013), corresponde a un conjunto reducido de atributos capaces de provocar la acción de compra, relacionada con el grado de aceptación sensorial del producto por parte de los beneficiarios finales. Este enunciado funcionó como base para la definición

del concepto del producto, teniendo en cuenta la estructura planteada por Lerma (2017), que consta de tres componentes:

- Producto esencial: Lo indispensable para satisfacer una función o promesa básica al consumidor.
- Producto ampliado: Los aditamentos físicos que mejoran aspectos de la calidad del producto como su envase y marca.
- *Plus*: Los servicios alrededor de la adquisición del producto y la experiencia durante y después de su uso.

2.2 Formulación y especificaciones del producto

Luego de haber conceptualizado el producto se fijó una fórmula, mediante el empleo de técnicas de programación lineal encaminadas a la minimización del costo total de la materia prima, según lo propuesto por Render et al. (2012). La función objetivo, costo total de materias primas por unidad de masa de producto final $f(x)$, fue expresada como muestra la ecuación (2.1) y para su optimización se programó una hoja de cálculo en MS Excel® y se ejecutó, mediante la herramienta *Solver*, el algoritmo de optimización Simplex LP. Para cada ingrediente i , x_i representa su participación en la fórmula y c_i su costo por unidad de masa.

$$f(x) = \sum_{i=1}^n x_i c_i \quad (2.1)$$

Se establecieron restricciones presentadas en la Tabla 2.4, referentes a las preferencias sensoriales y necesidades nutricionales de los consumidores, obtenidas por medio de investigación bibliográfica, un análisis de productos existentes en el mercado y una encuesta virtual cuyo diseño se presenta en el Apéndice B. Para fijar los rangos nutricionales aceptables se consideraron el concepto de un alimento nutritivo según GAIN (2017), los micronutrientes que presentaron deficiencias en su consumo por parte del grupo objetivo según la ENSANUT de 2012 (Freire et al., 2014), y el contenido de los productos similares en su categoría, constituida por los productos más representativos y similares al concepto que se buscó elaborar. El aspecto sensorial se enfocó, por su parte, en las cantidades de compuestos relacionados con rasgos generalmente aceptados

para el tipo de producto y en las observaciones que se derivaron de la evaluación de prototipos.

Tabla 2.4. Restricciones para la formulación del producto [Elaboración propia]

Variable	Restricción
Ácidos grasos saturados	Menor que el promedio de la categoría y dentro del rango sensorialmente aceptable.
Azúcares simples	
Sodio	
Fibra	Mayor que el promedio de la categoría
Grasa total	No se admite más del 20 % de la fórmula
Micronutrientes con deficiencia (Vitamina A, hierro, zinc y calcio)	Al menos uno de ellos mayor al máximo de la categoría
Cantidad de banano y plátano	Más de la mitad de la fórmula

Una vez obtenida la formulación, se calculó la composición química esperada del producto y, a partir de esa información, se elaboró su tabla nutricional acorde con la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) 1334, expedida por INEN (2011).

2.3 Descripción del proceso de producción

Para la descripción del proceso de elaboración del producto definido en fases previas, además de la explicación minuciosa de sus etapas, se empleó un diagrama básico de flujo para expresar de manera resumida el proceso, junto con un diagrama de ingeniería del proceso, en el que se detalló las operaciones y los equipos involucrados (Casp, 2005). Además, se plantearon flujos y rendimientos teóricos para todas las operaciones.

2.4 Distribución de planta

Para el diseño de una distribución de planta adecuada al proceso, se implementó *Systematic Layout Planning* (SLP), un método secuencial que inicia por la obtención de información referente al producto y la cantidad prevista de su producción, seguida del planteamiento de su recorrido en planta y relación entre sus actividades junto con el análisis de necesidades y disponibilidad de espacios (Casp, 2005). La Tabla 2.5 expone las etapas del método junto con la explicación de las herramientas propuestas para cada una.

Tabla 2.5. Etapas del método SLP y herramientas asociadas [Casp, 2005]

Etapa	Herramienta	Descripción
Análisis producto-cantidad	Gráfica P-Q	Se presenta cada producto de la planta y la cantidad que se espera producir en un tiempo determinado.
Recorrido de los productos	Diagrama de recorrido sencillo	Se indica cada etapa del proceso mediante símbolos y trazos de colores distintos según el flujo
Relación entre actividades	Tabla relacional de actividades	Asigna a cada par de actividades un código alfanumérico relacionado con su necesidad de proximidad y el motivo
Necesidad de espacio	Cálculo de espacios	Se realiza teniendo en cuenta las denominadas superficies estática, de gravitación y evolución de cada elemento necesario.
Generación de layout	<i>Computerized Relationship Layout Planning (CORELAP)</i>	Se ingresan datos cualitativos basados en la Tabla Relacional de Actividades, y se obtiene una distribución en planta.

La información necesaria para la implementación de SLP se obtuvo por medio de un canal de comunicación permanente con el banco de alimentos y una visita técnica. La Tabla 2.6 resume tales consideraciones.

Tabla 2.6. Resumen de consideraciones tecnológicas de la empresa [Elaboración propia]

Variable	Consideración
Características de equipos actuales	Ver Apéndice C
Propiedades de equipos propuestos	Depende del producto elegido
Distribución actual de los equipos	Ver Figura 2.1 y detalles en Apéndice C
Disponibilidad de la materia prima	Ver Apéndice D
Productos y cantidades actuales	Compota de banano, leche de soya, apanaduras
Número de operarios	Máximo 5
Tiempo de planta disponible	Máximo 30 horas a la semana

Teniendo en cuenta la máxima cantidad admisible de operarios y otros requerimientos precedentes, se elaboró un balance de la carga de trabajo que permitiera alcanzar los menores tiempo de ciclo posibles (Russell & Taylor, 2011). Para presentar el resultado de este análisis se elaboró un diagrama de Gantt, que es una representación gráfica que muestra los tiempos de inicio y fin de una o varias actividades implicadas en un proceso (Render, Stair, & Hanna, 2012).

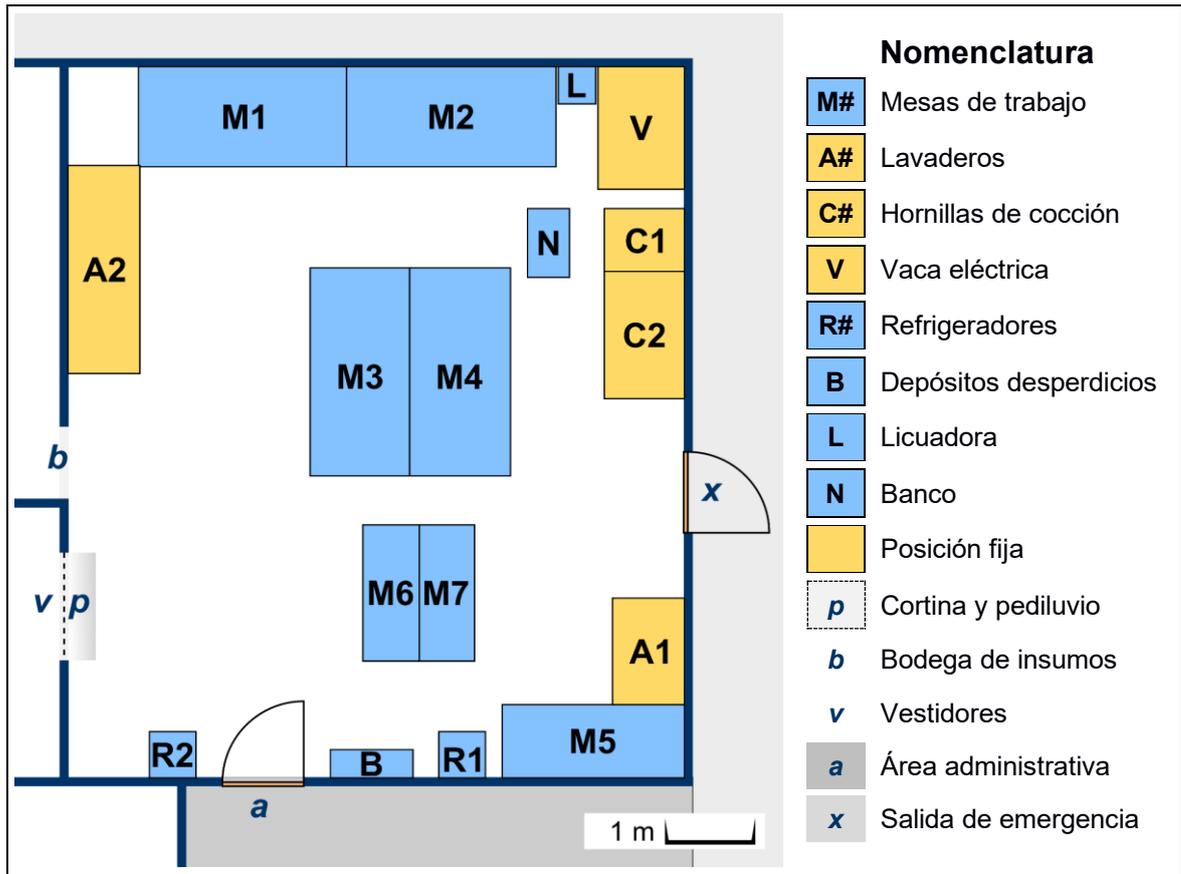


Figura 2.1. Distribución inicial de equipos en el Área de Procesamiento del banco de alimentos Diakonía [Elaboración propia]

2.5 Análisis de costos

El análisis de costos tuvo como finalidad la evaluación de la rentabilidad prevista del proyecto, al considerar los valores reflejados en un flujo de caja proyectado y la comparación de ciertos indicadores financieros calculados a partir de tales valores.

El flujo de caja, según Córdoba (2013), es un estado financiero que mide únicamente los movimientos de dinero y su construcción implicó la introducción de datos relacionados con el precio de venta, el volumen de producción estimado, la inversión inicial y los costos fijos y variables.

Con los flujos netos de efectivo (FNE) obtenidos en el flujo de caja, y una Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR) del 12 %, se calculó el Valor Presente Neto (VPN), la Tasa Interna de Retorno (TIR) y el tiempo esperado de retorno de la inversión. Estos valores permitieron calificar la rentabilidad de inversión del proyecto y, a partir de esta, declarar su aceptación o rechazo de acuerdo con los criterios presentados en la Tabla 2.7 (Baca, 2010).

Tabla 2.7. Criterios de evaluación económica del proyecto [Elaboración propia]

Relaciones	Calificación	Decisión
$VPN > 0; TIR \geq TMAR$	Rentable	Se acepta el proyecto
$VPN < 0; TIR < TMAR$	No rentable	Se rechaza el proyecto

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Como resultado del proceso de desarrollo se propuso un producto alimenticio capaz de responder a la necesidad del cliente del proyecto. Se estableció su formulación y especificaciones técnicas, así como un proceso de manufactura y diseño de planta adecuados. Finalmente, el análisis de costos dictaminó que la ejecución del proyecto era rentable.

3.1 Definición del concepto del producto

La matriz de impacto y dificultad mostrada en la Figura 3.1 resalta las tres ideas de producto (3, 8 y 15) con mayor potencial aparente de éxito, seleccionadas para su posterior evaluación. Para la aplicación de esta técnica, la importancia se relacionó con la aceptación esperada por parte de los consumidores, mientras que la dificultad tuvo en cuenta la capacidad económica y tecnológica de la empresa. De las cinco ideas contenidas en la región aceptable se descartaron dos (13 y 18), por su similitud con otra mejor posicionada (15).

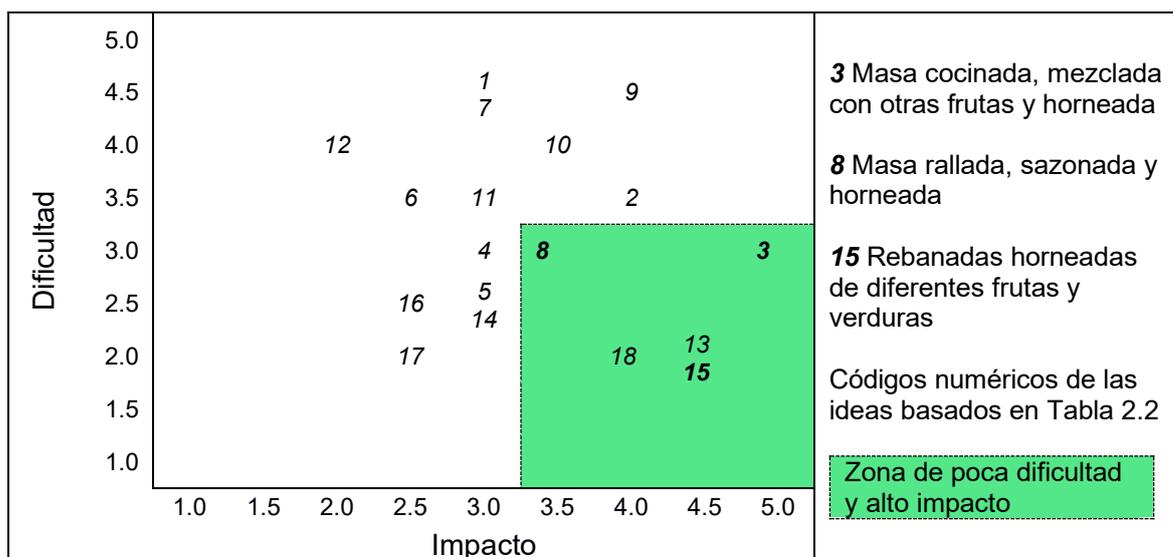


Figura 3.1. Matriz Impacto-Dificultad de las ideas candidatas [Elaboración propia]

Las ideas obtenidas fueron descritas incluyendo sus formatos de presentación y los ingredientes principales que se consideraron más adecuados para su formulación

(Tabla 3.1). Se decidió que el banano verde sea el principal componente del producto debido a que se estima que cuatro de cada cinco donaciones son de este fruto (Apéndice D).

