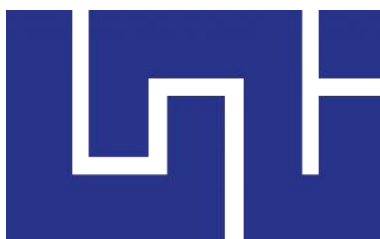


UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA QUÍMICA



**DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA PILOTO
PARA LA ELABORACIÓN DE BARRAS ENERGÉTICAS.**

TRABAJO DE DIPLOMA PRESENTADO POR:

Br. ALISSON PAMELA SOLÍS REYES

Br. ABNER JOSUÉ GONZÁLEZ VALDIVIA

PARA OPTAR AL TÍTULO DE:

INGENIERO QUÍMICO

TUTOR:

MPa. Denis Escorcía Morales.

MANAGUA, NICARAGUA 2019

CARTA DEL CATEDRATICO GUIA

Estimados excelentes miembros del jurado calificador: El trabajo de tesis que tienen en sus manos titulado **“DISEÑO DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE UNA PLANTA PILOTO PARA LA ELABORACIÓN DE BARRAS ENERGÉTICAS.”**, La realización de este trabajo investigativo tuvo lugar en la universidad nacional de ingeniería (UNI) en el Laboratorio de Química de la Facultad de Ingeniería Química en conjunto de prácticas que aseguran la calidad del producto Por lo que en este trabajo de investigación se dispuso realizar el escalamiento del proceso de obtención de barras energéticas, donde por un período de tres meses se desarrolló el proceso de elaboración bajo condiciones específicas, por lo tanto se deben tener un control de estricto para que garantice un producto inocuo y seguro para la alimentación. La dedicación que **Br. ALISSON PAMELA SOLÍS REYES** y **Br. ABNER JOSUÉ GONZÁLEZ VALDIVIA**. Realizo en todo el desarrollo de su trabajo fue bien continuo e incansable, que las llevó a tener resultados muy satisfactorios y positivo como es la **ELABORACIÓN DE BARRA ENERGÉTICAS A BASE DE JARABE DE MAIZ, COCOA, AJONJOLÍ Y MANÍ**.

Por lo anterior expuesto y certificando la calidad y categoría del trabajo que han realizó los jóvenes en el trabajo monográfico solicito a ustedes la máxima calificación para este trabajo monográfico.

Aprovecho para reiterar mis más cordiales saludos y deseos de buena voluntad.

Se despide de ustedes.

Atentamente,

MPa. Ing. Denis Escorcía Morales
Profesor Guía

DEDICATORIA

A Dios y a mi madre, quienes se han sacrificado por mi bienestar y a quienes les debo el ser quien soy.

Alisson Solís

A Dios por darme fuerzas y mostrarme el camino correcto en los momentos difíciles, a mi familia por apoyarme y aconsejarme para seguir adelante siempre y en especial a mis padres y por su amor y comprensión.

Abner Valdivia

AGRADECIMIENTO

A mis padres por su ardua labor y sustento incondicional en mi formación personal y académica, a Mpa. Denis Morales, tutor de esta monografía, por su orientación y apoyo durante cada una de las etapas en la realización de la misma, a Abner Valdivia quien me acompañó durante la realización de esta monografía y sin cuya participación acabarla habría tomado más tiempo y, por último, pero no menos importante a aquellas personas que de una u otra manera contribuyeron a la realización de esta monografía.

Alisson Solís

A mí tutor Mpa. Denis Morales Escorcía por todo el acompañamiento y apoyo brindado. A mí compañera de monografía, Alisson Solís por la paciencia y la perseverancia que nos acompañó en el trayecto de culminación. A mis docentes por el apoyo brindado en el aprendizaje adquirido. A mis compañeros de clases por compartir su tiempo y sus conocimientos. A cada una de las personas que de alguna manera estuvieron pendientes y aportaron esfuerzos y conocimientos para llevar a cabo la culminación de esta monografía.

Abner Valdivia

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo fue la realización del diseño del proceso de producción de elaboración de barras energéticas a base de maní, ajonjolí, cocoa y jarabe de maíz. Para la ejecución de este diseño inicialmente se elaboraron a escala de laboratorio de las barras energéticas, posteriormente se establecieron los parámetros de diseño (formulación, tiempo de secado y temperatura de secado), una vez determinadas las variables se hizo uso del programa STAPGRAPHICS CENTURION XII, el cual proporciono el número total de experimentos con sus réplicas; con este número total de experimentos se realizó un test analítico descriptivo; el cual consistió en evaluar los perfiles de textura y sabor proporcionando calificaciones ponderadas a los criterios de: dureza, cohesividad, adhesividad, masticabilidad, humedad y aceitosidad. Finalizado este test se seleccionaron dos experimentos que fueron los que respondieron con mayor puntaje y posteriormente se sometieron a un análisis sensorial con 45 panelistas tomados al azar con el objetivo de determinar y conocer la aceptación de las barras en los consumidores, obteniendo que la barra con mayor aceptación fue el experimento 3 (45% maní, 20% cocoa, 20% ajonjolí, 15% jarabe de maíz), con un 68.9%. Seguido de esto se realizó la determinación del aporte nutricional y energético de la barra que fue la de mayor aceptación por los panelistas mediante un análisis proximal establecido por los métodos oficiales de análisis de la AOAC. Teniendo como resultado 6.18% de proteína, 18.63% de grasas, 65.24% carbohidratos, 3.03% de fibra y 127 kilocalorías en una porción de 28 gramos. Por último, se decidió tomar un volumen de producción diario de 20 kg efectuándose de esta manera al día 4 batch de producción de 5 kg en un lapso por batch de 2 horas, la selección de los equipos se determinó en base al volumen de producción, al tiempo y a las necesidades y exigencias de la materia prima. La estimación de los costos de los equipos seleccionados para el proceso productivo fue proporcionada por empresas tanto nacionales como extranjeras.

Palabras clave: *Diseño, Escala Piloto, Barras Energéticas, Formulaciones, Aporte Nutricional, Análisis Sensorial.*

TABLA DE CONTENIDO

I.	INTRODUCCIÓN	1
II.	OBJETIVOS	3
	2.1. Objetivo General	3
	2.2. Objetivos Específicos	3
III.	MARCO TEÓRICO	4
	3.1. Generalidades de las Barras Energéticas	4
	3.1.1 Composición de la Barra Energética	4
	3.1.2 Tipos de Barras Energéticas	5
	3.1.3 Descripción del Proceso.....	6
	3.2. Materia Prima	8
	3.2.1 Maní	8
	3.2.2 Semillas de Ajonjolí	12
	3.2.3 Cocoa.....	14
	3.2.4 Miel de Maíz o Jarabe de Maíz	17
	3.3. Evaluación Sensorial.....	19
	3.3.1 Determinación de la Aceptación de un Producto.....	19
	3.3.2 Tipos de Pruebas Sensoriales.....	19
	3.3.3 Juez de Pruebas Afectivas	20
	3.3.4 Condiciones de las Pruebas.....	20
	3.4. Análisis de Alimentos	21
	3.5. Diseño de Planta Piloto	22
IV.	MATERIALES Y MÉTODOS	25
	4.1. Materiales.....	25
	4.1.1. Formulación de barras energéticas a escala laboratorio	25
	4.1.2. Determinación del aporte nutricional y energético	25
	4.2. Métodos	26
	4.2.1. Formulación de barras energéticas a escala laboratorio	26
	4.2.2. Parámetros de diseño.....	28
	4.2.3. Determinación del Aporte Nutricional y Energético.....	32
	4.2.4. Diseño del proceso	33

4.2.5. Selección y Estimación de Costos para el Proceso Productivo	35
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	36
5.1. Formulación de Barras Energéticas a Nivel de Laboratorio	36
5.2. Diseño de Experimentos para la etapa de secado	40
5.3. Aceptación de las Barras Energéticas.....	40
5.4. Aporte Nutricional y Energético	43
5.5. Propuesta Técnica para el Diseño de la Planta Piloto.....	44
5.5.1. Selección de equipos para planta piloto	44
5.5.2. Estimación de Costos para el Proceso Productivo	51
5.6. Proceso Tecnológico para el Diseño de la Planta	52
VI. CONCLUSIONES.....	55
VII. RECOMENDACIONES	56
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	57
IX. ANEXOS.....	61
A. Procedimiento para Análisis Bromatológico	62
B. Aceptación y Preferencias de las Barras Alimenticias.....	70
C. Evaluación Sensorial.....	84
D. Balance de masa y energía.....	85
E. Precios de Adquisición de Equipos para el Proceso Productivo	89
D. Diseños de Planos	91

LISTA DE TABLAS

Tabla 1 Composición Nutricional del Maní (100 gr).....	11
Tabla 2. Valor Nutricional del Ajonjolí (100 gr)	14
Tabla 3 Valor Nutricional de la Cocoa (100 gr).....	16
Tabla 4. Valor Nutricional del Jarabe de Maíz (100 gr)	18
Tabla 5. Indicadores del Costo de Equipamiento Tecnológico.....	24
Tabla 6. Equipos y Materiales para Fase Experimental	25
Tabla 7. Equipos y Materiales para determinación de aporte nutricional	26
Tabla 8. Formulaciones propuestas para la elaboración de barras.....	28
Tabla 9. Arreglo Experimental	30
Tabla 10. Contenido Nutricional en 28 gr	43
Tabla 11. Contenido Energético en 28 gr	43
Tabla 12. Comparación del Contenido Nutricional	44
Tabla 13. Especificaciones de la Batidora de engranaje	45
Tabla 14. Especificaciones del Horno FTCCG - 10	46
Tabla 15. Especificaciones de la máquina de corte - amasado.....	48
Tabla 16. Especificaciones de la Empacadora YB - 250	49
Tabla 17. Precio de los equipos para el proceso productivo	51
Tabla 18. Matriz de Decisión para Textura.....	81
Tabla 19 Matriz de Decisión para el Sabor.....	82

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barra Energética	4
Figura 2. Flujograma de proceso de elaboración de barras de cereales.....	7
Figura 3. Maní	8
Figura 4. Ajonjolí	12
Figura 5. Cocoa	15
Figura 6. Jarabe de Maíz.....	17
Figura 7. Proceso de Pesado	36
Figura 8. Proceso de Mezclado y Amasado	36
Figura 9. Proceso de Moldeo y Corte de Barras	37
Figura 10. Proceso de Desmoldado de Barras.....	37
Figura 11. Proceso de Horneado de Barras	37
Figura 12. Proceso de Empacado	38
Figura 13. Flujograma de Proceso a Escala Laboratorio.....	39
Figura 14. Calificaciones del Test	41
Figura 15. Aceptación de los Panelistas.....	42
Figura 16. Batidora de engranaje	45
Figura 17. Horno de Bandeja FT CG -10.....	47
Figura 18. Máquina de Corte - Amasado.....	48
Figura 19. Empacadora YB - 250	49
Figura 20. Mesa de Enfriamiento	50
Figura 21. Proceso Tecnológico de Barras Energéticas.....	52
Figura 22. Flujograma de Proceso a Escala Piloto para un Lote.....	54

I. INTRODUCCIÓN

Las nuevas tendencias que significan verse y sentirse bien permiten una concientización y prevención en la mente del ser humano, sumando a que más personas quieran estar en forma, practiquen rutinas de deportes y mantengan una nutrición que les permita obtener los resultados esperados a través de una vida saludable (Morán Johnson, 2016).