Tabla 3.1. Descripciones de las tres mejores ideas de producto [Elaboración propia]

Idea	Nombre	Descripción
3	Barra	Barra horneada de masa cocida de banano con plátano.
8	Cuadritos	Masa de banano y plátano rallados, horneada como bocaditos cuadrados.
15	Rebanadas	Mix de rebanadas horneadas de plátano, banano y más frutas y verduras.

La calificación de las ideas de producto resultó en los puntajes presentados en la Tabla 3.2. Como consecuencia de su mayor puntaje con respecto a las otras ideas de producto, la de la barra de banano con plátano, cocida y horneada, se identificó como la de mayor potencial de éxito comercial.

Tabla 3.2. Puntaje obtenido por cada idea de producto finalista [Elaboración propia]

Factor clave	Puntaje sobre 10		
	Barra	Cuadritos	Rebanadas
Valor nutricional	3.5	3.5	3.5
Características sensoriales	5.7	3.8	3.3
Versatilidad	10.0	10.0	10.0
Dificultad técnica	0.0	0.0	2.5
Impacto ambiental	10.0	10.0	10.0
Total, ponderado	5.4	4.9	5.0

La propuesta de valor presentada radicó en la producción de un *snack*, elaborado con ingredientes que consiguen aportar nutricional y sensorialmente a las necesidades del segmento poblacional objetivo y que, al mismo tiempo, aprovecha un recurso abundante de una manera tecnológicamente factible y versátil.

Los componentes del concepto propuesto fueron:

- Producto esencial: *Snack* tipo barra, dulce y suave, elaborado a partir de una masa de pulpas de banano y plátano, con pasta de maní.
- Producto ampliado: Envase individual de polipropileno biorientado (BOPP).

- *Plus:* Compatibilidad con las necesidades nutricionales y sensoriales específicas de los niños en edad escolar y precio accesible para todos.

3.2 Formulación y especificaciones del producto

El análisis previo al planteamiento de la fórmula se enfocó en la funcionalidad de los principales compuestos responsables del desarrollo de las características tecnológicas de productos alimenticios similares y su adecuación al concepto perseguido. La Tabla 3.3 sintetiza el aporte de cada ingrediente a la funcionalidad tecnológica del producto.

Tabla 3.3. Ingredientes para la formulación [Elaboración propia]

Ingrediente	Compuestos funcionales	Función tecnológica
Pulpa de banano	Almidón, azúcares	Textura y sabor dulce
Pulpa de plátano	Azúcares, compuestos volátiles	Sabor dulce y aroma
Pasta de maní	Proteína, grasa	Textura

Se ha reportado la incorporación de harinas o purés de banano o plátano en fórmulas de productos de repostería para mejorar la calidad nutricional de estos, al actuar como sustitutos parciales de la harina de trigo o la materia grasa. Esto ha incidido en el desarrollo de características organolépticas capaces de encajar adecuadamente en el concepto del producto propuesto.

Por ejemplo, se ha conseguido costras y migas de colores más oscuros y amarillos al emplear banano verde (Oliveira de Souza et al., 2018; Silva et al., 2015) y mejoras en la aceptación de atributos de color cuando se utiliza harina de plátano maduro (Onwuka & Onwuka, 2005). Del mismo modo, ciertos carbohidratos del banano verde pueden proveer a los productos de repostería de características similares a las que ofrecen las grasas como son la retención de la humedad y suavidad. Así mismo, la incorporación de puré de banano verde evita que los alimentos sean poco hidratados y carentes de cohesividad (Oliveira de Souza et al., 2018).

Las harinas de plátano verde y banano verde presentan buenas propiedades emulsificantes y capacidad de retención de agua y aceite (Cubero & Vásquez, 2002). Por lo cual pueden ser adecuadas para productos de repostería, a los que también aportarían mayor viscosidad, según su contenido de almidones (Onwuka

& Onwuka, 2005), sin afectar su dureza ni esponjosidad. En contraparte, la incorporación de plátano maduro majado en lugar de harina de trigo da lugar a productos de repostería más suaves y densos (Yao et al., 2014).

Por otro lado, el banano verde posee un sabor neutral, lo cual disminuye la percepción del sabor dulce. Incrementar pulpa de banano verde produce *cakes* más sabrosos, lo que podría resultar en productos de buen sabor aceptados por los consumidores (Oliveira de Souza et al., 2018), aunque en sustituciones de hasta el 25 % no se encontraron diferencias significativas (Onwuka & Onwuka, 2005).

Con respecto a los compuestos volátiles responsables del aroma, en el caso del banano, los siete principales constituyentes son: acetato de isoamilo, acetato de isobutilo, acetato de *n*-butilo, butirato de isoamilo, butirato de isobutilo, alcohol isoamílico y butirato de butilo (Hernández, 1986). Aurore et al. (2009) añaden que los cambios en el aroma durante la maduración de bananos y plátanos se deben a un grupo heterogéneo de compuestos volátiles que son producidos naturalmente a partir de enzimas encontradas en sus tejidos y que los principales son (E)-2-hexenal y hexanal.

Por otra parte, aunque las fibras del banano verde favorecen la retención de humedad, la temperatura de gelatinización del almidón de este fruto es mayor que la de otros almidones; por lo tanto, los tiempos de cocción son mayores (Oliveira de Souza et al., 2018).

A pesar de los beneficios expuestos anteriormente, los compuestos de las musáceas no son capaces de ofrecer ciertas propiedades vinculadas a las grasas, como la retención de aire o el efecto lubricante (Oliveira de Souza et al., 2018). Las grasas son esenciales para los productos horneados, ya que contribuyen con sabor, textura y apariencia (Alagbaoso et al., 2019).

Bajo esa consideración, se planteó la necesidad de incorporar un ingrediente adicional, rico en grasa y capaz de mejorar las propiedades organolépticas del producto propuesto. El maní (*Arachis hypogaea*) se perfiló como el candidato idóneo por cumplir esa premisa y, además, ser un producto tradicionalmente asociado a preparaciones locales que incluyen plátano.

Con respecto a otras oleaginosas, el uso de maní representa menores problemas de color, sabor más suave y mínimos requisitos de preparación (Lusas, 1979). Por ejemplo, la mantequilla de maní mejoró la densidad, capacidad de absorción de aceite, capacidad de absorción de agua y solubilidad de galletas (Alagbaoso et al., 2019). Debido a esto, esta legumbre ha sido empleada en productos alimenticios compuestos como panes, productos de repostería y *snacks*. Es, además, una fuente vegetal barata de proteína.

A partir de este análisis, se definieron las variables por optimizar en la formulación del producto, correspondientes a las proporciones de los cuatro ingredientes presentados en la Tabla 3.4.

Tabla 3.4. Variables por optimizar [Elaboración propia]

Ingrediente	Aporte en fórmula
Pulpa de banano verde	x_1
Pulpa de banano maduro	x_2
Pulpa de plátano maduro	x_3
Pasta de maní	x_4

Las restricciones de la optimización fueron fijadas como se muestra en la Tabla 3.5. El detalle de los productos considerados para el establecimiento de algunos rangos de restricción se presenta en el Apéndice E y los resultados de la encuesta, que ayudó a identificar los componentes y características más importantes de los *snacks* para los niños en edad escolar, en el Apéndice F. El tamaño de la porción se estableció en 40 g por ser común para productos similares y, además, la recomendación para barras de cereales según la Norma Técnica Ecuatoriana (NTE) 1334-2 expedida por INEN (2011).

La ejecución del algoritmo de optimización dio como resultado los valores presentados en la Tabla 3.6, considerando las composiciones de los ingredientes, mostradas en el Apéndice G.

El cálculo de la composición teórica del producto final tuvo en cuenta la pérdida de agua durante la etapa de horneado y resultó en los valores mostrados en la Tabla 3.7. La tabla y semáforo nutricionales, con los formatos exigidos por la normativa ecuatoriana (NTE 1334-2), se muestran en la Figura 3.2.

Tabla 3.5. Restricciones para la formulación [Elaboración propia]

Variable	Restricción
Pulpa de plátano maduro	Al menos el 10 %
Pulpa total de banano y plátano	Más del 50 %
Almidón	Entre el 25 % y el 40 %
Ácidos grasos saturados	Máximo 2.6 g en una porción
Azúcares simples	Entre 4 y 14.9 g por porción
Sodio	Máximo 93 mg en una porción
Fibra	Mínimo 1.1 g en una porción
Grasa total	Entre el 10 % y 20 %
Vitamina A*	Mínimo 40 µg en una porción
Hierro*	Mínimo 12 mg en una porción
Zinc*	Mínimo 0 mg en una porción
Calcio*	Mínimo 110 mg en una porción
Potasio	Mínimo 385 mg en una porción
Humedad	Menor al 20 %

*: Basta con cumplir una de las restricciones relacionadas con micronutrientes de interés

Tabla 3.6. Fórmula óptima respecto al costo de materias primas [Elaboración propia]

Ingrediente	Aporte en fórmula	Masa por porción (g)
Pulpa de banano verde	0.597	24
Pulpa de banano maduro	0.219	9
Pulpa de plátano maduro	0.100	4
Pasta de maní	0.085	3

Teniendo en cuenta el tipo de producto, su fórmula y forma de procesamiento, las especificaciones que debe cumplir el *snack* son las presentadas en la Tabla 3.8. Al no estar catalogado por la regulación nacional, se consideró lo señalado por la “*Food Safety and Standards (Food Products Standards and Food Additives) Regulation*” de India. Considerando al *snack* como un producto de frutas procesado térmicamente (excepto pasteurización a menos de 100 °C), se pudieron establecer requisitos microbiológicos. Las especificaciones bromatológicas, en cambio, se basaron en los estándares definidos para barras de frutas (FSSAI, 2011).

Tabla 3.7. Composición química del producto final [Elaboración propia]

Compuesto	Cantidad por porción (g)	Porcentaje
Humedad	5.3 g	13 %
Grasa total	4.4 g	11 %
Ácidos grasos saturados	0.8 g	2 %
Ácidos grasos monoinsaturados	2.3 g	6 %
Ácidos grasos poliinsaturados	1.1 g	3 %
Carbohidratos totales	27.1 g	68 %
Azúcares	6.0 g	15 %
Fibra	2.2 g	6 %
Proteína	3.2 g	8 %
Sodio	220 µg	≈ 0
Potasio	24 mg	
Calcio	8.4 mg	
Hierro	450 µg	
Zinc	17 µg	
Vitamina A	8 µg	

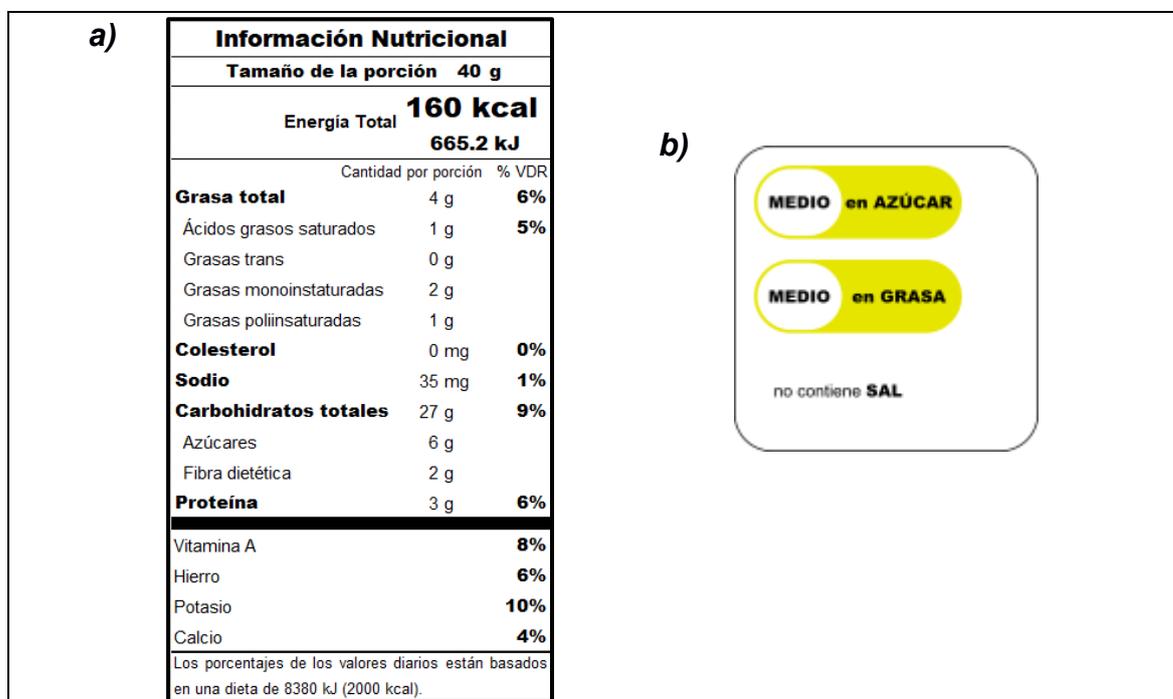


Figura 3.2. Información nutricional teórica del producto final
a) Tabla nutricional b) Semáforo nutricional [Elaboración propia]

Tabla 3.8. Especificaciones del producto propuesto [Elaboración propia]

Categoría	Característica	Descripción
Físicas	Color	El color de la costra debe ser “café”, con valores de CIELAB aproximados de $L^*=38$; $a^*=15$; $b^*=26$
	Presentación	Barra ortoédrica de 40g. Dimensiones: 1×4×9 cm (36 cm ³). Ver Apéndice H.
	Densidad	Aproximadamente 1.2 g/cm ³
	Textura	Firmeza: 23.9 a 33.8 N; Dureza: Menor a 967 N
Sensoriales	Sabor	Dulce
	Aromas	Impresión aromática frutal con toques amaderados.
Bromatológicas	Humedad	12.9 %, de conformidad con (FSSAI, 2011)
	Grasa total	Estimada en 11 %, dentro del rango de código amarillo en el semáforo nutricional
Modo de empleo	Forma de consumo	Listo para su consumo individual
	Condiciones de almacenamiento	Ambiente fresco y seco
	Intención de uso	Consumo inmediato
	Tiempo de vida útil	Al menos 15 días
Microbiológicas	Recuento de aerobios en placa	$n = 5$; $c = 1$; $m = 1 \times 10^2 UFC g^{-1}$ $M = 1 \times 10^3 UFC g^{-1}$
	Mohos y levaduras	$n = 5$; $c = 1$; $m = 50 UFC g^{-1}$ $M = 1 \times 10^2 UFC g^{-1}$
	<i>Enterobacteriaceae</i>	$n = 5$; $c = 0$; No detectable
	<i>Staphylococcus aureus</i>	$n = 5$; $c = 0$; Ausencia en 25 g

El tiempo de vida útil mínimo tomó en cuenta la rapidez con la que el producto llega al consumidor final y su intención de consumo. Se espera que el despacho del producto sea inmediatamente después de su fabricación, al contarse con una cartera fija de clientes.

Así mismo, se espera que los clientes distribuyan los productos en menos de una semana y de manera gratuita entre los beneficiarios de sus programas de alimentación los cuales; a su vez, se espera que lo consuman en menos de una semana. A partir de este análisis se estima un tiempo de vida útil mínimo de quince días, pero se considera necesario un estudio de vida útil para determinarlo con mayor sustento y precisión.

3.3 Descripción del proceso de producción

El proceso de manufactura inicia cada vez que el banco de alimentos recolecta y clasifica plátanos y bananos maduros donados por comerciantes de mercados, siempre que se cuente con banano en proceso de maduración (BV), el cual se controla mediante observaciones del color de su cáscara y mediciones esporádicas de su contenido de sólidos solubles.

Ante la variabilidad del estado de maduración de la materia prima disponible, se planteó como necesario el cálculo de las cantidades requeridas de pulpas de bananos de diferentes orígenes para cada lote de producción. Esto se lo debería realizar mediante un balance parcial del contenido de sólidos solubles para llegar a una concentración del 7.7 % (7.7 °Bx) en la porción correspondiente a la pulpa total de banano en la fórmula.

Una vez establecido el requerimiento de masas de bananos de diferentes orígenes, se sigue el proceso de manufactura propuesto para la producción a escala semiindustrial de la barra de banano, descrito a continuación y sintetizado en el diagrama de flujo mostrado como Figura 3.3.

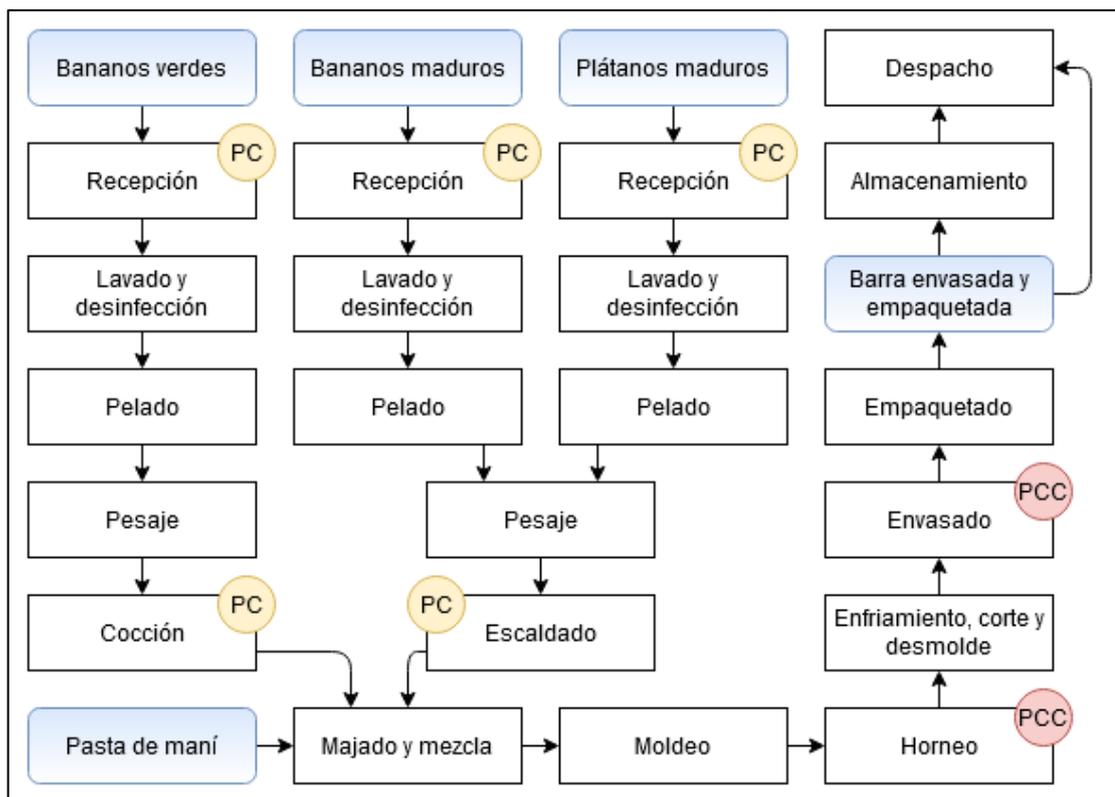


Figura 3.3. Diagrama de flujo del proceso de producción de barra de banano con plátano [Elaboración propia]

Las tres musáceas, que constituyen la materia prima principal del producto, deben ser sometidas a un proceso de adecuación que inicia con su traslado desde las bodegas de materias primas hacia el área de procesamiento. Posteriormente, deben ser lavadas y desinfectadas por medio de su inmersión en una solución acuosa de 100 ppm de hipoclorito de sodio por 5 minutos y posterior enjuague.

La siguiente etapa consiste en el pelado, que debe ser efectuado de forma manual con cuchillos. Las pulpas obtenidas son pesadas para verificar que su relación de masas permanezca dentro del rango adecuado y los excesos deben ser retirados de la línea de producción.

Luego, las pulpas se someten a tratamientos térmicos con diferentes propósitos: Los frutos pelados de BV son cocidos durante 10 minutos a 100 °C, con la finalidad de lograr un ablandamiento y, en consecuencia, facilitar su posterior majado e incorporación de otros ingredientes durante la mezcla. Paralelamente, los frutos de bananos y plátanos maduros se someten a un proceso de escaldado a 100 °C durante 40 segundos, para la inactivación de las enzimas responsables de su oxidación y pardeamiento.

Inmediatamente después de aplicar los tratamientos térmicos húmedos, las pulpas y pasta de maní se reparten manteniendo la proporcionalidad definida en la fórmula, en recipientes donde deben majarse y mezclarse. En cuanto se haya conseguido una masa homogénea y sin grumos, esta se coloca como láminas de espesor uniforme de 0.8 ± 0.1 cm sobre moldes de acero inoxidable que, luego, son introducidos en un horno.

El proceso de horneado es crucial para obtener la textura deseada en el producto y es además donde se reduce la carga microbiana hasta niveles aceptables, por lo tanto, su control es de especial importancia. Se propusieron, como parámetros de horneado, una temperatura de 185 ± 5 °C durante 55 ± 5 min, basados en las cualidades organolépticas evaluadas en el prototipado. Existen estudios que presentan procesos menos intensivos, posiblemente por el hecho de que los polisacáridos de los frutos verdes, de participación considerable en la fórmula del producto propuesto, son capaces de retener la humedad absorbida durante la cocción (Constantin & Istrati, 2018).

La higiene es un factor crítico en las etapas que siguen al horneado. Se debe enfriar el producto hasta que su temperatura se asemeje a la del ambiente. Minutos antes de que termine ese proceso, se deben realizar cortes en las dimensiones especificadas para las unidades de producto (90×40 mm) y desmoldarse. En seguida, las barras son introducidas en fundas de BOPP y selladas al calor.

Grupos de 100 barras deben ser organizados en cajas de cartón para facilitar el manejo de cantidades mayores. Finalmente, los paquetes se llevan a la bodega de productos terminados, desde donde se trasladarían cuando sean despachados a los clientes. Una representación detallada del proceso de producción, que abarca los parámetros antes descritos, es el diagrama de ingeniería del proceso presentado en la Figura 3.4.

Por medio del análisis de los flujos másicos involucrados en el sistema, detallado en el Apéndice I, se obtuvo un rendimiento global del proceso calculado en 32 %, con respecto a la masa de las materias primas sin pelar y 49 %, si se desprecian las cáscaras.

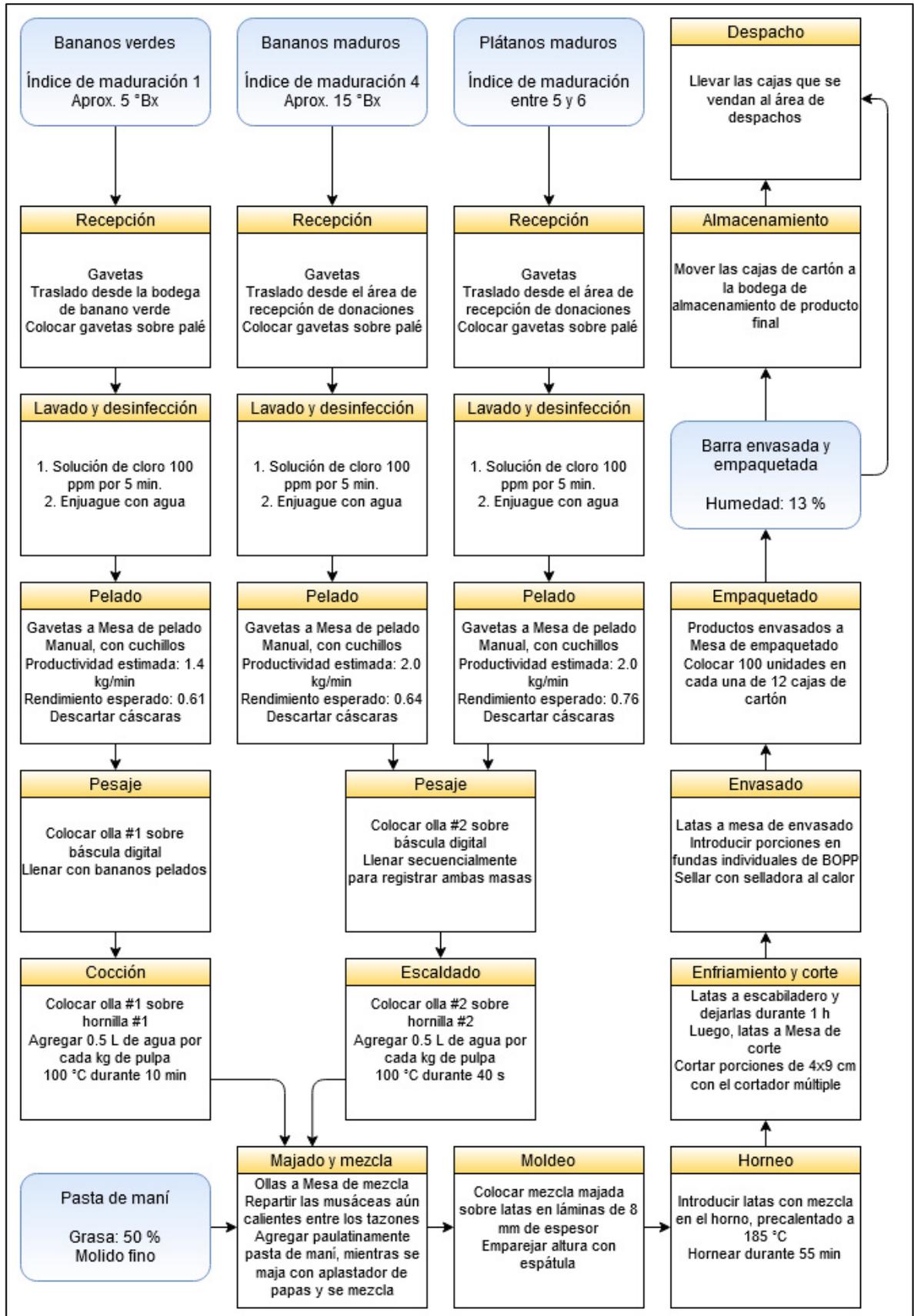


Figura 3.4. Diagrama de ingeniería del proceso de manufactura de barra de banano con plátano y pasta de maní [Elaboración propia]

3.4 Distribución en planta

Los resultados parciales, correspondientes a varias herramientas incluidas en la metodología SLP, se presentan a continuación.

Primero, se evidenció que la empresa producía una cartera limitada de alimentos en lotes pequeños, de manera irregular y esporádica, por lo que la distribución en planta por procesos se propone como la más adecuada, ya que la producción de los diversos productos no era simultánea y muchos de los equipos eran móviles. La gráfica P-Q que refleja la situación se presenta como Figura 3.5.

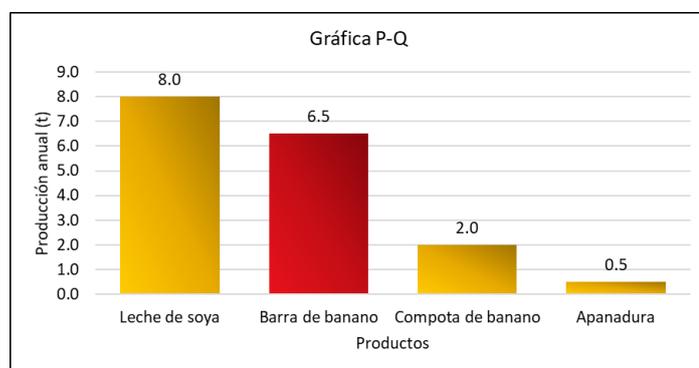


Figura 3.5. Gráfica P-Q de la producción inicial de la empresa [Elaboración propia]

Luego, a partir de las etapas incluidas en el proceso de producción del producto propuesto, junto con las relacionadas a la recepción y organización de las donaciones, se establecieron las actividades de la Tabla 3.9. Una vez establecidas las operaciones y sus tipos, fue posible elaborar el diagrama de recorrido sencillo que se presenta en la Figura 3.6.