La nutrición viene siendo un aspecto relevante, para ello es muy importante consumir una dieta balanceada que aporte una cantidad de energía apropiada y que además aporte los nutrientes necesarios para mantener un buen nivel de metabolismo corporal. Por tal razón algunos nutricionistas recomiendan frutos secos, frutas y barras energéticas como aperitivos entre comida principales (Morán Johnson, 2016).

Las barras energéticas son fuente de carbohidratos y proteínas que brindan un aporte importante de energía, es importante conocer que estas no deben reemplazar ninguna comida principal del día, son exclusivamente para proporcionar y recuperar energía (Morán Johnson, 2016).

A nivel nacional no se cuenta con alguna empresa que desarrolle este tipo de productos, sin embargo, autores como Gamboa (2007) desarrollaron barras energéticas utilizando la Okara o pulpa residual obtenida durante el proceso de elaboración de leche de soja. Para la elaboración de las barras, se mezcló la Okara con el sirope (aceite vegetal, agua, emulsificante, glucosa, fructosa, maltodextrina), este sirope fue tratado previamente a temperaturas altas 90 – 120°C, luego se horneó con el objetivo de evaporar un 6% de humedad existente en el producto, por consiguiente, se dejó, enfriando por 30 minutos y se procedió a empacar, obteniendo una barra con buena viscosidad, sin grumos y de muy buen dulzor y sabor.

Otro estudio fue expuesto por Aubourg (2008) quien desarrolló barras para el desayuno a base de sorgo y granola; en las que varió el contenido de sorgo (18, 20, 25 y 30%) el proceso de horneado fue por 45 minutos a 250°F. La barra con 30% de sorgo fue la que mejor aceptación tuvo.

En Nicaragua Meza Quintanilla (2013) desarrollo un estudio de barras alimenticias utilizando como materia prima soja obtenida mediante el proceso de secado por contacto, realizó tres tipos de barras, la barra uno contenía soja y jarabe, la barra dos soja, avena y jarabe y la barra tres soja, avena, pasas y

jarabe. Las evaluó con un análisis sensorial siendo la tipo tres la de mejor aceptación. El proceso de secado fue a 50°C por 90 minutos.

Nicaragua posee una extensa variedad de granos y cereales ricos en nutriente, que resultan prometedores y explotables para la elaboración de barras energéticas que satisfagan la demanda actual, tal es el caso, del maní, ajonjolí, maíz, cacao, entre otros que poseen altos contenidos nutricionales.

Por consiguiente Peralta & González (2018), realizaron un estudio donde incorporando como ingredientes maní, aceite de girasol, granola, cocoa y jarabe de maíz para la formulación de una barra energética. Tomando en cuenta lo descrito por estos autores se llevó a cabo este estudio, donde se elaboró barras energéticas con ingredientes tradicionales del país como lo son el maní, cocoa, ajonjolí y sirope de maíz, ofreciéndole a la población nicaragüense la opción de ingerir un alimento nutricional y saludable, ya que al combinarse adecuadamente garantizan un excelente complemento entre sí, en sabor, textura y propiedades energéticas (Fernández Solís & Fariño Rosero, 2011).

En el presente trabajo se realizó el diseño del proceso de producción de elaboración de barras energéticas a escala piloto, lo cual contemplaba la formulación de barras a escala laboratorio, la determinación del aporte nutricional y energético de la barra mediante un análisis proximal descrito por las normas AOAC, la selección de los equipos en base al volumen de producción y a los que mejor se adapten a la materia prima. Posteriormente se realizó la estimación de los costos de los equipos a empresas tanto nacionales como extranjeras.

II. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

- Diseñar del proceso de producción a escala piloto para la elaboración de barras energéticas.

2.2. Objetivos Específicos

- Formular barras energéticas a escala laboratorio con alto contenido energético.
- Establecer los parámetros de diseño de las etapas del proceso de elaboración de barras energéticas.
- Determinar el aporte nutricional y energético de las barras elaboradas mediante análisis bromatológico.
- Estimar los costos de los equipos necesarios para el proceso productivo.

III. MARCO TEÓRICO

3.1. Generalidades de las Barras Energéticas

Las barras energéticas son productos compuestos por varios elementos, que pueden servir como complemento o suplemento alimenticio, dichos productos se encuentran compuestos por elementos de alto valor nutricional y están destinadas para las personas que realizan actividad física o buscan disfrutar de un bocado saludable y obtener energía. Hay que tener en cuenta que las barras energéticas no son alimentos completos ya que no cubren con las necesidades básicas de macronutrientes como son: carbohidratos, proteínas y grasas, por lo cual requieren una adecuada combinación con otros alimentos para completar una nutrición apropiada (Inarritu & Vega, 2001)



Figura 1. Barra Energética

3.1.1 Composición de la Barra Energética

Las barras energéticas en su composición son frutos secos, azúcares agregados y otros productos como ingredientes destacados. El 40% del producto está constituido por cereales integrales (avena, arroz y trigo), el 27% de salvado de avena y el 9% de arándano deshidratado, estos ingredientes son mayoritarios y dan el valor nutricional en los productos. El 25% restante corresponde a azúcares añadidos, aceites vegetales y otros elementos cuya función principal es la de mejorar de las características organolépticas y su conservación (Prieto & Hilda, 1994).

3.1.2 Tipos de Barras Energéticas

Las barras energéticas se pueden clasificar en los siguientes tipos (Ruíz, 2017):

1. Según el nutriente principal de la barra energética, que no tiene que por qué coincidir siempre con el mayoritario:

❖ **Barras hidrocarbonadas:** Su contenido en macronutrientes (carbohidratos, grasas y proteínas), llega como mínimo a la mitad de todo el producto. Algunas marcas pueden contener hasta más del 70%. Las barras hidrocarbonadas están diseñadas para su uso en deportes intensos y prolongados con un mayor componente aeróbico: maratones, ciclismo, tenis, travesías, senderismo, etc. A su vez contienen una cantidad significativa de grasas, aportan energía de liberación y, además, energía para, por ejemplo, mantener el calor corporal cuando las condiciones ambientales son adversas, es decir, colaboran con el mantenimiento del aislante térmico del organismo en deportes.

❖ **Barras proteicas:** aunque su contenido hidrocarbonado sea elevado, la cantidad de proteínas que contienen hace que se catalogue en este apartado. El porcentaje proteico puede estar entre 5-20%. Las barras proteicas, aunque ya se ha mencionado que también contienen muchos hidratos, se encaminan principalmente a mejorar el rendimiento en deportes más anaeróbicos o de fuerza. Musculación, gimnasia, escalada, etcétera.

2. Según el ingrediente prioritario o característico de la barra energética:

- ❖ Barras de cereales: avena, trigo, maíz, sésamo, arroz, etc.
- ❖ Barras con chocolate.
- ❖ Barras con multi frutas. Dátiles, albaricoque.

3.1.3 Descripción del Proceso

El procedimiento básico para la elaboración de barras de cereales o energéticas, se basa en la línea de flujo diseñado por Escobar y otros (1987) con una ligera modificación por parte de Estévez y otros (2000) mostrado en la Figura 2. Las barras se preparan utilizando: avena triturada tostada (15%, 18% y 21% dependiendo el nivel de cotiledón o de nuez/maní usado); germen de trigo (18%); hojuela extruida de trigo con cobertura de caramelo (6%); maní o nuez (15% o 18%); cotiledón de algarrobo (0% o 6%, tostado en placa calefactora durante 10 min a 140°C y tratado en microondas por 3min a potencia máxima). Para aglutinar los ingredientes secos se usó una mezcla de edulcorantes naturales (miel de abejas, miel de palma y jarabe de azúcar rubia), agua y materias grasas (aceite de girasol, lecitina y glicerina).

Los ingredientes se mezclan hasta obtener una masa ligada, se comprime mecánicamente, se corta en unidades de 8 cm de largo, 3.5 cm de ancho y 1cm de espesor y cuyo peso aproximado es 28 g. Las barras se secan a 120°C por 30 min para las barras con maní y por 45 min para las que tienen nuez. En las barras de cereales elaboradas es importante caracterizarlas (análisis físicos, químicos y sensoriales): % de Humedad, cenizas, proteínas, extracto etéreo y fibra cruda; actividad de agua; aporte calórico; y calidad sensorial.

Según Estévez y otros (2000), el contenido de proteínas es mayor en todos los productos que contienen cotiledón de algarrobo, siendo las barras con maní superiores a los de las barras con nuez. Además, el tratamiento térmico aplicado al cotiledón de algarrobo no tiene efecto sobre la composición química; las barras con cotiledón de algarrobo tratado por microondas presentan una mayor aceptabilidad sensorial.

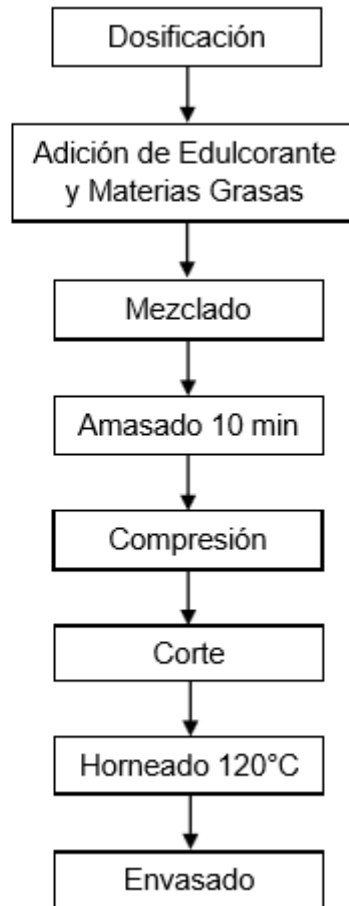


Figura 2. Flujograma de proceso de elaboración de barras de cereales

Tomado de Escobar, Estevez, & Ugarte (2000); pag 3.

3.2. Materia Prima

Especificaciones de las diferentes materias primas que se utilizara para la elaboración de las barras energéticas:

3.2.1 Maní

El maní es una de las principales oleaginosas del mundo siendo la variedad Runner como las más dominante en Nicaragua; el maní tiene una participación de 9,3 por ciento de la producción total. Es una importante fuente de proteínas de origen vegetal para consumo humano y animal.

La composición proteica y de grasas del maní es muy favorable para la alimentación humana. Las semillas se consumen crudas, cocidas o tostadas, se las procesa para producir mantequilla de maní, dulces y bocadillos o se las utiliza para sopas y salsas (Casanova Zamora & García Mendoza, 2014)

Uno de los aspectos de especial importancia del maní nicaragüense es su bajo contenido en aflatoxina, que es una toxina que se desarrolla en ambiente muy seco y que es la principal barrera no comercial que imponen los países importadores, como la Unión Europea (Casanova Zamora & García Mendoza, 2014).



Figura 3. Maní

Beneficios del maní:

- ✓ Reduce el colesterol

El maní ayuda a reducir el colesterol malo y aumenta el colesterol bueno en el cuerpo debido a que contiene grasas mono - insaturadas, especialmente ácido oleico que ayuda a prevenir enfermedades coronarias. Así que, el maní puede ser agregado en una dieta para bajar el colesterol.

- ✓ Reduce el riesgo de cáncer de estómago

Los poli - fenólicos antioxidantes están presentes en el maní en altas concentraciones. El ácido p-cumárico tiene la capacidad de reducir el riesgo de cáncer de estómago mediante la reducción de la producción de nitroso-aminas carcinogénicas ayudando también a las personas que llevan un tratamiento para el cáncer de estómago.

- ✓ Protege de enfermedades coronarias

El consumo de maní ayuda a reducir el riesgo de enfermedades del corazón, enfermedades de los nervios, Alzheimer, y las infecciones, esto es debido a un poli- fenólico antioxidante, el resveratrol. Además, ayuda a combatir las infecciones virales o fúngicas de manera eficiente.

- ✓ Previene un accidente cerebrovascular

Una vez más, el resveratrol en el maní evita golpes del corazón mediante el aumento de la producción de óxido nítrico.

- ✓ Reduce el riesgo de cálculo biliar

Solo una onza de maní o dos cucharadas de mantequilla de maní a la semana puede salvar de cálculos biliares o de la vesícula biliar con un 25% de riesgo reducido. Además, también puede ayudar a los pacientes que toman medicinas para la vesícula.

- ✓ Reduce el riesgo de cáncer de colon

El maní puede reducir el cáncer de colon, especialmente en las mujeres. Comer por lo menos 2 cucharas de mantequilla de maní dos veces a la semana puede reducir el riesgo de cáncer de colon en las mujeres por hasta 58% y en los hombres por hasta 27%.

- ✓ Mejora la fertilidad

Si se toma antes y durante el embarazo, el ácido fólico contenido en el maní reduce el riesgo de un bebé de nacer con graves defectos del tubo neural, reduciendo el riesgo hasta un 70%.

- ✓ Regula el azúcar en la sangre

El manganeso que posee el maní ayuda a la absorción del calcio, a metabolizar mejor las grasas y los hidratos de carbono, regulando el nivel de azúcar en la sangre.

✓ Combate la depresión

Los niveles bajos de serotonina conducen a la depresión. El triptófano en el maní aumenta la liberación de esta sustancia química y, por lo tanto, puede ayudar a las personas que toman terapias para la depresión.

Composición nutricional (maní)

En la Tabla 1 se puede apreciar la composición nutricional por cada 100 gr de porción de maní.

Tabla 1 Composición Nutricional del Maní (100 gr)

Por 100g de porción comestible

Energía (Kcal)	599
Proteínas (g)	27
Lípidos totales (g)	49
AG saturados (g)	9,22
AG monoinsaturados (g)	23,4
AG poliinsaturados (g)	14
Linoleico (g)	13,6
Colesterol (mg/100kcal)	0
Hidratos de carbono (g)	8,5
Fibra (g)	8,1
Agua (g)	7,4
Calcio (mg)	61
Hierro (mg)	2
Yodo (μg)	20
Magnesio (mg)	174
Zinc (mg)	3
Sodio (mg)	6
Potasio (mg)	680
Fósforo (mg)	432
Selenio (μg)	3
Tiamina (mg)	0,3
Riboflavina (mg)	0,14
Equivalentes niacina (mg)	21,3
Vitamina B6 (mg)	0,5
Folatos (μg)	110
Vitamina B12 (μg)	0
Vitamina C (mg)	Tr
Vitamina E (mg)	8,1

Fuente: (FUNIBER, 2017)

3.2.2 Semillas de Ajonjolí

El ajonjolí es una planta cuya especie botánica es de la familia *Sesamum indicum*, su cultivo es anual, el ciclo puede variar entre 90–130 días dependiendo de la variedad y las condiciones ecológicas (CENIDA, 2009).

El ajonjolí que se produce en Nicaragua se caracteriza por tener mayor concentración de aceite y proteína que el producido en los demás países de América. Las variedades que se producen son Cuyumaquui, Venezuela 44, IXTA R198 y China Roja, las cuales se adaptan fácilmente a las características de los suelos y son aptos para el cultivo de ajonjolí de alta calidad. El cultivo se realiza especialmente en los departamentos de Rivas, León y Chinandega, y en menor proporción Managua, Granada y Masaya. La mayor parte del área sembrada se ubica en León y Chinandega (CENIDA, 2009).



Figura 4. Ajonjolí

Beneficios de la semilla de ajonjolí:

- ✓ Reduce el colesterol

La lecitina ayuda a disolver las grasas saturadas en el sistema sanguíneo, esto nivela los valores en colesterol y hace que este no se adhiera a las arterias. Ayuda a eliminar el colesterol LDL y los altos valores en triglicéridos, y esto nos beneficia en salud cardiovascular.

- ✓ Digestivo

La semilla de sésamo ayudará a procesar mejor los alimentos, lo que mejora el tránsito intestinal. Elimina toxinas y evitar los problemas de estreñimiento.

- ✓ Evita la anemia

Gracias a su contenido en aminoácidos esenciales y el hierro que contiene, proporcionan un control indicado del oxígeno que hay en el torrente sanguíneo, por lo que la elaboración de hemoglobina es la correcta. Un bajo nivel de hemoglobina provoca la anemia y anemia ferropénica.

- ✓ Dientes y huesos

A sus propiedades en calcio y hierro, le debemos la mejora en problemas óseos, de osteoporosis, dientes y huesos. Además, disminuye los problemas de pérdida de cabello y las caries.

- ✓ Antioxidante y relajante muscular

El magnesio de esta semilla, fortalece los huesos, ayuda a relajar los músculos, lo que baja el estrés, ansiedad, fatiga, problemas para dormir. Es bueno para eliminar malas energías, eleva el ánimo y evita depresiones.

- ✓ Mejora la memoria, efectivo para la vista y protege al organismo contra el cáncer.

- ✓ Sistema nervioso

Al mantener los músculos relajados y eliminar toxinas innecesarias, el sistema nervioso también se ve beneficiado. El ajonjolí ayuda a una mejor circulación sanguínea, lo que mantiene correctamente al sistema nervioso. Mantiene la presión arterial, en su estado correcto.

- ✓ Antibacteriano

Ayuda eliminar hongos, nos protege contra bacterias e infecciones en la piel. Esto puede ayudar a personas que tienen problemas de hemorroides.

- ✓ Hígado

Cuida nuestro hígado y cualquier problema que este pudiera tener, evita también, las fuertes migrañas.

- ✓ Envejecimiento

Sus propiedades antioxidantes y antibacterianas, hacen el trabajo de bloqueador solar, lo que ayuda a evitar los signos de la edad, en la cara.

Valor nutricional

En Tabla 2 se puede apreciar la composición nutricional por cada 100 gr de porción de ajonjolí.

Tabla 2. Valor Nutricional del Ajonjolí (100 gr)

Por cada 100 gr de ajonjolí consumible

Energía (Kcal)	601
Proteína (gr)	17.40
Grasa Total (gr)	57.10
Glúcidos	15.50
Fibra (gr)	3.20
Calcio (mg)	1471
Hierro (mg)	6.90
Vitamina A (mg)	1.67
Colesterol (mg)	0

Fuente: FUNIBER (2017)

3.2.3 Cocoa

La cocoa proviene del cacao, el cacao es también el producto que resulta de la fermentación y el secado de las semillas del fruto del árbol del cacao. Es un polvo fino de color café rojizo, con olor característico y sabor amargo. Por su parte, la cocoa es un ingrediente procesado, que se utiliza principalmente para hacer barras, pasteles, untables y cereales de chocolate (Quiminet, 2012).

La cocoa se obtiene del prensado del licor de cacao en donde se elimina el mayor porcentaje de grasa (manteca de cacao) obteniendo panes de cocoa que son quebrados y posteriormente pulverizados. El polvo de cacao, se obtiene por molienda de las semillas de este y posteriormente se elimina la manteca del cacao

La cocoa tiene una amplia aplicación en la industria alimenticia, debido al agradable sabor que ofrece en la elaboración de diversos productos, además de ser un alimento que provee nuestra dieta de lípidos, carbohidratos y proteínas, todos ellos indispensables para aportar energía a nuestro organismo (Quiminet, 2012).



Figura 5. Cocoa

Beneficios de la cocoa:

✓ Antioxidante

El polvo de cacao contiene más de 30 sustancias antioxidantes como flavonoides (quercetina, rutina, catequinas) ácidos (ácido caféico, vitamina C o ácido ascórbico, ácido felúrico), cafeína, vitexina. Todos estos componentes hacen que sea uno de los alimentos más antioxidantes que existen protegiendo a la célula de daños que producen envejecimiento de forma natural pero también se puede dañar la célula desencadenando procesos tumorales. Por eso se considera un alimento que ayuda a prevenir el cáncer.

✓ Estimulante

El cacao contiene alcaloides estimulantes similares a los el café o té. Se trata de la teobromina que estimula el sistema nervioso, aunque lo posee en menor concentración que el café. Por eso se usa las bebidas de cacao para desayunar.

✓ Euforizante

El cacao contiene feniletilamina que produce euforia y bienestar. Es un efecto similar al de las anfetaminas. Por eso se ha dicho siempre que el chocolate es antidepresivo ya que su consumo hace sentir cierta felicidad. Por este mismo motivo, el cacao produce dependencia a quien lo consume en grandes

cantidades y con asiduidad ya que, al dejar de tomarlo, se siente necesidad de volver a comerlo.

- ✓ Remineralizante

Por su aporte de minerales fortalece el sistema inmune, previene anemias, refuerza la memoria, fortalece músculos y huesos.

- ✓ Cosmética

Se usan en masajes, productos de higiene, cremas anti edad, anticelulíticos, tratamiento de manchas en la piel. Existen recetas caseras para preparar mascarillas y otros cosméticos con el cacao en polvo.

Valor nutricional

En Tabla 3 se puede apreciar la composición nutricional por cada 100 gr de porción de cocoa.

Tabla 3 Valor Nutricional de la Cocoa (100 gr)

Por cada 100 gr de cocoa

Energía (Kcal)	256
Proteína (gr)	20.20
Grasa Total (gr)	18
Glúcidos	50.80
Fibra (gr)	5.10
Calcio (mg)	141
Hierro (mg)	11.70
Vitamina A (mg)	0
Colesterol (mg)	0

Fuente: (FUNIBER, 2017)

3.2.4 Miel de Maíz o Jarabe de Maíz

La miel de maíz es un edulcorante líquido que se obtiene a partir del almidón de maíz. No es un tipo de miel, propiamente dicho. Del almidón o fécula de maíz se obtiene una especie de jarabe espeso, parecido en textura a la miel de abeja. De ahí obtiene su nombre (Kasangian, 2000).