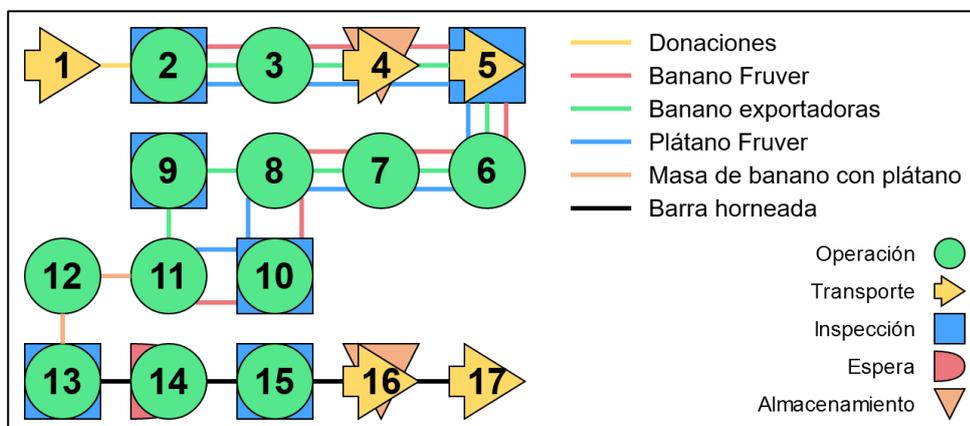


Figura 3.6. Diagrama de recorrido sencillo de la planta, cuando se produce la barra [Elaboración propia]

Tabla 3.9. Actividades de la planta procesadora [Elaboración propia]

Código	Actividad	Tipo
1	Recepción de donaciones	Transporte
2	Preselección	Operación e Inspección
3	Pesaje	Operación
4	Almacenamiento MP*	Almacenamiento
5	Recepción de MP*	Transporte e Inspección
6	Lavado y desinfección	Operación
7	Pelado	Operación
8	Pesado	Operación
9	Cocción	Operación e Inspección
10	Escaldado	Operación e Inspección
11	Majado y mezcla	Operación
12	Moldeo	Operación
13	Horneo	Operación e Inspección
14	Enfriamiento, corte y desmolde	Espera y Operación
15	Envasado y empaquetado	Operación e Inspección
16	Almacenamiento PF*	Transporte y Almacenamiento
17	Despacho	Transporte
18	Administración	No Procesamiento
19	Almacenamiento insumos	No Procesamiento
20	Vestidores	No Procesamiento

*: MP: Materia prima; PF: Producto final

Después, para analizar la relación entre las diferentes actividades que se llevan a cabo en las instalaciones de la empresa, se tuvo en cuenta tanto las operaciones de producción de la barra, como otras actividades que representan la utilización de un área fija y contigua a dichas actividades. La herramienta empleada fue la TRA que se presenta en la Figura 3.7.

Las necesidades de espacio vienen dictaminadas por las dimensiones y forma de operación de los equipos involucrados en el proceso de producción. Mediante el método del cálculo, se estableció que eran necesarios 50 m² y, por tanto, su ubicación en el área disponible de 54 m², fue factible. Por medio del ingreso de los datos de la TRA en el programa CORELAP, se obtuvo la distribución por bloques de las actividades, que se presenta en la Figura 3.8.

1	Recepción de donaciones																		
E	2	Preselección																	
O	E	3	Pesaje																
O	I	I	4	Almacenamiento MP															
X	X	X	I	5	Recepción de MP														
X	X	X	X	E	6	Lavado y desinfección													
X	X	X	X	X	A	7	Pelado												
X	X	X	X	X	O	E	8	Pesado											
X	X	X	X	X	O	O	E	9	Cocción										
X	X	X	X	X	U	O	O	A	10	Escaldado									
X	X	X	X	X	X	X	X	A	A	11	Majado y mezcla								
X	X	X	X	X	X	X	X	I	I	E	12	Moldeo							
X	X	X	X	X	X	X	X	U	U	O	A	13	Horneo						
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	U	O	14	Enfriamiento, corte y desmoldeo					
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	A	15	Envasado y empaquetado					
X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	U	O	16	Almacenamiento PF				
O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	I	17	Despacho			
O	X	X	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	18	Administración			
U	U	O	O	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	19	Almacenamiento insumos		
O	O	O	O	E	O	X	X	X	X	X	X	X	X	X	O	O	20	Vestidores	

Relaciones

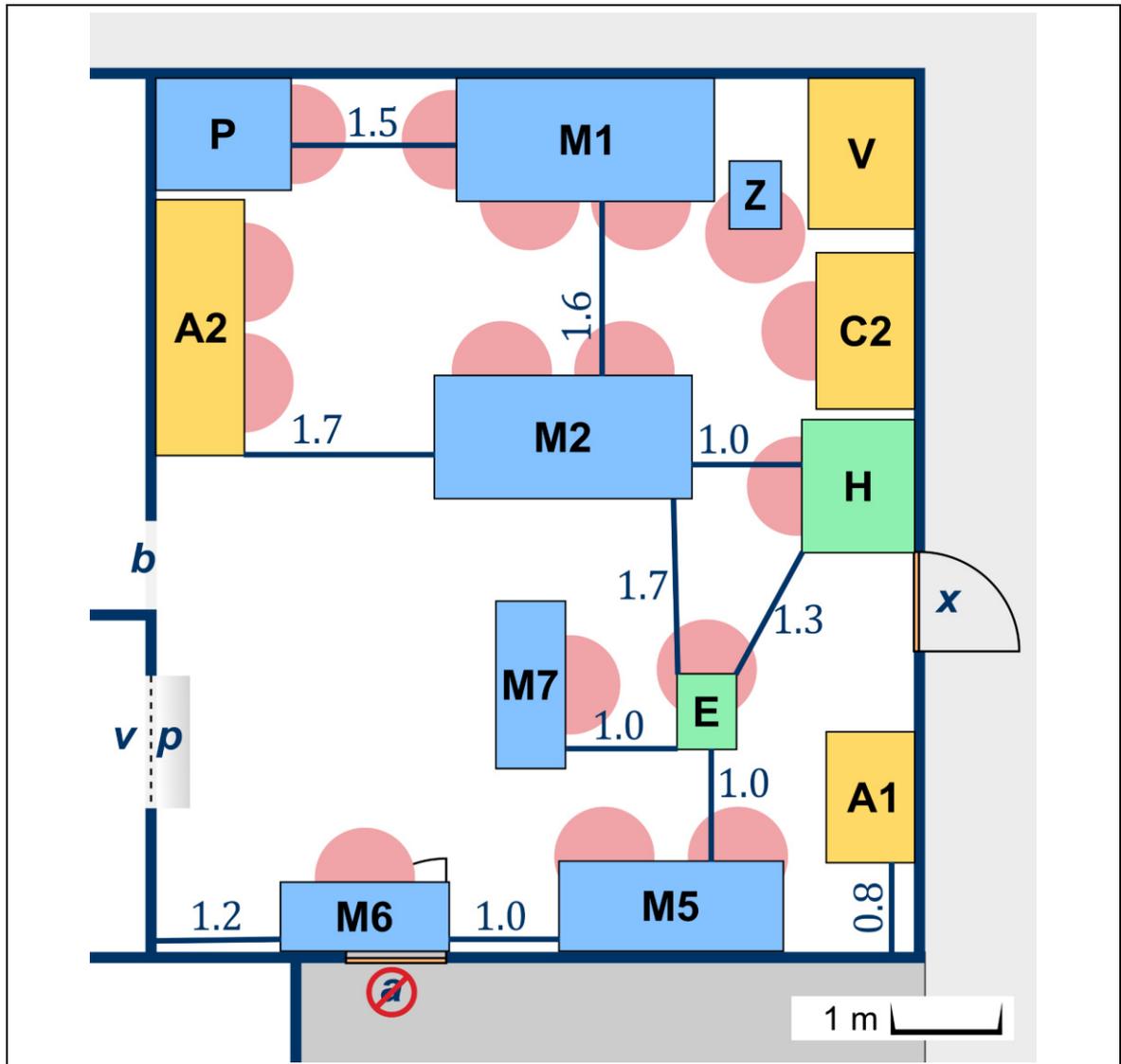
A	Absolutamente importante
E	Especialmente importante
I	Importante
O	Ordinaria
U	No importante
X	Rechazable

Figura 3.7. Tabla de relación de actividades de la planta del banco de alimentos [Elaboración propia]

Despacho	Admin.					Almacén PF	Envasado y empaquetado
Recepción de donaciones	Almacén MP	Lavado y desinfección	Pelado	Escaldado	Majado y mezcla	Enfriamiento y desmoldeo	
Preselección	Vestidores	Recepción MP	Pesaje MP	Cocción	Moldeo	Horneo	
	Pesaje donaciones	Almacén insumos					PF: Producto final MP: Materia prima

Figura 3.8. Distribución en planta por bloques, obtenida mediante CORELAP [Elaboración propia]

Como resultado, la Figura 3.9 se presenta como la propuesta de distribución adecuada para llevar a cabo el proceso de producción de las barras de banano con plátano.



Dimensiones en metros

Nomenclatura

A2 Lavadero, dos pozos	P Palé para recepción	M1 Mesa de pelado
Z Balanza digital	C2 Estufa, dos hornillas	M2 Mesa de moldeo
H Horno	E Escabiladora	M7 Mesa de corte
M5 Mesa de envasado	M6 Mesa empaquetado	Equipo fijo Puesto de trabajo
b Bodega de insumos	x Salida de emergencia	a Área administrativa (⊘ restringido el paso)
p Pediluvio	v Vestidores	
V Vaca eléctrica (no se usa en el proceso)	A1 Lavadero, un pozo (no se usa en el proceso)	
Equipo móvil	Equipo nuevo	

Figura 3.9. Distribución de elementos en área de procesamiento para elaboración de la barra de banana [Elaboración propia]

El resultado del balance de carga de trabajo entre los operarios fue la propuesta de asignación de tareas, que incluyó su duración y número de operarios, tal como que se expone en el Apéndice J. Se propone la participación de cinco obreros en la línea de producción, divididos en dos grupos correspondientes a las etapas previas y posteriores al inicio del horneado, con la finalidad de reducir el riesgo de contaminación cruzada (Tabla 3.10).

Tabla 3.10. Distribución de la carga de trabajo en elaboración de la barra de banano [Elaboración propia]

Actividades	Operarios	Duración
Previas al horneado	Grupo #1 (👤 👤 👤)	2 horas por lote
A partir del horneado	Grupo #2 (👤 👤)	3 horas por lote (descanso durante enfriamiento)

👤: Un operario

Se estimó, a partir de la capacidad total del sistema, limitada por la capacidad del horno, que pueden producirse diariamente dos lotes de 800 unidades de producto, bajo condiciones normales y que, las cantidades de las materias primas necesarias para tal propósito son las presentadas en la Tabla 3.11.

Tabla 3.11. Cantidades requeridas de materias primas para la producción de un lote de barras de banano con plátano [Elaboración propia]

Ingrediente	Cantidad (kg)
Banano verde	65.0
Banano maduro	22.6
Plátano maduro	8.7
Pasta de maní	5.6

3.5 Análisis de costos

El precio de venta estimado de la barra de banano con plátano fue de USD 0.28. La proyección de ventas y el desglose de los costos se presentan en el Apéndice K y el flujo de caja con la información necesaria para la evaluación financiera, en la Tabla 3.12, donde se observa que los valores de VPN y TIR cumplen con lo estipulado para que el proyecto pueda ser considerado como rentable. Además, el punto de equilibrio se estimó en 40135 unidades producidas por año, valor que es superado por la estimación de 80000 unidades anuales para el primer año.

Tabla 3.12. Flujo de caja proyectado a cinco años [Elaboración propia]

	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ventas		22400.00	22848.00	23296.00	23744.00	24192.00
Costos variables		8739.47	8981.24	9228.59	9481.80	9741.17
Costos fijos		11238.00	11238.00	11238.00	11238.00	11238.00
Depreciación		282.92	282.92	282.92	282.92	282.92
Utilidad antes de impuestos		2139.61	2345.84	2546.49	2741.28	2929.91
Impuestos (22 %)		470.71	516.09	560.23	603.08	644.58
Utilidad neta		1668.90	1829.76	1986.26	2138.20	2285.33
Depreciación		282.92	282.92	282.92	282.92	282.92
Inversión maquinarias	3367.75					
Ingresos por activos fijos						1522.81
Flujo neto de efectivo	-3367.75	1951.82	2112.68	2269.18	2421.12	2568.25
Valor Presente Neto (TMAR = 12 %)						4670.27
Tasa Interna de Retorno						57 %

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Por medio de un desarrollo sistemático se pudo obtener un *snack* enmarcado en la definición de alimento nutritivo, cuya producción permitiría el aprovechamiento de una parte de las donaciones de banano verde que se prevé recibir.
- La incorporación de maní en la formulación representó un importante avance hacia la consecución de las características sensoriales aceptables por el grupo objetivo, debido a su aporte en sabor y textura, atribuible, en parte, a su contenido de grasa.
- El proceso de manufactura propuesto implicó la implementación de tecnologías habituales en varios procesos alimentarios que pueden, por tanto, adaptarse a una amplia diversidad de materias primas y tipos de productos, de conformidad con las capacidades y aspiraciones de la empresa.
- El hecho de contar con materia prima gratuita, o de ínfimo coste, genera alta rentabilidad en el proyecto. Esto implica una oportunidad para el desarrollo de productos de alta competitividad en el mercado de los *snacks* para niños, en el que el banco de alimentos puede incursionar como un actor relevante, debido al *plus* que representa el aporte nutricional del producto propuesto.
- En este proyecto, se evidenció una situación especial con respecto a las propiedades y disponibilidad de las materias primas empleadas, ya que, estas no se recibían simultáneamente y pueden presentar composiciones químicas muy variables. La estrategia utilizada para afrontar este escenario y obtener un producto final con propiedades estándar fue el cálculo de las cantidades requeridas de bananos de diferente origen en cada lote, de manera que, siempre representen el mismo aporte de sólidos solubles.