Dado su alto nivel de fructosa, su capacidad para endulzar es muy alta. Por eso se ha convertido en una de las opciones más utilizadas en la fabricación de repostería, sobre todo en Estados Unidos y Canadá (Kasangian, 2000).



Figura 6. Jarabe de Maíz

Valor nutricional:

En la Tabla 4 se puede apreciar la composición nutricional por cada 100 gr de porción de jarabe de maíz.

Tabla 4. Valor Nutricional del Jarabe de Maíz (100 gr)

Jarabe de maíz
(100 gramos)

Grasas totales	0 gr
Colesterol	0 mg
Sodio	155 mg
Potasio	44 mg
Carbohidratos	78 gr
Fibra alimentaria	0 gr
Azúcares	78 gr
Proteínas	0 gr
Calcio	18 mg
Hierro	0,4 mg
Magnesio	8 mg
Vitamina C	0 mg

Fuente: (Vegaffinity, 2017)

3.3. Evaluación Sensorial

Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías (1992), definen la evaluación sensorial como el análisis de alimentos y otros materiales por medio de los sentidos. La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que quiere decir sentido. Siendo una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, etc. Este tipo de análisis tiene la ventaja de que la persona que efectúa las mediciones lleva consigo sus propios instrumentos de análisis, es decir sus cinco sentidos.

3.3.1 Determinación de la Aceptación de un Producto

Después de las pruebas de laboratorio es deseable someter el producto a una degustación en un centro de expendio local o en otros lugares estratégicos, como los hogares mismos, para obtener así las reacciones de los consumidores. Los análisis afectivos son instrumentos eficaces para tal propósito, pues con ellos se podrá medir la aceptación del producto experimental por parte de los consumidores potenciales y proyectar su posible comercialización. Con las indicaciones en las pruebas afectivas se puede ir mejorando las características organolépticas y de presentación del producto, así como planificando la formulación de otros nuevos productos (Ureña, Arrigo, & Girón, 1999).

3.3.2 Tipos de Pruebas Sensoriales

Según Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías (1992), se pueden efectuar varias pruebas sensoriales de acuerdo a su finalidad, existen 3 tipos de pruebas: las afectivas, las descriptivas y las discriminativas se describirán las dos primeras por ser las que utilizarán en este trabajo.

- **Pruebas Afectivas**

Este las describe como aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Por lo general se realizan con paneles inexpertos o con solamente consumidores. Entre las pruebas afectivas se encuentra las de preferencia, medición del grado de satisfacción y las de aceptación (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992).

- **Pruebas Descriptivas**

Estas pruebas permiten conocer las características del producto alimenticio y las exigencias del consumidor. A través, de las pruebas descriptivas se realizan los cambios necesarios en las formulaciones hasta que el producto contenga los atributos para que el producto tenga mayor aceptación del consumidor. Las pruebas analíticas descriptivas se califican en: escalas de calificación por atributos y en pruebas de análisis descriptivos siendo esta última la que se aplicara en este trabajo (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992).

3.3.3 Juez de Pruebas Afectivas

Para este tipo de pruebas el consumidor habitual o potencial es el juez más idóneo. Basta entonces con encuestas a un grupo de individuos de una misma zona, con costumbres de consumo generales comunes, aparente estado psicosomático satisfactorio y accesible. Por lo general son personas tomadas al azar, ya sea en una calle, en una tienda, escuela, etc.

3.3.4 Condiciones de las Pruebas

- **Temperatura para servir las muestras:**

Se debe emplear una temperatura a la que normalmente se consumen los alimentos, para garantizar resultados apropiados. Los alimentos calientes generalmente se sirven de 60 a 66°C, las bebidas que suelen tomarse frías, se sirven de 4 a 10°C; los helados a una temperatura de 1 a 2°C y el resto de alimentos a temperatura ambiente, 27°C.

- **Utensilios**

Los utensilios en que se sirven las muestras no deben impartir sabor u olor al producto. Además, se deben utilizar recipientes idénticos para todas las muestras, se prefieren los transparentes o blancos para facilitar la evaluación del color.

- **Número y Tamaño**

En términos generales según el comité de evaluación sensorial de la ASMT (1968) citado por Ureña, Arrigo, & Girón (1999), recomienda que debe servirse

un mínimo de 1 onza (30 gr) de un alimento sólido y 0.5 onza (15 ml) de un líquido para cada panelista.

El jurado puede estar conformado por no menos de 80 personas de acuerdo a (IFT, 1964), de 30 según Ellys (1961) y ASTM (1968) citado por Anzaldúa – Morales (1994) y de 40 según Anzaldúa – Morales (1994) citado por Ureña, Arrigo, & Girón (1999). Sin embargo, un número de 30 parece ser el mínimo necesario para la evaluación de sus apreciaciones tenga validez estadística (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elías, 1992).

- **Horario de Análisis**

Uno de los factores que más puede afectar los resultados de las pruebas de análisis es la hora en que se realizan las pruebas. No deben hacerse a horas muy cercanas a las de las comidas. Ya que, si el juez acaba de comer o desayunar, no se sentirá dispuesto a ingerir alimentos, y entonces podrá asignar calificaciones demasiado bajas, similarmente, si ya falta poco para la hora del almuerzo, el juez tendrá hambre y cualquier alimento que pruebe le agradará. Se recomienda como horarios adecuados a las 10 de la mañana y 6 de la tarde, aunque el primer horario es el más adecuado (Ureña, Arrigo, & Girón, 1999).

3.4. Análisis de Alimentos

El análisis de alimentos es la disciplina que se ocupa del desarrollo, uso y estudio de los procedimientos analíticos para evaluar las características de alimentos y de sus componentes. Esta información es crítica para el entendimiento de los factores que determinan las propiedades de los alimentos, así como la habilidad para producir alimentos que sean consistentes seguros, nutritivos y deseables para el consumidor (Ureña, Arrigo, & Girón, 1999).

Existen un número considerable de técnicas analíticas para determinar una propiedad particular del alimento. De ahí que es necesario seleccionar las más apropiada para la aplicación específica. La técnica seleccionada dependerá de la propiedad que sea medida, del tipo de alimento a analizar y la razón de llevar a cabo el análisis.

Las determinaciones que se realizan más frecuentemente para conocer la composición de los alimentos incluyen la determinación de humedad, cenizas, extracto etéreo (grasa cruda), proteína total, fibra y carbohidratos asimilables, en un protocolo conocido como análisis proximal. Así mismo, dependiendo del objetivo del análisis, resultan las determinaciones relacionadas con la

caracterización de algún grupo de nutrientes en particular, tal es el caso del análisis de carbohidratos en el que se podría considerar la diferencia de los que presentan poder reductor, del contenido total. En el mismo sentido se podrían analizar las proteínas solubles o considerar la caracterización de los líquidos extraídos de un alimento (Ureña, Arrigo, & Girón, 1999).

En la alimentación humana existe la posibilidad de predecir el valor energético de los alimentos a través de ecuaciones. Una de las ecuaciones más conocidas es los “Factores Atwater”, la cual fue descrita por Atwater en 1902. Este método se basa en los valores de energía bruta de los alimentos, los cuales fueron obtenidos por Rubner en 1901, dando los siguientes resultados: 4.1 Kcal/gr para carbohidratos, 9.4 Kcal/gr para lípidos y 5.7 Kcal/gr para proteínas, de las cuales se debe restar a estas últimas 1.25 Kcal/gr debido a pérdidas renales de las proteínas digeribles. Posteriormente Atwater modificó estos valores resultando los factores: 4 Kcal/gr para proteínas, 9 Kcal/gr para lípidos y 4 Kcal/gr para carbohidratos. Además, considera diferentes valores de digestibilidad: 98% para carbohidratos, 96% para lípidos y 90% para proteínas, es decir, el método Atwater es útil solo para alimentos de alta digestibilidad (Ureña, Arrigo, & Girón, 1999).

3.5. Diseño de Planta Piloto

El diseño de una planta piloto está directamente asociado a la problemática de su posterior operación, por lo que, aunque no sería posible resumir todos los elementos que se deben considerar durante este período, resulta conveniente enumerar los más relevantes. Las bases generales para el diseño de las plantas piloto son las siguientes (Harmsen, 2013):

1. La planta piloto debe ser tan pequeña como sea posible, pues su tamaño debe estar determinado por su capacidad para brindar información apropiada para el diseño y/o, obtener cantidades de producto suficiente para su evaluación técnico – económica.
2. El diseño de la planta piloto exige:
 - La concepción preliminar del modelo industrial al cual se aspira.
 - El conocimiento y definición de los pasos del proceso que requieren investigación experimental
3. Evaluación preliminar de todos los factores asociados a su proyección, construcción y puesta en marcha

- Riesgos inherentes al proceso tecnológico
- Posibles problemas operacionales
- Efectos de las variables físicas sobre la escala
- Selección de los materiales de construcción apropiados
- Impurezas creadas durante el proceso
- Medidas para asegurar la estabilidad operacional
- Posibilidades para la adquisición de muestras sin necesidad de detener la operación del proceso
- Facilidades para la alimentación y manipulación del producto
- Aseguramiento de una rápida parada de la planta
- Requerimientos de seguridad industrial
- Residuos que serán creados durante el proceso
- Impacto sobre el medio ambiente

La observación de las normas de seguridad e higiene y la evaluación del posible efecto sobre el espacio ambiental de la planta piloto y/o, la futura planta industrial, alcanza tanta importancia como la propia tecnología y deben ser analizadas con especial cuidado (Harmsen, 2013).

- **Normas de Seguridad de la Planta Piloto**

Los problemas de seguridad e higiene industrial en las plantas piloto poseen un gran valor y el ingeniero jefe de dicha instalación es el máximo responsable de la seguridad de la misma. Como se conoce, la garantía de un trabajo seguro en una planta piloto radica en una adecuada transferencia de la información proveniente del laboratorio, pues, existen muchos problemas que se presentan y se deben evaluar para evitarlos como, por ejemplo (Anaya-Durand & Pedroza-Flores, 2008):

- La falta de información y/o su baja calidad, estos generalmente suelen presentar ensayos insuficientes o inadecuados por parte del laboratorio.
- No se informan los fallos u observaciones sobre efectos que en el laboratorio no tienen repercusión, pero que pueden resultar significativos a mayor escala.
- La falta de comunicación entre químicos y tecnólogos sobre las características del proceso o la falta de profundidad en la misma.
- No se proporciona información suficiente acerca de la toxicidad de reactivos, productos intermedios y productos finales, ni sus características explosivas o inflamables.

- Falta de información sobre la toxicidad de los residuos.

Los accidentes más catastróficos generalmente están asociados a la manipulación de sustancias inflamables o explosivas, por lo que se deben observar rigurosamente las normas establecidas para la manipulación de estos productos (Anaya-Durand & Pedroza-Flores, 2008).

- **Coste de Instalaciones Pilotos**

El coste de las plantas piloto es extremadamente variable y su magnitud depende no sólo de su capacidad, sino también, y en gran medida, del tipo de planta piloto, de su nivel de versatilidad en el caso de plantas polivalentes y del nivel de instrumentación demandado por la instalación (Rios & Agil, 1996).

En la siguiente tabla se muestran los valores que Rios & Agil (1996) determinaron los índices económicos evaluados en sus procesos, en comparación con los encontrados en distintas fuentes; dicha tabla sirve como ejemplo del tipo y grado de inversión que se requiere en este tipo de escalamiento.

Tabla 5. Indicadores del Costo de Equipamiento Tecnológico

Indicadores expresados en porcentaje del costo de equipamiento tecnológico

Indicador	Índices – obtenidos	Índices – literatura
Válvulas	-	36%
Tuberías	17%	9%
Sistema convencional	1%	-
Sistema antiexplosivo	10%	-
Subtotal	11%	15%
Instrumentación	11%	26%
Ingeniería	41%	45%
Sistema de seguridad e higiene	7%	-
Servicios auxiliares	20%	-

Fuente: Rios & Agil (1996).

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Materiales

4.1.1. Formulación de barras energéticas a escala laboratorio

Las principales materias primas (maní, cocoa, jarabe de maíz, ajonjolí), a emplear fueron obtenidas en los mercados locales. La realización de la fase experimental se llevó a cabo en el Laboratorio de Procesos de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Los equipos y materiales que se utilizaron para esta fase se detallan a continuación: (véase Tabla 6).

Tabla 6. Equipos y Materiales para Fase Experimental

Descripción	Cantidad	
Horno Convectivo	1	Unidad
Triturador	1	Unidad
Espátula	6	Unidad
Balanza	1	Unidad
Moldes	3	Unidad
Papel encerado	1	Rollo
Capsulas	3	Unidad
Beaker	3	Unidad
Batidora	1	Unidad
Bowl de vidrio	3	Unidad

4.1.2. Determinación del aporte nutricional y energético

La determinación del aporte nutricional y energético se llevó a cabo en el Laboratorio de Ambiente de la Universidad Nacional de Ingeniería (UNI). Para la ejecución de este análisis se utilizaron los equipos y materiales que se describen a continuación (véase Tabla 7):

Tabla 7. Equipos y Materiales para determinación de aporte nutricional

Descripción	Cantidad	
Mufla	1	Unidades
Papel filtro	6	Unidades
Espátula	3	Unidades
Balanza	1	Unidades
Desecador	1	Unidades
Estufa	1	Unidades
Capsulas	9	Unidades
Beaker	3	Unidades
Erlenmeyer	1	Unidades
Bureta	1	Unidades

4.2. Métodos

4.2.1. Formulación de barras energéticas a escala laboratorio

Para la elaboración de barras energéticas a nivel de laboratorio; se realizaron las siguientes etapas:

- 1. Obtención de las materias primas:** Al momento de comprar los ingredientes, se eligieron aquellos de buena calidad, sin gran cantidad de defectos, que presentaron buen estado fitosanitario y buenas características organolépticas
- 2. Pesado de ingredientes:** Al momento de comenzar la elaboración de las barras de cereal, se pesaron los ingredientes en las cantidades indicadas en las formulaciones seleccionadas esto se realizó en una balanza Satorius Modelo LE6202S.
- 3. Mezclado y amasado:** Aquí se incorpora la totalidad de los ingredientes, se mezclan bien entre sí hasta lograr una pasta. La pasta obtenida es amasada manualmente para lograr una mejor distribución de los ingredientes y mayor homogeneidad. Industrialmente, se utilizó una mezcladora – amasadora continua de tornillo sin fin.

- 4. Moldeado/Prensado:** La masa es colocada en una placa rectangular, previamente forrada en papel aluminio rociado con aceite de girasol para evitar que se pegue y facilitar el desmoldado. Se ejerce presión sobre la misma para que la masa quede compacta y evitar que se desgrane. Se controla el espesor de la lámina, de forma que resulte de aproximadamente 6mm de manera uniforme en toda su extensión.
- 5. Cortado en barritas:** La masa a temperatura ambiente es cortada en forma de barritas rectangulares con un cortante filoso de acero inoxidable, dándole 8cm de largo por 2 cm de ancho.
- 6. Desmoldado:** Una vez cortadas las barritas son desmoldadas manualmente, quitando el papel aluminio adherido a ellas. Se realizó un control visual para evitar que queden trozos de papel adheridos y, en caso de presentarse, se retira minuciosamente.
- 7. Secado:** Se llevó a un horno convectivo Modelo 825F marca Fisher Scientific Isotemp Oven, con el objetivo de dar una mejor estabilidad a la barra. Este proceso fue por un lapso de tiempo de 50 minutos y a una temperatura de 85°C. Posterior a esto se dejó enfriando por 30 minutos.
- 8. Etiquetado:** Se realizó la recepción de bolsas de polipropileno y etiquetas. Las barritas de cereal fueron colocadas dentro de bolsas de polipropileno, y éstas fueron termo - selladas para evitar el ingreso de humedad, polvo, plagas y sustancias extrañas. Se colocaron las etiquetas que contienen el rótulo nutricional; además, en esta etapa se controló el correcto cierre de la bolsa, prestando atención a que no exista ningún espacio expuesto a la entrada de aire.
- 9. Almacenado:** El producto empacado fue almacenado en estantes en un lugar fresco y seco, protegido de la luz.

4.2.2. Parámetros de diseño

Variables

Las variables a considerar para el diseño son:

- ✓ Formulación.
- ✓ Tiempo de secado.
- ✓ Temperatura de secado.

Como variables para el diseño, se consideró de suma importancia que estuviera enfocada en la etapa de secado ya que en esta están involucradas las variables tiempo y temperatura los cuales son variables claves que influyen directamente en la apariencia de las barras, tomando en cuenta que en la etapa de secado se ve reflejado los cambios que ocurren en las distintas formulaciones de la barra.

Niveles

Formulación: Peralta & González (2018), definieron una formulación para barras energéticas la cual consistía en 50% de maní, 30% cocoa y 20% sirope de maíz, a partir de esta información se varió la formulación y se tomó un valor por de bajo y un valor por encima del contenido de maní, y valores por debajo tanto para cocoa como para jarabe de maíz, se tomaron estas variaciones ya que se busco obtener una barra que fuese proteica, con menos viscosidad y que mantuviera predominante el sabor del fruto seco (maní). En la Tabla 8 se muestran las dos formulaciones propuestas para este análisis.

Tabla 8. Formulaciones propuestas para la elaboración de barras

Formulaciones	% maní	% ajonjolí	% jarabe de maíz	% cocoa
Tipo 1	45	20	15	20
Tipo 2	60	15	10	15

Tiempo de secado: Meza Quintanilla (2013), formuló barras alimenticias utilizando un tiempo de secado de 30 minutos, y temperaturas altas (100°C) con ello ocurrió que la forma de las barras se deshiciera, los azúcares se empezaron a caramelizar. Posterior a esto uso un tiempo de 90 minutos y una temperatura más baja (50°C) y obtuvo barras crujientes y que conservaban su forma luego de ser elaboradas.

Se consideró para este nivel tiempos intermedios (50 y 70 minutos) a los utilizado por el autor, ya que el maní y ajonjolí ya se había sometido a un proceso de secado y tostado respectivamente; por lo que no se consideró necesarios tiempos muy prolongados

Temperatura de secado: Meza Quintanilla (2013), empleó una temperatura de 100°C se obtuvo barras de apariencia oscura con textura dura y sabor amargo. Luego empleo una temperatura de 50°C estas barras presentaban una apariencia muy agradable en cuanto al color ya que este era amarillento, con una superficie brillante, y un sabor dulce.

En cuanto a este nivel se tuvo presente valores de 65 y 85 °C, con el fin de mantener un tono amarillento conservando la característica del jarabe de maíz ya que su temperatura de Caramelización es de 120 °C, la temperatura del jarabe de maíz al ir llegando entre los 90 y 100 °C tiende a tornarse a un tono más oscuro, por lo que esto afectaría la apariencia final de la barra.

Diseño Experimental para la etapa de secado

Agrupando las variables y niveles descritos anteriormente, se obtuvo un arreglo para presentar los experimentos a realizar en el diseño experimental (Ver Tabla 9).

Tabla 9. Arreglo Experimental

N. corridas	Formulación	Tiempo de Secado (min)	Temperatura de Secado (°C)
1	1	50	65
2	1	70	65
3	1	50	85
4	1	70	85
5	2	50	65
6	2	70	65
7	2	50	85
8	2	70	85
9	1	50	65
10	1	70	65
11	1	50	85
12	1	70	85
13	2	50	65
14	2	70	65
15	2	50	85
16	2	70	85
17	1	50	65
18	1	70	65
19	1	50	85
20	1	70	85
21	2	50	65
22	2	70	65
23	2	50	85
24	2	70	85

Variable Respuesta

- ✓ El objetivo de tener la variable **textura** como respuesta es que esta tenga una consistencia crujiente que depende de la temperatura y el tiempo de secado, es decir la barra sea más agradable a la hora de masticar teniendo estos dos factores en cuenta.
- ✓ La textura se puede medir con un Texturómetro con el objetivo de tener firmeza en la barra.

4.2.3. Determinación del Aporte Nutricional y Energético

Como el objeto del proceso de formulación y desarrollo de las barras energéticas, es la determinación del aporte nutricional y energético, el aporte nutricional se realizó mediante el análisis de componentes mayoritarios: proteínas, grasas, humedad, carbohidratos, cenizas y fibra cruda.

Cada uno de estos componentes se realizó con los métodos oficiales de la AOAC (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales) como se muestra a continuación:

- ✓ Determinación de humedad con el método A.O.A.C., 925.10
- ✓ Determinación de proteínas con el método A.O.A.C., 928.08
- ✓ Determinación de grasas con el método A.O.A.C., 15th edition, USA (1990)923.
- ✓ Determinación de cenizas con el método A.O.A.C., 923.03
- ✓ Determinación de la fibra cruda con el método A.O.A.C., 926.09
- ✓ Determinación de carbohidratos se hará por diferencia de acuerdo a los valores obtenidos de los otros análisis.

En el Anexo A se describen detalladamente los métodos descritos anteriormente.

Realizado el análisis para la determinación del contenido nutricional se prosiguió a calcular el contenido energético, este se realizó con los factores de conversión descritos por Atwater (1902), a como se muestra en la siguiente ecuación:

$$\text{gr de grasas} * 9 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} + \text{gr de proteina} * 4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} + \text{gr de carbohidratos} * 4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} \quad \text{Ec. 1}$$

4.2.4. Diseño del proceso

En el trabajo anterior realizado por Peralta & González (2018), en el que se optimizó las cantidades de materia prima, se encontró que con 90 gr se obtenían los mejores resultados a escala de laboratorio, por tal motivo en nuestro caso nuestras formulaciones fueron en base de 90 gr; de tal forma se decidió poner en marcha el diseño del proceso productivo como partida del procesamiento de 100 kg de materia prima.