4.2 Recomendaciones

- Es de vital importancia el análisis de los valores reales de la composición química de las materias primas que se reciben y su comparación con los valores teóricos presentados en este proyecto, con el fin de evaluar la relevancia del impacto sobre los resultados presentados y, de ser el caso, realizar ajustes.
- El producto debe ser validado con respecto a la aceptación sensorial por parte de los consumidores finales, porque es parte fundamental de la respuesta al problema planteado y se vincula directamente al nivel de impacto esperado de la solución.
- Es importante validar los parámetros operativos del proceso de horneado para alcanzar niveles seguros de carga microbiana final, características fisicoquímicas adecuadas y que no represente un costo energético excesivo.
- Hace falta comprobar que los valores teóricos de los rendimientos para las diferentes etapas del proceso sean comparables con los que se obtendrían en una producción real, con el fin de validar las cantidades exactas de las materias primas que cada lote de producción requeriría.
- Se recomienda el cumplimiento de las buenas prácticas de manufactura, así como la obtención de toda la documentación legalmente requerida para establecimientos de producción de alimentos, ya que de esta manera se afianzarían las relaciones con sus clientes y aseguraría alimentos inocuos y de mejor calidad.
- El tiempo de vida útil real debe ser establecido a partir de un estudio exhaustivo que examine productos obtenidos de la línea de producción real, sometidos a condiciones controladas. En caso de aumentar el tiempo aconsejado en este proyecto, *i. e.*, quince días, o si se pretende implementar una cadena de distribución que implique un mayor tiempo requerido hasta el consumo del producto, se recomienda implementar mejoras en el proceso que pueden incluir la variación de los parámetros del horneado o el reemplazo de los materiales de envasado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aggett, P. J., Bresson, J., Haschke, F., Hernell, O., Koletzko, B., Lafeber, H. N., Michaelsen, K. F., Micheli, J., Ormison, A., Rey, J., de Sousa, J., & Salazar, L. (1997). Recommended dietary allowances (RDAs), recommended dietary intakes (RDIs), recommended nutrient intakes (RNIs), and population reference intakes (PRIs) are not “recommended intakes”. *Journal of pediatric gastroenterology and nutrition*, 25(2), 236-241., 25, 236–241. https://journals.lww.com/jpgn/Fulltext/1997/08000/Recommended_Dietary_Allowances__RDAs__,_Recommended.22.aspx
- Aguirre, N., Barnes, C., Ordóñez, M., & Ruales, J. (2018). Food and Nutrition Security in Ecuador. En *Challenges and Opportunities for Food and Nutrition Security in the Americas: The view of the Academies of Sciences* (pp. 314–341). <http://www.fao.org/3/a-i5290e.pdf>
- Aina, O. S., Ajijola, S., Bappah, M. T., Ibrahim, I., & Musa, I. A. (2013). Economic Analysis of Plantain Marketing in Odigbo Local Government Area of Ondo State, Nigeria. *Global Advanced Research Journal of Agricultural Science*, 1(5), 5.
- Alagbaoso, Olawuni, I. A., Ibeabuchi, & Ofoedum. (2019). Functional and Sensory Properties of Biscuit Produced from Peanut Butter Substituted with Shortening. *IOSR Journal of Environmental Science*, 13, 34–43. <https://doi.org/10.9790/2402-1310023443>
- Asamblea General de las Naciones Unidas. (2015). Resolución A/RES/70/1 Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible. *Comunidad y Salud*, 13(2), 1–40. https://www.un.org/ga/search/view_doc.asp?symbol=A/RES/70/1&Lang=E
- Aurore, G., Parfait, B., & Fahrasmane, L. (2009). Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science and Technology*, 20(2), 78–91. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.10.003>
- Ayanwale, A., Oluwole, F., & Ojo, M. (2016). *Innovation Opportunities in Plantain Production in Nigeria. Guide Book 1*. Forum for Agricultural Research in Africa

(FARA). <http://files/111/383621682-Guidebook-Plantain-Production-in-Nigeria-Rev.pdf>

Baca, G. (2010). *Fundamentos de Ingeniería Económica* (5a ed.). McGraw Hill.

Banco de Alimentos Diakonía. (2018). ¿Qué es el banco de alimentos Diakonía? En *Banco de Alimentos Diakonía*. <https://www.diakonia-ec.org/historia.php>

Blaine, R. E., Kachurak, A., Davison, K. K., Klabunde, R., & Fisher, J. O. (2017). Food parenting and child snacking: A systematic review. *International Journal of Behavioral Nutrition and Physical Activity*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s12966-017-0593-9>

Caballero, B., Allen, L., & Prentice, A. (Eds.). (2005). *Encyclopedia of Human Nutrition* (2a ed.). Academic Press.

Casp, A. (2005). *Diseño de industrias agroalimentarias*. Ediciones Mundi-Prensa.

Chen, J., Venkitasamy, C., Shen, Q., McHugh, T. H., Zhang, R., & Pan, Z. (2018). Development of healthy crispy carrot snacks using sequential infrared blanching and hot air drying method. *LWT - Food Science and Technology*, 97(July), 469–475. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.026>

Constantin, O. E., & Istrati, D. I. (2018). Functional Properties of Snack Bars. En V. Lagouri (Ed.), *Functional Foods*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.81020>

Córdoba, M. (2013). *Formulación y evaluación de proyectos* (2a ed.). Ecoe Ediciones.

Cubero, E., & Vásquez, F. (2002). Sustitución de la harina de trigo por pulpa de banano verde en la elaboración de pan: Utilización de una escala ideal para determinar el nivel óptimo de sustitución. *Reviteca*, 9. [http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/14816/sustitucion harina trigo por pulpa banano verde.PDF?sequence=1&isAllowed=y](http://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/14816/sustitucion%20harina%20trigo%20por%20pulpa%20banano%20verde.PDF?sequence=1&isAllowed=y)

Davey, M. W., Stals, E., Ngoh-Newilah, G., Tomekpe, K., Lusty, C., Markham, R., Swennen, R., & Keulemans, J. (2007). Sampling strategies and variability in fruit pulp micronutrient contents of West and Central African bananas and plantains (*Musa* species). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 55(7), 2633–2644.

<https://doi.org/10.1021/jf063119I>

Drewnowski, A. (2005). Concept of a nutritious food: Toward a nutrient density score. *American Journal of Clinical Nutrition*, 82(4), 721–732. <https://doi.org/10.1093/ajcn/82.4.721>

Dueik, V., & Bouchon, P. (2011). Development of healthy low-fat snacks: Understanding the mechanisms of quality changes during atmospheric and vacuum frying. *Food Reviews International*, 27(4), 408–432. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.563638>

Earle, M., & Earle, R. (2001). *Creating New Foods*. Chadwick House Group Ltd. <https://nzifst.org.nz/resources/creatingnewfoods/index.htm>

Evans, E., Ballen, F., & Siddiq, M. (2020). Banana Production, Global Trade, Consumption Trends, Postharvest Handling, and Processing. En M. Siddiq (Ed.), *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition* (1a ed.). Wiley.

FAO. (2020). *Data*. FAOSTAT. <http://www.fao.org/faostat/en/#data>

FAO, UNICEF, FIDA, OMS, & PMA. (2019). El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019. Protegerse frente a la desaceleración y el debilitamiento de la economía. En *El estado de la seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo 2019*. <http://www.fao.org/3/ca5162es/ca5162es.pdf>

Forster, M. P., Rodríguez Rodríguez, E., & Díaz Romero, C. (2002). Differential Characteristics in the Chemical Composition of Bananas from Tenerife (Canary Islands) and Ecuador. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 50(26), 7586–7592. <https://doi.org/10.1021/jf0257796>

Freire, W., Ramírez-Luzuriaga, M. J., Belmont, P., Mendieta, M. J., Silva-Jaramillo, K., Romero, N., Sáenz, K., & Piñeiros, P. (2014). *Tomo I: Encuesta Nacional de Salud y Nutrición de la población ecuatoriana de cero a 59 años. ENSANUT-ECU 2012*. MSP/INEC.

FSSAI. (2011). *Food Safety and Standards (Food Products Standards and Food*

Additives *Regulation.*
https://www.fssai.gov.in/upload/uploadfiles/files/Compendium_Food_Additives_Regulations_08_09_2020-compressed.pdf

GAIN. (2017). *What constitutes a nutritious and safe food?*
<https://www.gainhealth.org/sites/default/files/publications/documents/gain-nutritious-food-definition.pdf>

GFN. (2018). *Nourishing the World.* <http://www.foodbanking.org/wp-content/uploads/2018/10/GFN-The-State-of-Global-Food-Banking-2018.pdf>

Hernández, E. (1986). Cambios físicos y químicos durante la maduración de cambures y plátanos. *Revista de la Facultad de Agronomía*, 7(1).

Honfo, F. G., Tenkouano, A., & Coulibaly, O. (2011). Banana and plantain-based foods consumption by children and mothers in Cameroon and Southern Nigeria: A comparative study. *Afr. J. Food Sci.*, 5.

INEC. (2020). *Encuesta de Superficie y Producción Agropecuaria Continua (ESPAC) 2019.* <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/estadisticas-agropecuarias-2/>

INEN. (2011). *NTE INEN 1334: Rotulado de Productos Alimenticios para Consumo Humano.*

Jayakumar, T., Das, K., & Srivastava, N. (2019). Design thinking: a working strategy for the third sector. *Journal of Business Strategy*, 40(5), 28–38.
<https://doi.org/10.1108/JBS-11-2018-0195>

Knight, F., Mirochnick, N., Momcilovic, P., Orstavik, S., & de Pee, S. (2020). *Cerrando la brecha de nutrientes.* Programa Mundial de Alimentos.

Lerma, A. (2017). *Desarrollo de productos una visión integral* (5a ed.).

Lobo, M., & Fernández, F. (2020). Biology and Postharvest Physiology of Banana. En M. Siddiq (Ed.), *Handbook of Banana Production, Postharvest Science, Processing Technology, and Nutrition* (1a ed.). Wiley.

Lusas, E. W. (1979). Food uses of peanut protein. *Journal of the American Oil Chemists'*

Society, 56(3), 425–430. <https://doi.org/10.1007/BF02671530>

Nelson, S., Ploetz, R., & Kepler, A. (2006). *Musa* species (banana and plantain). En *Species Profiles for Pacific Island Agroforestry*.

Oliveira de Souza, N. C., de Lacerda de Oliveira, L., Rodrigues de Alencar, E., Moreira, G. P., Santos Leandro, E. dos, Ginani, V. C., & Zandonadi, R. P. (2018). Textural, physical and sensory impacts of the use of green banana puree to replace fat in reduced sugar pound cakes. *LWT - Food Science and Technology*, 89, 617–623. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2017.11.050>

Onwuka, G. I., & Onwuka, N. D. (2005). The effects of ripening on the functional properties of plantain and plantain based cake. *International Journal of Food Properties*, 8(2), 347–353. <https://doi.org/10.1081/JFP-200059489>

Pareek, S. (2016). Nutritional and Biochemical Composition of Banana (*Musa* spp.) Cultivars. En M. S. J. Simmonds & V. R. Preedy (Eds.), *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 49–81). Academic Press. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780124081178000039>

Paz, R., & Pesantez, Z. (2013). Potencialidad del Plátano Verde en la Nueva Matriz Productiva del Ecuador. *Revista Científica Yachana*, 2(2), 203–210. <http://revistas.ulvr.edu.ec/index.php/yachana/article/view/47>

Render, B., Stair, R., Hanna, M., & Hale, T. (2012). Linear Programming Applications. En *Quantitative Analysis for Management*.

Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2012). *Quantitative Analysis For Management* (11a ed.). Pearson.

Russell, R., & Taylor, B. (2011). *Operations Management* (7a ed.). Wiley.

Schnarch, A. (2005). *Desarrollo de nuevos productos: Cómo crear y lanzar con éxito nuevos productos y servicios al mercado* (4a ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Segundo, C., Román, L., Lobo, M., Martínez, M. M., & Gómez, M. (2017). Ripe Banana Flour as a Source of Antioxidants in Layer and Sponge Cakes. *Plant Foods for Human Nutrition*, 72(4), 365–371. <https://doi.org/10.1007/s11130-017-0630-5>

- Silva, D. A., Schultz, P., Szlapak, T., Kotovicz, V., & Waszczynskyj, N. (2015). Avaliação da qualidade de pão com adição de farinha e purê da banana verde. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 37(3), 699–707. <https://doi.org/10.1590/0100-2945-176/14>
- Ulrich, K., & Eppinger, S. (2013). *Diseño y desarrollo de productos* (5a ed.).
- Unicef. (2014). *Desnutrición*. UNICEF Data. <https://www.unicef.org/ecuador/desnutrición>
- Unicef. (2019). *Children, food and nutrition: growing well in a changing world*. UNICEF.
- Unicef. (2020). Malnutrition in Children. En *UNICEF Data*. <https://data.unicef.org/topic/nutrition/malnutrition/>
- Unicef, WHO, & World Bank Group. (2020). *Levels and Trends in Child Malnutrition: Key Findings of the 2020 Edition of the Joint Child Malnutrition Estimates*. World Health Organization.
- USDA. (2019). *FoodData Central*. U.S. Department of Agriculture Agricultural Research Service. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html#/>
- Wang, D., Van Der Horst, K., Jacquier, E. F., Afeiche, M. C., & Eldridge, A. L. (2018). Snacking Patterns in Children: A Comparison between Australia, China, Mexico, and the US. *Nutrients*, 10(198). <https://doi.org/10.3390/nu10020198>
- Yao, A., Koffi, D., Irié, Z., & Niamke, S. (2014). Effet de la substitution partielle de la farine de blé par la purée de banane plantain (Musa AAB) bien mûre sur la qualité des produits de pâtisserie. *Journal of Applied Biosciences*, 82(1), 7436. <https://doi.org/10.4314/jab.v82i1.12>

APÉNDICES

APÉNDICE A

REQUERIMIENTOS NUTRICIONALES DE LOS NIÑOS

Tabla A.1. Requerimientos nutricionales diarios en niños [Caballero et al. (2005)]

Nutriente	Edades y sexos			
	2 años		11 años	
	Niñas	Niños	Niñas	Niños
Energía (MJ)	5.5	5.9	9.8	10.9
Proteína (g / kg de peso)	0.92		0.86	0.88
Fibra (g)	7		16	
Sodio (mmol)	13		22	
Potasio (mmol)	36		51	
Hierro (mmol)	70		285	270
Zinc (mg)	5.5		10.3	12.1
Tiamina (mg)	0.5		1.2	
Riboflavina (mg)	0.5		1.3	
Niacina (NE*)	6		16	
Vitamina B6 (mg)	0.5		1.3	
Vitamina B12 (µg)	0.9		2.4	
Folato (µg)	100		180	
Vitamina C (mg)	30		40	
Vitamina A (µg retinol equivalente)	400		600	
Vitamina D (µg)	5			

NE, Equivalente de ácido nicotínico: 1 mg = 60 mg de triptófano

APÉNDICE B

DISEÑO DE LA ENCUESTA SOBRE CONSUMO DE SNACKS POR NIÑOS

Con el objetivo de entender la actitud de los niños en edad escolar ante los *snacks*, se llevó a cabo una encuesta desarrollada de manera virtual por medio de la plataforma MS Forms®. Se contó con la intermediación de docentes de varias unidades educativas de educación inicial de Guayaquil y Salinas, a los que se contactó para explicarles el motivo de la encuesta y coordinar la divulgación del enlace entre sus alumnos. Las preguntas del cuestionario se presentan en la Tabla A.2.

Tabla A.2. Cuestionario de la encuesta virtual realizada a escolares
[Elaboración propia]

Pregunta	Enunciado	Opciones
1	¿Cuántos años tienes?	“Menos de 5”, “5”, “6”, “7”, “8”, “9”, “10”, “11”, “Más de 11”
2	¿Consumes golosinas? Con "golosinas" nos referimos a snacks, piqueos, alimentos que se comen entre comidas	“Sí, todos los días”, “Sí, varias veces a la semana”, “Sí, de vez en cuando”, “No”
3	¿Qué tipo de golosinas prefieres? ¡Elige tus tres preferidas!	“Bebidas (ej.: cola, leche, yogurt, jugo)”, “Galletas dulces”, “Galletas saladas”, “Cereal”, “Frutas”, “Pan”, “Helado”, “Frituras (ej.: chifles, cachitos, papitas)”, “Cakes”, “Dulces (ej.: caramelos, chicles, chocolates)”, “Comida rápida (ej.: hamburguesa, chuzo, empanada)”
4	¿Quién compra los snacks que comes?	“Yo mismo voy a la tienda”, “Un adulto me lo compra”, “Un adulto me acompaña a comprar”, “En mi casa hay”
5	¿Por qué te gustan esos snacks? ¿Qué marcas y sabores prefieres?	Pregunta abierta, no obligatoria.

APÉNDICE C

SITUACIÓN INICIAL DE LA PLANTA PROCESADORA

La producción de alimentos a partir de parte de las donaciones recibidas no constituye la actividad principal del banco de alimentos Diakonía. Sin embargo, este ha empezado a adquirir experiencia gracias a la producción esporádica por lotes de máximo 200 kg de materia prima, de productos de nuevo desarrollo. Para la implementación de estos proyectos, la empresa ha debido adecuar una parte de sus instalaciones y adquirir algunos equipos e insumos.

La Figura A.1 es una representación de parte de la distribución y dimensiones de los ambientes en el edificio. En el área de recepción, las donaciones que llegan son organizadas y desde ahí trasladadas a otros recintos, según el tipo de producto y su calidad. Un corredor de diez metros de largo conecta el área de recepción con un vestidor que sirve como filtro higiénico previo al acceso al área de procesamiento.

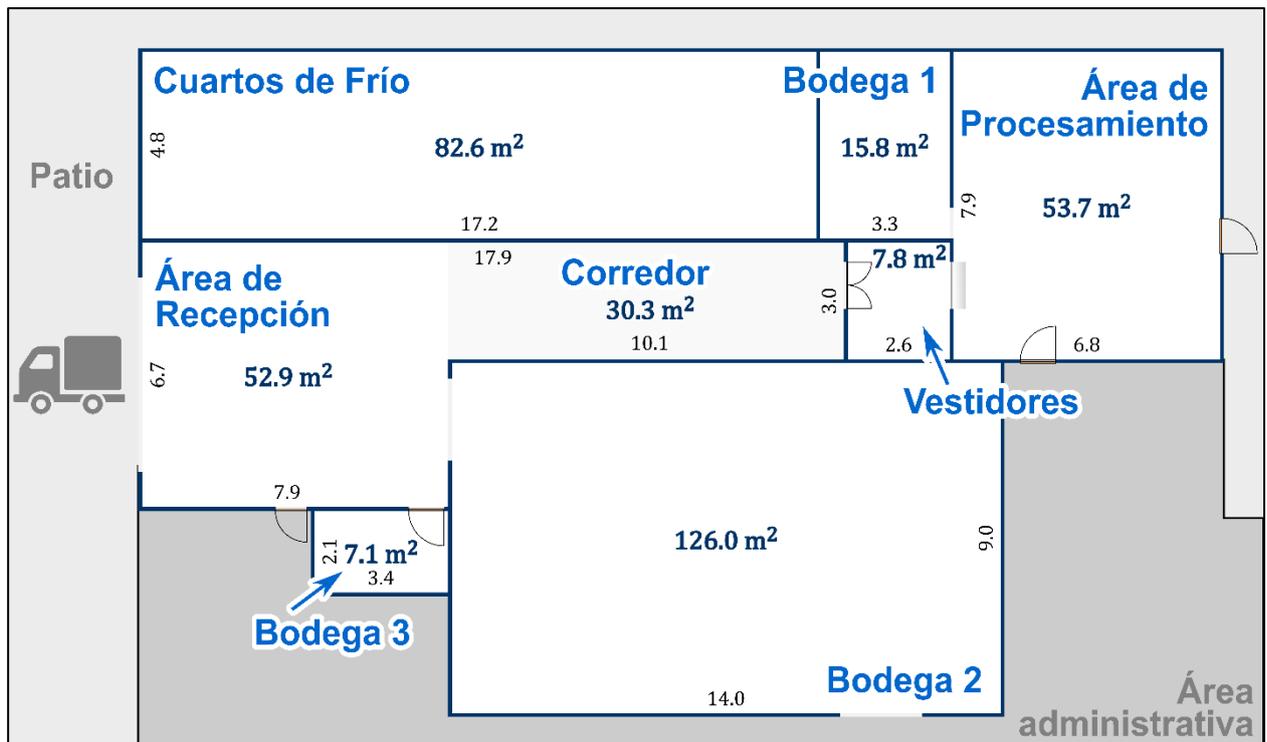


Figura A.1. Plano de las instalaciones de la empresa [Elaboración propia]

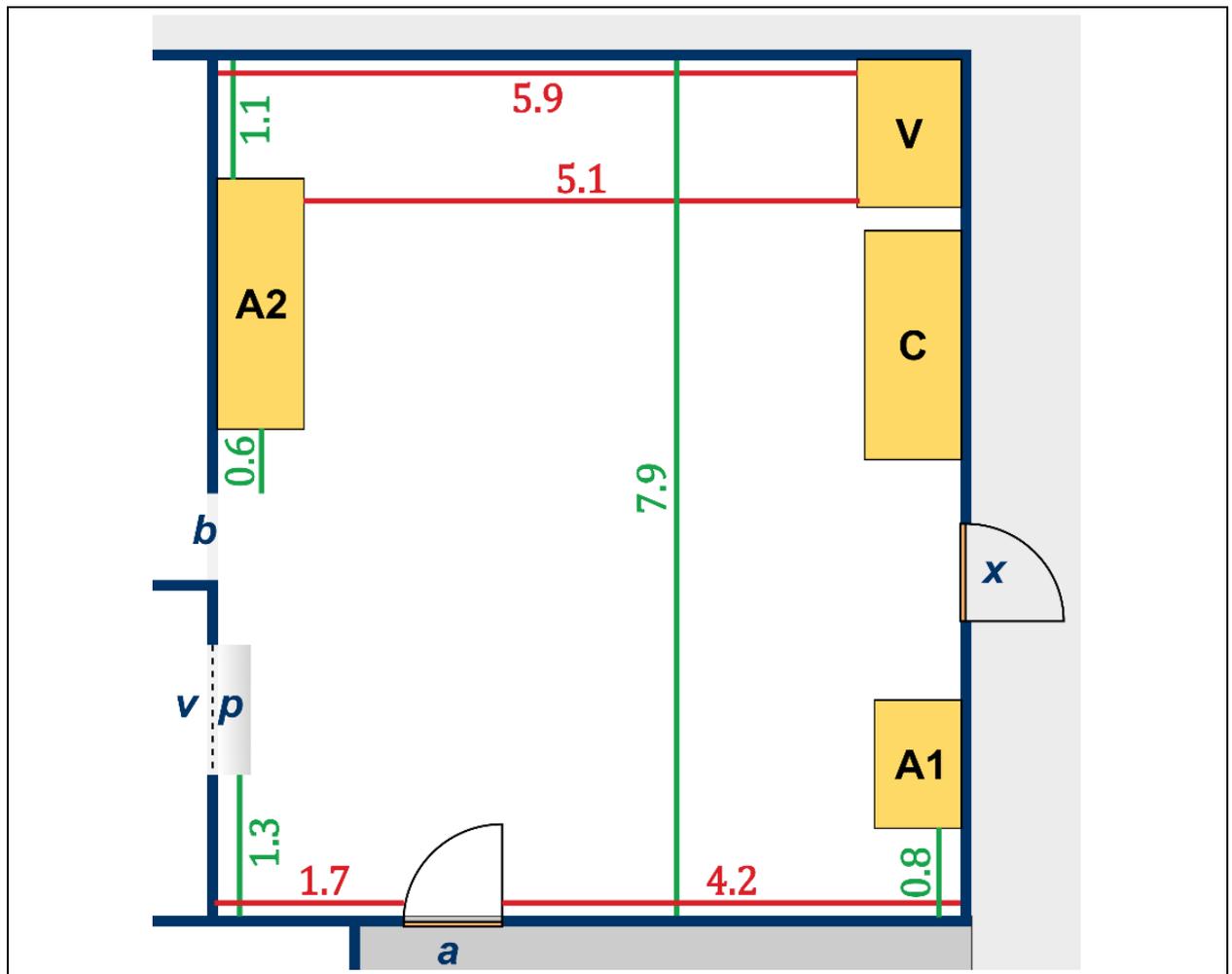
Desde el área de procesamiento se tenía acceso a una bodega, el área administrativa y un patio, por medio de una salida de emergencia. Los equipos y mobiliario encontrados en esta área, o en su bodega adjunta, se listan en la Tabla A.3. El elemento identificado como sistema de cocción consta de dos hornillas industriales, dos ollas de 50 L y un extractor de olores.

Tabla A.3. Detalles de los equipos iniciales disponibles para producción
[Elaboración propia]

Elemento		Dimensiones (m)		
Cód.	Nombre	Largo	Ancho	Altura
M1	Mesa de trabajo 1	2.30	1.10	0.90
M2	Mesa de trabajo 2	2.30	1.10	0.90
M3	Mesa de trabajo 3	2.30	1.10	0.90
M4	Mesa de trabajo 4	2.30	1.10	0.90
M5	Mesa de trabajo 5	2.00	0.80	0.90
M6	Mesa de trabajo 6	1.50	0.61	0.80
M7	Mesa de trabajo 7	1.50	0.61	0.80
N	Banco	0.75	0.45	0.50
A1	Mesa con un lavabo	1.17	0.78	0.90
A2	Mesa con dos lavabos	2.30	0.78	0.90
L	Licuadaora	0.50	0.50	0.80
V	Vaca eléctrica	1.35	0.94	1.17
C	Sistema de cocción	2.10	0.57	2.40
B	Depósitos de basura	0.90	0.30	0.70
P	Despulpadora	1.31	0.40	0.56
Z	Balanza digital	1.00	1.00	1.00

■ Elemento de posición móvil; ■ Elemento de posición fija

Como algunos elementos estaban conectados a diferentes suministros, se consideró a su posición como fija. Las dimensiones libres del recinto, al remover los elementos móviles, son las mostradas en la Figura A.2.



Dimensiones en metros

Nomenclatura

- | | | | |
|-----------|--------------------------------|----------|----------------------|
| A1 | Mesa con lavadero de un pozo | p | Cortina y pediluvio |
| A2 | Mesa con lavadero de dos pozos | b | Bodega de insumos |
| C | Sistema de cocción | v | Vestidores |
| V | Vaca eléctrica | a | Área administrativa |
| | | x | Salida de emergencia |

Figura A.2. Dimensiones del área de procesamiento con equipos de posición fija
[Elaboración propia]

APÉNDICE D

FLUJO DE RECEPCIÓN DE MATERIAS PRIMA DE INTERÉS

Los dos principales mecanismos mediante los que el banco de alimentos Diakonía recibe donaciones que pueden usarse como materias primas del producto en desarrollo, son: lotes homogéneos de plátano o banano verde por parte de empresas exportadoras y lotes heterogéneos, provenientes de la recolección en mercados, en cantidades mucho menores que los primeros y, principalmente, en estado maduro.

En el caso de las donaciones realizadas por empresas exportadoras de banano y plátano, se proyecta, en el corto plazo, una frecuencia de 1 a 4 veces al mes. Cada lote corresponde a 18 t de frutos en estado de maduración verde de un solo híbrido, usualmente banano (aproximadamente en cuatro de cada cinco ocasiones).

La otra forma de recepción de donaciones es mediante su recolección en diferentes mercados de la ciudad de Guayaquil, como parte de un programa denominado “Fruver”. Las cantidades y cualidades de los productos recibidos es heterogénea, aunque prevalecen los estados de maduración cercanos a la senescencia. La Tabla A.4 resume los lotes de producto etiquetado como “Fresco” o “Transformación” (aparición inadecuada para su comercio), recibidos desde el inicio del programa, en 2018, para los productos más representativos.