El valor de 100 kg se decidió tomar en base a los equipos previstos a seleccionar y en el tiempo que se demora en procesar 90 gramos, teniendo en cuenta que este valor se realizara en una semana (5 días), equivalente a 40 horas. Esto se llevará a cabo en 4 lotes el cual cada lote será de 5 kg y un periodo de elaboración de 2 horas.

Las etapas del proceso de elaboración de barras energéticas constan de algunas etapas como son: Mezclado, Moldeado, Secado.

Balance de Materia en la Etapa de Mezclado

$$Entrada = salida + \text{acumulacion}$$

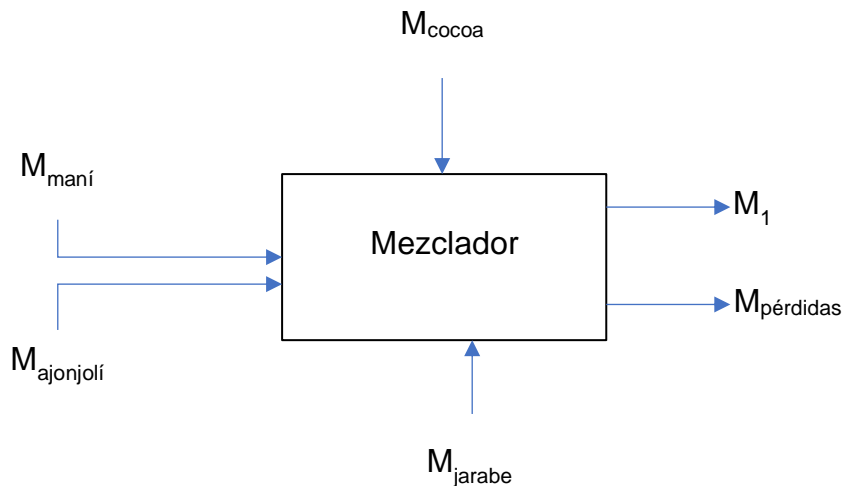
La acumulación no se considera ya que es a condiciones estacionarias

$$Entrada = salida$$

Balance de materia en el Mezclador

$$M_{maní} + M_{cocoa} + M_{ajonjolí} + M_{jarabe} = M_1 + M_{pérdidas} \quad \text{Ec.2}$$

Donde M_1 : Es la masa final que sale del mezclador



Balance de Materia Etapa de Secado:

La masa proveniente del mezclado denominada M_1 es sometida al proceso de secado en un horno convectivo, donde se evapora cierta cantidad de agua con ayuda del aire seco circulante.

$$GY_2 + M_1X_1 = GY_1 + M_1X_2 \quad \text{Ec.3}$$

Donde M_1 es la mezcla (masa de sólido seco), X_1 es humedad inicial del sólido seco y X_2 la humedad final del sólido seco, G es la masa de aire seco, Y_1 y Y_2 son las humedades inicial y final respectivamente del aire seco.

Balance de Energía etapa de Secado:

$$GH_{G2} + M_2H_{C1} = GH_{G1} + M_2H_{C2} + Q \quad \text{Ec.4}$$

Donde M_2 es la mezcla seca (masa de sólido seco), H_{C1} es la entalpía inicial del sólido y H_{C2} la entalpía final del sólido, G es la masa de aire seco, H_{G1} y H_{G2} son las entalpías inicial y final respectivamente del aire seco. Q es la cantidad de calor perdida en el secado, $Q = 0$ cuando el proceso es adiabático.

Las entalpías para la masa de la mezcla seca son calculadas a partir de la siguiente expresión:

$$H = Cp_{mezcla} * \Delta T \quad \text{Ec.5}$$

Y la entalpía del aire a determinada temperatura es obtenida a través de tablas o carta psicrométrica.

4.2.5. Selección y Estimación de Costos para el Proceso Productivo

La selección de los equipos para el diseño del proceso productivo fue en base al volumen de producción por lote y al tiempo en que se lleva al cabo de un batch. Así mismo se tuvo en cuenta para la selección, los equipos que se ajustan mejor a la materia prima en su composición.

Partiendo de esta selección se estimaron los costos necesarios para el montaje de la plana piloto, se consultó con proveedores tanto nacionales como internacionales; dentro de los proveedores que se consultaron se encuentra las empresas nacionales Economart e IMINSA, de la misma manera se consultó en la página web Alibaba.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Formulación de Barras Energéticas a Nivel de Laboratorio

Para la elaboración de barras energéticas a nivel de laboratorio; primeramente, se acondiciono el lugar de trabajo, y luego se realizaron las siguientes etapas del proceso en la Figura 13 se muestra el flujograma del proceso a escala laboratorio:

Pesado de la materia prima: Se pesaron las cantidades de materia prima, esto se realizó en base a 90 gr. El proceso de pesado se llevó un tiempo de 5 minutos.



Figura 7. Proceso de Pesado

Mezclado y Amasado: Pesada la materia prima se agregó en un recipiente donde se procedió a mezclar hasta lograr una masa. La masa obtenida es amasada manualmente para lograr una mejor distribución de los ingredientes y mayor homogeneidad; el proceso de mezclado y amasado conlleva un periodo de 10 minutos.



Figura 8. Proceso de Mezclado y Amasado

Moldeo y corte de las barras: Terminado el proceso de mezclado y amasado, la masa es colocada en un molde rectangular, previamente forrada en papel aluminio rociado con aceite de girasol para evitar que se pegue y facilitar el desmoldado. Se ejerce presión sobre la misma para que la masa quede compacta y evitar que se desgrane; este proceso se realizó en un lapso de tiempo de 5 minutos. Luego esta masa es cortada en forma de barritas rectangulares, esto conlleva un tiempo de 2 minutos.



Figura 9. Proceso de Moldeo y Corte de Barras

Desmoldeo de las barras: Una vez cortadas las barritas son desmoldadas manualmente, quitando el papel aluminio adherido a ellas. Se realiza un control visual para evitar que queden trozos de papel adheridos y, en caso de presentarse, se retira minuciosamente.



Figura 10. Proceso de Desmoldado de Barras

Secado en horno: Desmoldadas las barras se llevan a un horno, con el objetivo de dar una mejor estabilidad. Este proceso conlleva un tiempo de 50 minutos y a una temperatura de 85°C.



Figura 11. Proceso de Horneado de Barras

Enfriado: Una vez sacadas las barras del horno se dejan enfriando por 25 minutos.

Empacado: Luego las barras son empacadas en bolsas de polipropileno, y éstas son termo - selladas para evitar el ingreso de humedad, polvo, plagas y sustancias extrañas, el empacado se realizó en un tiempo de 10 minutos.



Figura 12. Proceso de Empacado

Almacenado: Por último, son almacenadas en un lugar fresco y seco, protegido de la luz.

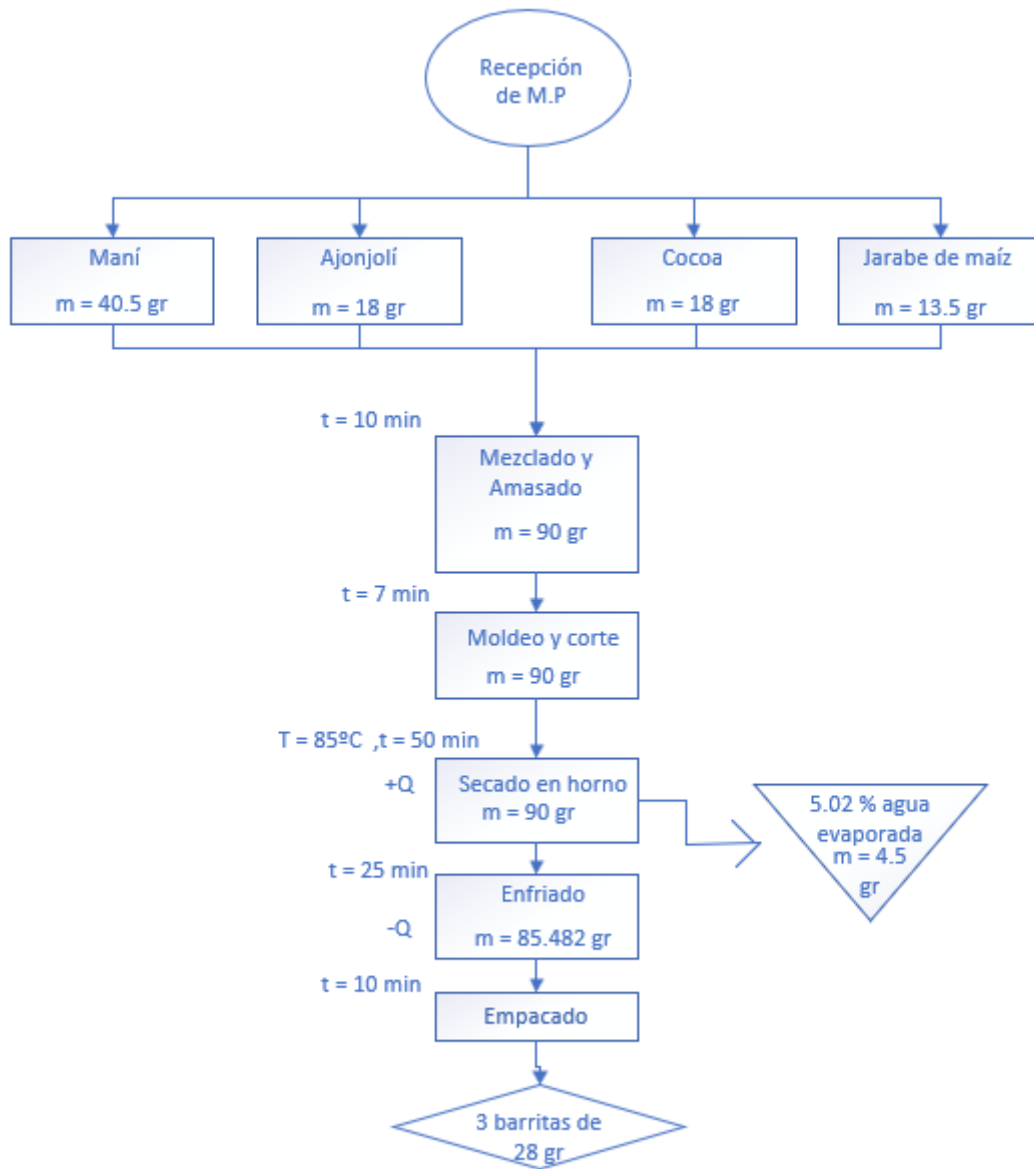


Figura 13. Flujograma de Proceso a Escala Laboratorio

5.2. Diseño de Experimentos para la etapa de secado

Para la elaboración de barras energéticas a escala laboratorio se realizó un diseño factorial, donde se tomaron tres factores A, B y C con dos niveles cada uno (nivel alto y nivel bajo).