Tabla A.4. Histórico de recepción de donaciones provenientes del programa Fruver
[Elaboración propia]

Producto	Año	Total (t)	Lotes	Promedio (kg)	Tiempo entre lotes
Banano	2018	3.6	108	34	3 días
	2019	5.2	132	39	3 días
Plátano verde	2018	1.9	59	32	6 días
	2019	2.9	104	28	4 días
Plátano maduro	2018	2.0	51	40	7 días
	2019	6.7	102	66	4 días
Papaya	2018	4.1	112	36	3 días
	2019	7.0	127	55	3 días
Piña	2018	6.1	94	65	4 días
	2019	5.6	106	53	3 días

APÉNDICE E

PRODUCTOS SIMILARES EN EL MERCADO

La Tabla A.5 muestra los productos encontrados en las perchas de tiendas de autoservicios, cuyos valores nutricionales y de precios de venta sirvieron para el establecimiento de restricciones en la etapa de optimización de la formulación.

Tabla A.5. Productos similares a la barra de masa de banano verde [Elaboración propia]

Nombre	Tipo	Precio (USD) / Porción (g)	Composición nutricional								
			Grasa (g)	SFA (g)	Azúc. (g)	Fibra (g)	Na (mg)	Vit. A (µg)	K (mg)	Fe (mg)	Ca (mg)
Muecas	G	0.89 / 100	20	10	35	0	325				
Fofys	G	0.45 / 50	5	3		0	115				
Galletas Amor	G	0.26 / 44	12	6	16	0	60				
Brownie	R	0.80 / 60	14	8	25	0	85	15			
Bolt Plus	B	0.39 / 45	5	2	12	0	54		350	42	
Máh! Pure Love	G	0.55 / 24	0	0	6	0	30	12			96
Nature's Heart	B	0.44 / 23	2	0.0	6	0	30				
Crispy Mix	B	0.45 / 25	3	2.0	4	0	30				
Quinde barra de granola	B	0.46 / 25	2	0.0	4	2	5				
Chips Ahoy	G	0.50 / 45	9	5.0	14		100			17	
Mis gansitos	R	0.50 / 60	10	5.0	16		240				
TOSH	B	0.52 / 23	6	1.0	5	2	15				
Quinoa Plus	B	0.54 / 25	2	0.0	8		0			112	24
Frutela Kellogs	B	0.59 / 37	4	2.0	13	1	55			14	
Tigretón	R	0.65 / 50	8	4.0	19	0	270	12			
Barra Wipala	B	0.80 / 35	1	0.0	5	3	42		118		
Wipala Kids Fruity-Bar	B	0.95 / 25	0	0.0	7	2	0		213		
Wipala Inka Boost	B	0.95 / 30	1	0.0	8	2	0		316		9
Promedio			6	2.6	14.9	1.1	93				
Máximo en 40 g								40	385	12	110

B: Barra; R: Producto de repostería; G: Galletas; Azúc.: Azúcares totales

APÉNDICE F

RESULTADOS DE LA ENCUESTA SOBRE CONSUMO DE *SNACKS* POR NIÑOS

Participaron 95 niños en edad escolar, de los que el 84 % declaró una edad mayor o igual a los 9 años. Destacó que el 94 % de los participantes afirmó consumir *snacks* y que, de estos, el 24 % dijo hacerlo varias veces a la semana. Además, según reflejaron los datos, la mitad de los niños presencia el momento de la compra del producto alimenticio.

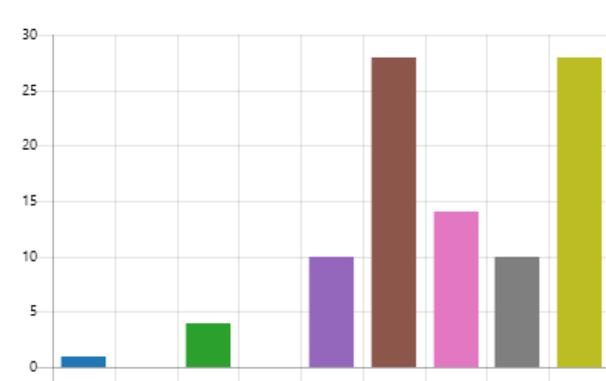
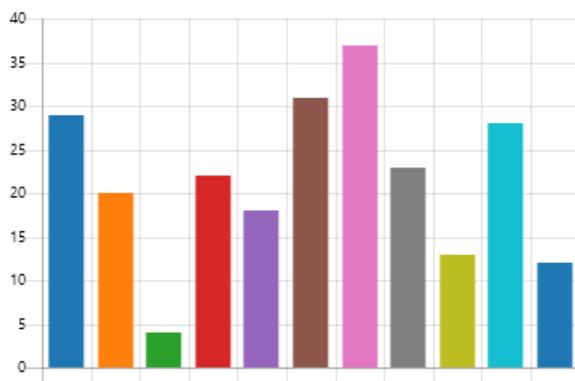
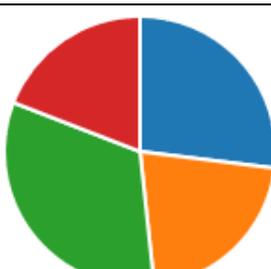
Frutas, cereal y bebidas fueron las únicas opciones que obtuvieron la preferencia de al menos un tercio de los niños y sus comentarios reflejaron un abrumador interés hacia el aspecto sensorial, casi de manera exclusiva. Más detalles de *snacks* favoritos se muestran en la Tabla A.6.

Tabla A.6. Tipos de *snack* preferidos por los niños encuestados que los consumen [Elaboración propia]

Tipos de <i>snack</i>	Proporción de niños que los prefieren
Frutas	Mayor al 40 %
Cereal, bebidas, helado	Entre el 31 % y el 40 %
Dulces, galletas dulces, pan	Entre el 21 % y 30 %
Frituras, comida rápida, <i>cakes</i>	Entre el 11 % y 20 %

El detalle de la distribución de las respuestas en cada pregunta de la encuesta se presenta en la Tabla A.7.

Tabla A.7. Descripción de las respuestas de la encuesta realizada a escolares
[Elaboración propia]

Pregunta	Respuestas																								
1	<table border="0"> <tr><td>● Menos de 5</td><td>1</td></tr> <tr><td>● 5</td><td>0</td></tr> <tr><td>● 6</td><td>4</td></tr> <tr><td>● 7</td><td>0</td></tr> <tr><td>● 8</td><td>10</td></tr> <tr><td>● 9</td><td>28</td></tr> <tr><td>● 10</td><td>14</td></tr> <tr><td>● 11</td><td>10</td></tr> <tr><td>● Más de 11</td><td>28</td></tr> </table> 	● Menos de 5	1	● 5	0	● 6	4	● 7	0	● 8	10	● 9	28	● 10	14	● 11	10	● Más de 11	28						
● Menos de 5	1																								
● 5	0																								
● 6	4																								
● 7	0																								
● 8	10																								
● 9	28																								
● 10	14																								
● 11	10																								
● Más de 11	28																								
2	<table border="0"> <tr><td>● Sí, todos los días</td><td>7</td></tr> <tr><td>● Sí, varias veces a la semana</td><td>14</td></tr> <tr><td>● Sí, de vez en cuando</td><td>68</td></tr> <tr><td>● No</td><td>6</td></tr> </table> 	● Sí, todos los días	7	● Sí, varias veces a la semana	14	● Sí, de vez en cuando	68	● No	6																
● Sí, todos los días	7																								
● Sí, varias veces a la semana	14																								
● Sí, de vez en cuando	68																								
● No	6																								
3	<table border="0"> <tr><td>● Bebidas (ej.: cola, leche, yogur...)</td><td>29</td></tr> <tr><td>● Galletas dulces</td><td>20</td></tr> <tr><td>● Galletas saladas</td><td>4</td></tr> <tr><td>● Dulces (ej.: caramelos, chicles, ...)</td><td>22</td></tr> <tr><td>● Frituras (ej.: chifles, cachitos, p...)</td><td>18</td></tr> <tr><td>● Cereal</td><td>31</td></tr> <tr><td>● Frutas</td><td>37</td></tr> <tr><td>● Pan</td><td>23</td></tr> <tr><td>● Comida rápida (ej.: hamburgu...)</td><td>13</td></tr> <tr><td>● Helado</td><td>28</td></tr> <tr><td>● Cakes</td><td>12</td></tr> <tr><td>● Other</td><td>0</td></tr> </table> 	● Bebidas (ej.: cola, leche, yogur...)	29	● Galletas dulces	20	● Galletas saladas	4	● Dulces (ej.: caramelos, chicles, ...)	22	● Frituras (ej.: chifles, cachitos, p...)	18	● Cereal	31	● Frutas	37	● Pan	23	● Comida rápida (ej.: hamburgu...)	13	● Helado	28	● Cakes	12	● Other	0
● Bebidas (ej.: cola, leche, yogur...)	29																								
● Galletas dulces	20																								
● Galletas saladas	4																								
● Dulces (ej.: caramelos, chicles, ...)	22																								
● Frituras (ej.: chifles, cachitos, p...)	18																								
● Cereal	31																								
● Frutas	37																								
● Pan	23																								
● Comida rápida (ej.: hamburgu...)	13																								
● Helado	28																								
● Cakes	12																								
● Other	0																								
4	<table border="0"> <tr><td>● Yo mismo voy a la tienda</td><td>24</td></tr> <tr><td>● Un adulto me acompaña a co...</td><td>19</td></tr> <tr><td>● Un adulto me lo compra</td><td>29</td></tr> <tr><td>● En mi casa hay</td><td>17</td></tr> </table> 	● Yo mismo voy a la tienda	24	● Un adulto me acompaña a co...	19	● Un adulto me lo compra	29	● En mi casa hay	17																
● Yo mismo voy a la tienda	24																								
● Un adulto me acompaña a co...	19																								
● Un adulto me lo compra	29																								
● En mi casa hay	17																								

APÉNDICE G

CONSTANTES PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA FÓRMULA

Los valores constantes en las materias primas, empleados para calcular parámetros relacionados con restricciones en el producto final, se muestran en la Tabla A.8.

Tabla A.8. Constantes de costos y composición de los ingredientes de la formulación [Elaboración propia]

Constantes	Ingredientes (variable de aporte en la formulación)			
	Banano verde (x_1)	Banano maduro (x_2)	Plátano maduro (x_3)	Pasta de Maní (x_4)
Costo (USD/kg)	$c_1 = 0$	$c_2 = 0.012$	$c_3 = 0.012$	$c_4 = 0.300$
Agua (proporción)	0.01	0.01	0.01	0.24
Proteína (proporción)	0.00	0.00	0.00	0.50
Lípidos (proporción)	0.00	0.00	0.00	0.10
SFA (proporción)				0.27
MUFA (proporción)				0.13
PUFA (proporción)	0.00	0.00	0.00	0.00
Carbohidratos (proporción)	0.29	0.23	0.32	0.21
Almidón (proporción)	0.26	0.04		
Azúcares (proporción)	0.01	0.16	0.18	0.05
Fibra (proporción)	0.01	0.05	0.02	0.08
Vitamina A (proporción)	1.24×10^{-7}	1.90×10^{-7}	5.60×10^{-7}	0.00
Hierro (proporción)	6.10×10^{-6}	2.60×10^{-6}	5.50×10^{-6}	4.60×10^{-5}
Zinc (proporción)	3.98×10^{-6}	1.60×10^{-7}	1.90×10^{-6}	0.00
Calcio (proporción)	4.44×10^{-4}	5.00×10^{-5}	3.00×10^{-5}	9.20×10^{-4}
Sodio (proporción)	6.16×10^{-4}	1.00×10^{-5}	4.00×10^{-5}	
Potasio (proporción)	4.86×10^{-3}	3.58×10^{-3}	4.87×10^{-3}	
Energía (kcal/kg)	1100	980	1220	5870

APÉNDICE H

APARIENCIA DEL PROTOTIPO MÁS AVANZADO

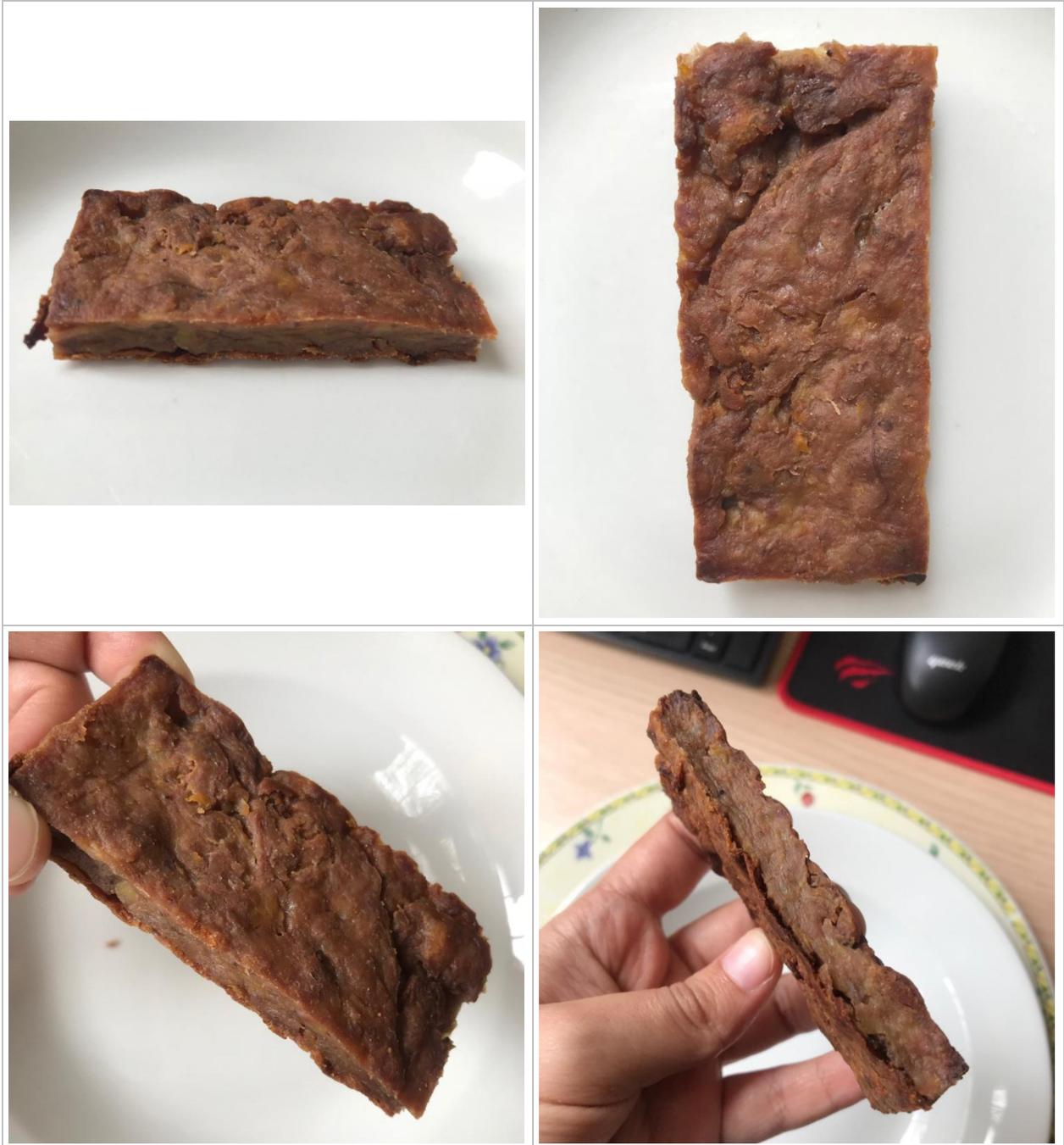


Figura A.3. Fotografías del prototipo final de la barra de banana [Elaboración propia]

APÉNDICE I

BALANCES DE MATERIA

Para el cálculo de rendimientos de cada etapa, no fueron considerados los flujos másicos de agua potable (W1 y W2) o residuos de los tratamientos térmicos húmedos (R4 y R5), es decir, solamente intervinieron los flujos de materias primas o productos intermedios del proceso.

Tabla A.9. Rendimientos y ecuaciones de balance de materia para las etapas relevantes del proceso de manufactura de la barra de banano [Elaboración propia]

Etapa	Rendimiento estimado	Ecuación
Pelado A	0.61	$m_A = m_D + m_{R1}$
Pelado B	0.64	$m_B = m_E + m_{R2}$
Pelado C	0.76	$m_C = m_F + m_{R3}$
Cocción	1.13	$m_D + m_{W1} = m_G + m_{R4}$
Escaldado	0.99	$m_B + m_C + m_{W2} = m_H + m_{R5}$
Majado y mezcla	0.99	$m_G + m_H = m_J + m_{R6}$
Horneo	0.46	$m_J = m_P + m_V$

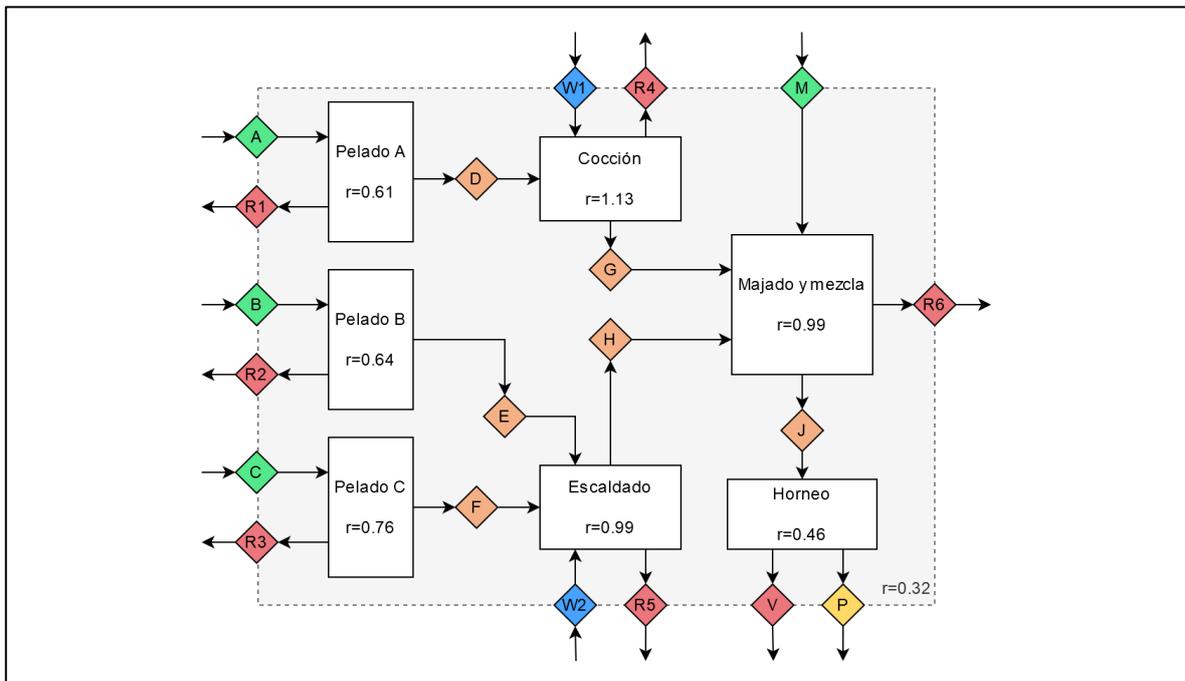


Figura A.4. Representación del sistema del proceso de manufactura de la barra de banano con plátano [Elaboración propia]

**Tabla A.10. Flujos de materia en el sistema de manufactura de la barra de banano
[Elaboración propia]**

<i>i</i>	Material	Flujo másico m_i (kg/lote)	Humedad w_i
A	Banano verde	65.0	-
B	Banano maduro	22.6	-
C	Plátano maduro	8.7	-
M	Pasta de maní	5.6	0.02
W1	Agua para cocción	-	1.00
W2	Agua para escaldado	-	1.00
D	Pulpa de banano verde	39.7	0.69
E	Pulpa de banano maduro	14.5	0.75
F	Pulpa de plátano maduro	6.6	0.60
G	Plátano verde cocido	44.7	0.61
H	Frutos maduros escaldados	21.0	0.71
J	Mezcla majada	70.6	0.60
R1	Cáscaras de banano	25.3	-
R2	Cáscaras de banano	8.1	-
R3	Cáscaras de plátano	2.1	-
R4	Agua de cocción usada	-	0.00
R5	Agua de escaldado usada	-	0.00
R6	Mermas de mezcla	4.9	0.60
V	Vapor de agua	38.1	1.00
P	Barra de banano con plátano	32.5	0.13

APÉNDICE J

BALANCE DE CARGA DE TRABAJO

GO	Actividad	Tiempo (min)																							
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150	160	170						
#1	Recepción de MP	3	1											3	1										
	Lavado y desinfección	2	2	1	1	1								2	2	1	1	1							
	Pelado			2	2	2	3	3	3	3	3	3	3	1			2	2	2	3	3	3	3	3	3
	Pesado									1															
	Cocción								1	1	1	1													
	Escaldado										1	1													
	Majado y mezcla										1	3	3	3											
	Moldeo													3	3										
	#2	Horneo													1	0	1	0	1	0	0	1	1	1	
	Enfriamiento y corte																						1	1	0
	Envasado y empaquetado																								

GO	Actividad	Tiempo (min)																							
		180	190	200	210	220	230	240	250	260	270	280	290	300	310	320	330	340	350						
#1	Recepción de MP																								
	Lavado y desinfección																								
	Pelado	3	3	1																					
	Pesado		1																						
	Cocción		1	1	1	1																			
	Escaldado			1	1																				
	Majado y mezcla				1	3	3	3																	
Moldeo						3	3																		
#2	Horneo							1	0	1	0	1	0	0	1	1	1								
	Enfriamiento y corte	0	0	0	0	0	0	0	1				2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2		
	Envasado y empaquetado						1	1	1	2	1	2	1	2	2	1	1	1					2	2	2

GO	Actividad	Tiempo (min)					
		360	370	380	390	400	410
#1	Recepción de MP						
	Lavado y desinfección						
	Pelado						
	Pesado						
	Cocción						
	Escaldado						
	Majado y mezcla						
Moldeo							
#2	Horneo						
	Enfriamiento y corte						
	Envasado y empaquetado	2	2	2	2	2	2

Los números indican la cantidad de operarios que intervienen en el proceso, en cada intervalo de 5 minutos. Los colores denotan diferentes lotes de producción.

GO: Grupo de operarios
: Operario

Figura A.5. Distribución de carga de trabajo entre operarios [Elaboración propia]

APÉNDICE K

ANÁLISIS DE COSTOS

Tabla A.11. Inversión inicial del proyecto [Elaboración propia]

Rubro	Cantidad	Costo unitario (USD)	Costo total (USD)
Horno Fritega FTDG10 e instalación	1	2460.45	2460.45
Escabiladero	1	125.00	125.00
Bandejas	20	15.83	316.60
Tazón de 20 L	3	20.82	62.46
Majador	3	45.61	136.83
Cortadora múltiple	1	37.37	37.37
Selladora de fundas plásticas	1	22.00	22.00
Espátula	2	3.52	7.04
Servicios de validación del proyecto	1	200.00	200.00
Total			3367.75

Tabla A.12. Costos variables de fabricación de la barra de banano y plátano propuesta, primer año [Elaboración propia]

Rubro		Unidad (u*)	Cantidad por lote	Costo		
				(USD / u*)	(USD / lote)	(USD / 40g)
Materias primas	Banano verde	kg	65	0.000	0.000	0.000
	Banano maduro	kg	22.6	0.012	0.272	0.000
	Plátano maduro	kg	8.7	0.012	0.105	0.000
	Pasta de maní	kg	5.6	3.325	18.771	0.023
Materiales empaque	Funda BOPP	unidad	800.0	0.026	20.800	0.026
	Caja de cartón	unidad	8.0	0.767	6.136	0.008
Insumos	Energía eléctrica	kWh	7.1	0.090	0.639	0.001
	Agua potable	L	500.0	0.010	5.000	0.006
	Gas combustible	kg	5.6	0.200	1.120	0.001
	Papel encerado	caja de 500 u	0.02	56.26	1.125	0.001
Mano de obra eventual		hora-persona	10.0	1.110	11.100	0.014
Total					65.068	0.081

Se asume un ritmo de crecimiento en las ventas del 2 % anual.

Tabla A.13. Proyección de ventas para los primeros cinco años [Elaboración propia]

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Lotes	100	102	104	106	108
Unidades	80000	81600	83200	84800	86400
Ventas (USD)	22400.00	22848.00	23296.00	23744.00	24192.00

Tabla A.14. Costos variables anuales proyectados a cinco años, en USD [Elaboración propia]

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Costos variables de fabricación	6506.80	6636.94	6767.07	6897.21	7027.34
Costos suministros	2232.67	2344.30	2461.52	2584.59	2713.82
Costos variables, total	8739.47	8981.24	9228.59	9481.80	9741.17

Tabla A.15. Costos fijos anuales, en USD [Elaboración propia]

	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Gastos administrativos	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00	10000.00
Costos proyecto Fruver	1238.00	1238.00	1238.00	1238.00	1238.00
Costos fijos, total	11238.00	11238.00	11238.00	11238.00	11238.00

DESARROLLO DE UN SNACK NUTRITIVO A BASE DE BANANO Y PLÁTANO PARA NIÑOS BENEFICIARIOS DE PROGRAMAS DE ALIMENTACIÓN

PROBLEMA

Parte de los niños beneficiarios de un banco de alimentos de Guayaquil, tiende a consumir snacks de baja calidad nutricional. La organización busca ofrecerles una nueva opción de snack que aporte positivamente a su nutrición y, al mismo tiempo, sea de su agrado.

OBJETIVO GENERAL

Desarrollar un snack nutritivo para niños, aprovechando las donaciones de banano y plátano de un banco de alimentos, para la diversificación de los productos alimenticios destinados a sus beneficiarios.



PROPUESTA

La propuesta de valor radicó en la producción de un snack elaborado con ingredientes que consiguen aportar nutricional y sensorialmente a las necesidades de los niños en edad escolar y que, al mismo tiempo, aprovecha futuras donaciones abundantes de banano y plátano a ser recibidas por el banco de alimentos. El proceso de manufactura asociado se caracteriza por ser tecnológicamente factible y versátil.



RESULTADOS

Ingrediente	Contribución
Pulpa de banano verde	59.7 %
Pulpa de banano maduro	21.9 %
Pulpa de plátano maduro	10.0 %
Pasta de maní	8.5 %

Micronutriente	% IDR
Vitamina A	8 %
Hierro	6 %
Potasio	10 %
Calcio	4 %

MEDIO en AZÚCAR
 MEDIO en GRASA
 no contiene SAL



Se propuso una distribución en planta acorde con las condiciones de la empresa. Además, a partir de una TIR del 57 % y un VPN de USD 4670.27, se calificó al proyecto como rentable.

CONCLUSIONES

- Por medio de un desarrollo sistemático se pudo obtener un snack enmarcado en la definición de alimento nutritivo, cuya producción permitiría el aprovechamiento de una parte de las donaciones de banano verde que se prevé recibir.
- El proceso de manufactura implica la implementación de tecnologías que pueden adaptarse a una amplia diversidad de materias primas y tipos de productos.
- La incorporación de maní en la formulación representa un importante avance hacia la consecución de las características sensoriales aceptables por el grupo objetivo, debido a su aporte en sabor y textura.
- Contar con materia prima de ínfimo coste, genera alta rentabilidad en el proyecto e implica una oportunidad para el desarrollo de productos de alta competitividad en el mercado de los snacks para niños.