FACTORES					
A: Formulación		B: Tiempo de Secado (min)		C: Temperatura de Secado (°C)	
Niveles					
1	2	50	70	65	85

Para la obtención del número total de experimentos se usó el programa STATGRAPHICS CENTURION XII, donde de acuerdo al número de factores (3) por su número de niveles (2) y el total de replicas (3), el programa proporcionó el número total de experimentos con sus combinaciones (véase tabla 9 – acápite 4.2.2).

Dicho de otra, se puede obtener el número total de experimentos con sus réplicas de la siguiente manera:

$$A * B * C$$

$$2 * 2 * 2 = 8 \text{ experimentos}$$

$$8 \text{ experimentos} * 3 \text{ replicas} = 24$$

Donde: A, B y C son los factores.

5.3. Aceptación de las Barras Energéticas

La aceptación de las barras alimenticias se estableció a través de una evaluación sensorial desarrollada en dos etapas, la primera etapa consistía en la selección de los experimentos a presentar, esto se hizo evaluando los 24 experimentos realizados para la elaboración de cada barras, se empleó un test analítico descriptivo de acuerdo a Hernandez (2005), en el que se evaluó el perfil textura, cada uno de los criterios que conformaban el test contenían una alternativa con una calificación ponderada, luego se sumaban cada una de estas y se aceptaban los dos experimentos que tuvieran los puntajes totales más altos de los 24 realizados.

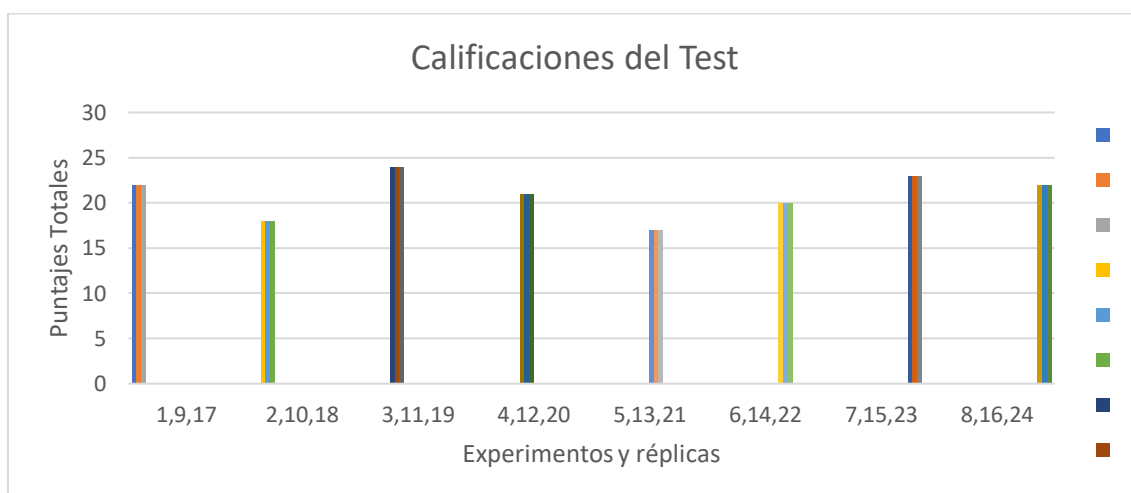


Figura 14. Calificaciones del Test

Los experimentos obtenidos por el test fueron: experimento 3 (45% maní, 20% ajonjolí, 20% cocoa, 15% jarabe de maíz) y experimento 7 (60% maní, 15% ajonjolí, 15% cocoa, 10% jarabe de maíz), ambas a temperatura de 85°C y 50 minutos de horneado. Se escogieron estos dos experimentos porque fueron los que presentaron un mejor perfil de textura en lo que correspondía a los criterios de dureza, Cohesividad, adhesividad, masticabilidad, aceitosidad y humedad (ver Figura 14).

Luego de determinar los experimentos con mayor puntaje se realizaron pruebas afectivas a ambos, sometiéndolos a prueba a un total de 45 panelistas tomados al azar los cuales sus edades oscilaban entre los 19 a 24 años. Los resultados obtenidos de las encuestas reflejaban que al 68.9% de los panelistas les gusto el experimento 3 y al 31.1% experimento 7 (ver Figura 15). De tal manera que se eligió el experimento 3 y en base a esta se realizó el diseño de proceso de producción de la planta piloto.

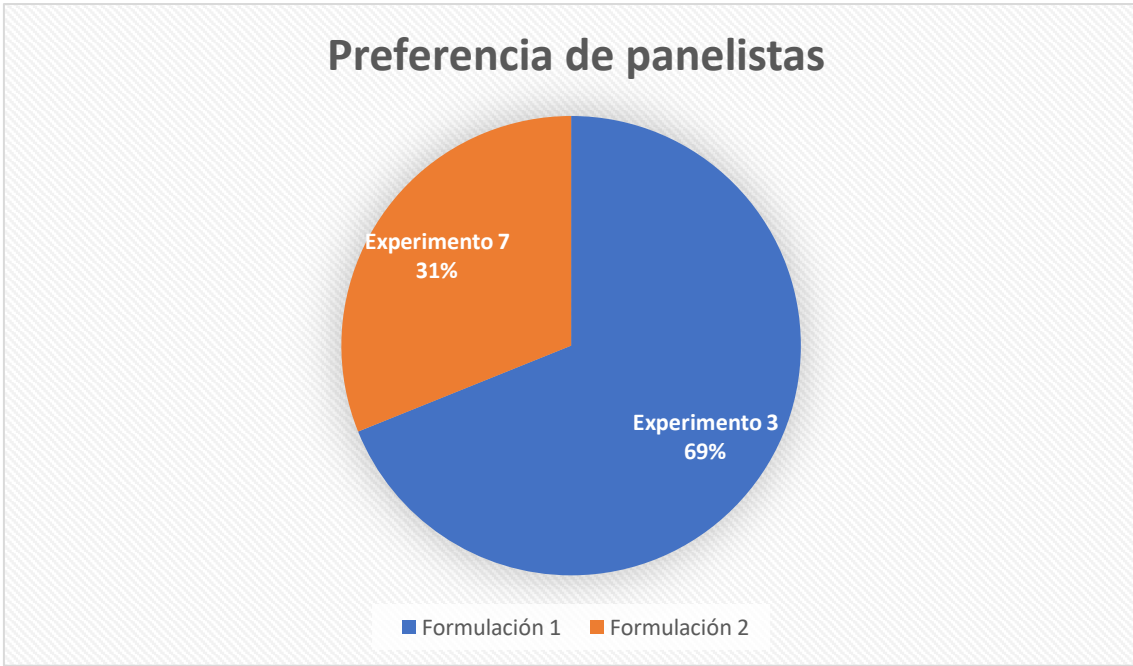


Figura 15. Aceptación de los Panelistas

5.4. Aporte Nutricional y Energético

Los resultados de composición determinados para la barra de mayor aceptación (experimento 3) se muestran en la Tabla 10:

Tabla 10. Contenido Nutricional en 28 gr

Determinación*	Muestra analizada (%)	Muestra analizada (gr)
Humedad	5.02	1.40
Cenizas	1.90	0.532
Proteínas	6.18	1.7304
Materia grasa	18.63	5.2164
Fibra	3.03	0.8484
Carbohidratos	65.24	18.2672

Tabla 11. Contenido Energético en 28 gr

Muestra	
Proteína (gr)	
Valores alcanzados (gr)	1.7304
Factor de conversión (kcal/gr)	4.00
Subtotal (kcal)	6.9216
Grasas (gr)	
Valores alcanzados (gr)	5.2164
Factor de conversión (kcal/gr)	9.00
Subtotal (kcal)	46.9476
Carbohidratos	
Valores alcanzados (gr)	18.2672
Factor de conversión (kcal/gr)	4.00
Subtotal (kcal)	73.0688
Total, Energía (kcal)	127

El contenido energético total de un alimento está dado como:

$$\text{gr de grasas} * 9 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} + \text{gr de proteina} * 4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} + \text{gr de carbohidratos} * 4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} \quad \text{Ec.6}$$

Aplicando la ec.6 tenemos que el contenido energético de la barra es:

$$5.2164 \text{ gr} * 9 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} + 1.7304 \text{ gr} * 4 \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} + 18.2672 * \frac{\text{kcal}}{\text{gr}} = 127 \text{ kcal}$$

Las barras energéticas comerciales disponibles en los supermercados marca TOSH en presentación de avena y miel; chocolate y maní, disponen un contenido nutricional a como se muestra en la Tabla 12:

Tabla 12. Comparación del Contenido Nutricional

	Avena & Miel (25 g)	Chocolate & maní (23 g)	Formulación 1 (28 g)
Kilocalorías	110	100	127

Fuente: (TOSH, 2019)

Se tomó esta referencia debido a que estas barras contienen un alto contenido energético similar entre ambas entre 100 y 110 kilocalorías, en comparación con nuestra formulación obtenida de 127 kilocalorías, lo que se puede apreciar que hay un mayor aporte de energía para aquellas personas que buscan ingerir mayor energía con una menor o igual porción.

5.5. Propuesta Técnica para el Diseño de la Planta Piloto

Para la propuesta técnica se tomó como base el procesamiento semanal de 100 kg de materia prima (maní, ajonjolí, cocoa, jarabe de maíz), procesando 20 kg diarios divididos en cuatro lotes, en cual cada lote constara con un lapso de dos horas. Es importante mencionar que estas materias primas ya vienen tratadas y procesadas, es decir están ya están secadas y tostadas lo que facilitara el proceso.

5.5.1. Selección de equipos para planta piloto

Una vez elaboradas las barras energéticas a nivel de laboratorio, los materiales y equipos utilizados fueron a pequeña escala y estos incluyen todos los que se detallaron apartado 4.1.1 – Tabla 6. La selección de equipos se hizo en base al volumen de producción por lote (5 kg), al tiempo en que este demore en realizar un ciclo de producción y a los costos que estos tengan. Se seleccionaron equipos para la etapa de mezclado, amasado, corte, etiquetado y secado.

Mezclador

A nivel de planta piloto se consideró que el proceso de mezclado de las sustancias sólidas y líquidas se llevaría a cabo en una Batidora de engranaje. La

selección de este equipo se basa en que el material con que está diseñado es de acero inoxidable lo que viene siendo esencial y de vital importancia para la elaboración de productos alimenticios, además su mezclador de paleta es robusto y resistente, lo que viene siendo ideal para la naturaleza de la materia prima, su caldero cuenta con fácil movilidad a la hora de ingresar y de extraer el producto.

Tabla 13. Especificaciones de la Batidora de engranaje

Modelo	BM – 30 HAT
Capacidad del caldero(kg)	9
Dimensiones del caldero (mm)	380 x 340
Temporizador electrónico (min)	0 – 30
Peso neto (kg)	105
Dimensiones del exterior (fondo, Ancho, Alto)	(764, 528, 1152) mm
Nivel de ruido a 1 m	<75 dB(A)
Ruido de fondo	32 dB(A)
Potencia	1 hp a 220 v



Figura 16. Batidora de engranaje

Horno de Convección

En esta operación se pondrá en contacto el producto con la temperatura, con el objetivo de dar una mejor estabilidad y eliminar el contenido de humedad presente.

Se selecciona un horno de Convección de bandeja con inyección de gas ya que estos hornos proporcionan una cocción más rápida y flexible lo que es esencial en nuestro proceso ya que no se requiere de tiempos de secado muy prolongados, además de ello los hornos de gas son mucho más económicos que los hornos eléctricos lo que es recomendable con volúmenes de producción por lote. Cabe recalcar que este tipo de horno cuenta con diez bandejas lo que es perfecto para nuestro volumen de producción ya que en cada bandeja se pueden distribuir 20 barritas aproximadamente (Figura 17):

Tabla 14. Especificaciones del Horno FTCG - 10

Modelo	FORNO
Marca	FTCG – 10
Dimensiones del exterior (largo, ancho, alto)	(1270, 930, 1840) mm
Peso sin embalaje	200 kg
Motor	1 CV
Cantidad de bandejas	10
Dimensión de la bandeja (largo, ancho)	(46 x 40) cm
Voltaje	110 v
Consumo de gas media	1.2 kg/h
Consumo medio de energía	1.7 Kw/h
Capacidad	900 - 1000 unidades por hora



Figura 17. Horno de Bandeja FTCE -10

Cortadora y amasadora

Para la etapa del corte y moldeo de las barras energéticas se requirió una máquina que desempeñara ambas funciones, con el objetivo de disminuir tanto el espacio ocupado como la optimización del tiempo de operación, por lo que se escogió una máquina de corte de turrón la cual se adaptaba a las exigencias y necesidades de nuestro proceso, tanto a corto como a largo plazo, ya que esta máquina tiene la capacidad de ajustarse a las dimensiones deseadas de la barras, además sus cuchillas son ideales para el tipo de materia prima que está relacionada a nuestro producto y es de fácil manejo.

Tabla 15. Especificaciones de la máquina de corte - amasado

Modelo	GELGOOG
Número de modelo	GG-LX760
Voltaje	220/380 V
Energía (W)	1.5 KW
Peso neto (kg)	150
Dimensiones (L*W*H)	(3200,600,1000) mm
Capacidad	5 – 15 kg
Función	Multifunción
Tipo	Automática



Figura 18. Máquina de Corte - Amasado

Empacadora

En esta etapa se seleccionó una maquina YB-250 automática Barra de Cereal ya que esta permite realizar ajustes en el tamaño del empaque gracias a su seguimiento fotoeléctrico, posee un alto rendimiento, sencillo funcionamiento y embalaje de alta velocidad, lo que es de suma importancia en la optimización de tiempo de operación.

Tabla 16. Especificaciones de la Empacadora YB - 250

Marca	Yanban
Modelo	YB – 250
Dimensiones del exterior (largo, ancho, alto)	(3800,950,1600) mm
Velocidad de embalaje	30 – 220 bolsas/min
Ancho de rollo de película	90 – 250 mm
Hacer el tamaño de la bolsa	L:65 - 160/90mm; W:30 - 110mm; H:5 - 50mm.
Potencia	2.7 kw
Voltaje	220 V
Controlador	Sistema PLC
Peso de la máquina	450 kg
Tensión de	1 fase 220 V 50 – 60 Hz



Figura 19. Empacadora YB - 250

Mesa de enfriamiento

Cumplida la etapa de secado, se requería de una mesa de enfriamiento para las barras, por lo que se prosiguió al diseño de esta mesa, la realización se hizo teniendo en cuenta las dimensiones de cada bandeja y la cantidad de las mismas. La mesa posee una dimensión de 2.5*2.2 m de largo y ancho respectivamente, su material es acero inoxidable.

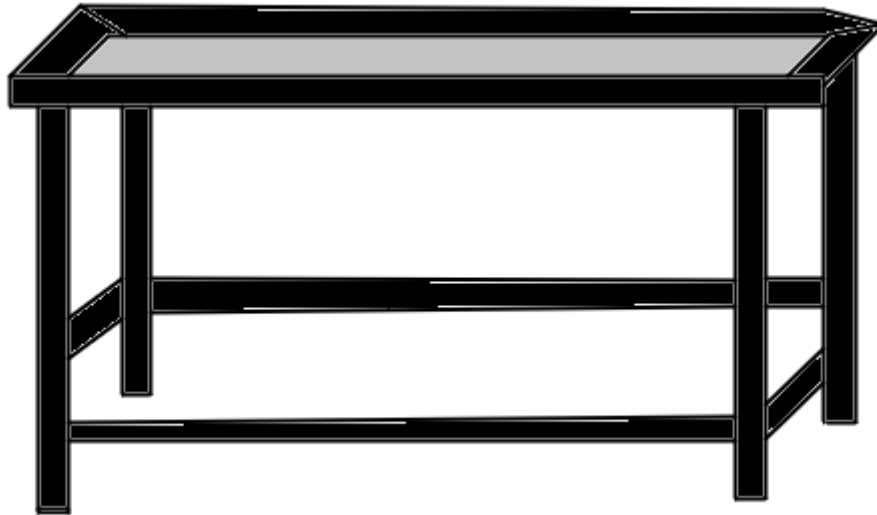


Figura 20. Mesa de Enfriamiento

5.5.2. Estimación de Costos para el Proceso Productivo

La estimación de los costos se realizó en base a los equipos seleccionados del proceso productivo, los costos fueron adquiridos a través de la empresa nacional Economart y el sitio web Alibaba. Los precios de adquisición de los equipos contienen precio CIF (Cost, insurance, freight), incluyen el costo, seguro y flete de la logística marítima (véase Tabla 17). Para mayor información de los precios de los equipos ver anexo E.

Tabla 17. Precio de los equipos para el proceso productivo

Equipo	Costo US\$	Proveedor	Origen
Mezclador	3,240.00	Economart	Nicaragua
Horno de Convección de bandeja	3,000.00	Economart	Nicaragua
Cortadora – amasadora	4,000	GELGOOG	China
Empacadora	4,800	SHYAYI	China
Mesa de enfriado	250	-	-
Báscula	700	DEZHOU QUNFENG	China
Monta carga	2,600	JIALIFT	China
Total	18,285.84		

5.6. Proceso Tecnológico para el Diseño de la Planta

A continuación, se describe todo el proceso tecnológico de la elaboración de barras energéticas a partir de maní, ajonjolí, cocoa y jarabe de maíz. Lo cual incluye desde la recepción de la materia prima hasta la obtención del producto final.

Obtención y pesaje de materia prima

La materia prima es obtenida de diferentes lugares; respecto al maní este se adquirirá de la empresa Cukra Industrial, el ajonjolí de la empresa Del Campo R.L., el jarabe de maíz y la cocoa vendrán de la distribuidora Del Caribe. Una vez que la materia prima llega a las instalaciones de la planta, están son pesadas en una Báscula, luego son llevadas al almacén con el uso de un monta carga.

Proceso Tecnológico

A continuación, se muestra el proceso tecnológico de elaboración de barras energéticas, con un volumen de producción de 5 kg.

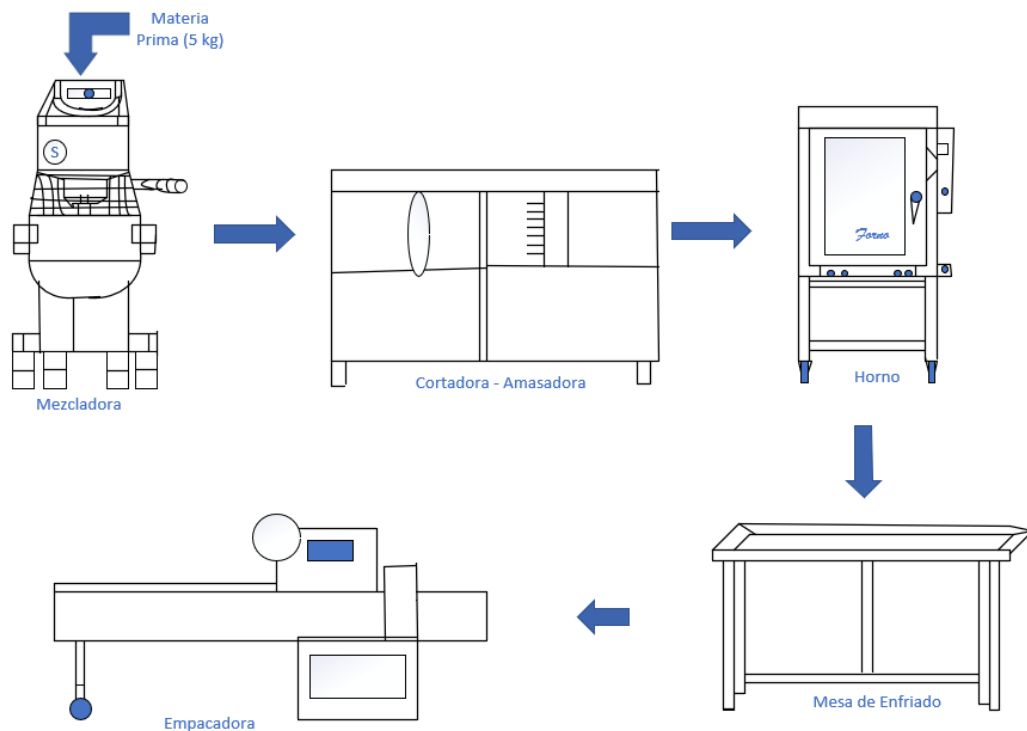


Figura 21. Proceso Tecnológico de Barras Energéticas

A como se muestra en la Figura 21 ; una vez pesada la materia prima se alimenta el mezclador, primeramente la parte sólida con el fin de que haya una mejor distribución entre ellos, luego se agrega la parte líquida en este (jarabe) para así dar una mejor fluidez a la mezcla, terminada esta operación se lleva manualmente en una bandeja a la máquina de moldeo y corte, donde su función es distribuir de manera uniforme la mezcla con el fin de garantizar tamaños iguales para todas las barras obtenidas y posteriormente realizar los cortes de las mismas.

Realizado el corte son transportadas en las bandejas dirigidas al horno previamente calentado a 40°C, se colocan las bandejas con las barras cortadas dentro del horno hasta alcanzar la temperatura deseada (85°C) y un tiempo de contacto de 50 minutos. Posteriormente son llevadas manualmente a una mesa de enfriado donde se colocan las diez bandejas en dos filas de cinco y se dejan enfriar por 25 minutos. Terminado el tiempo de enfriado son colocadas en una máquina de empacado automático y luego se procede con el embalaje para el almacenaje y finalmente su comercialización. Cabe destacar que esta descripción hace referencia a un lote de producción con tiempo aproximado de dos horas. En la Figura 22 se muestra el flujograma del proceso a escala piloto para un lote.

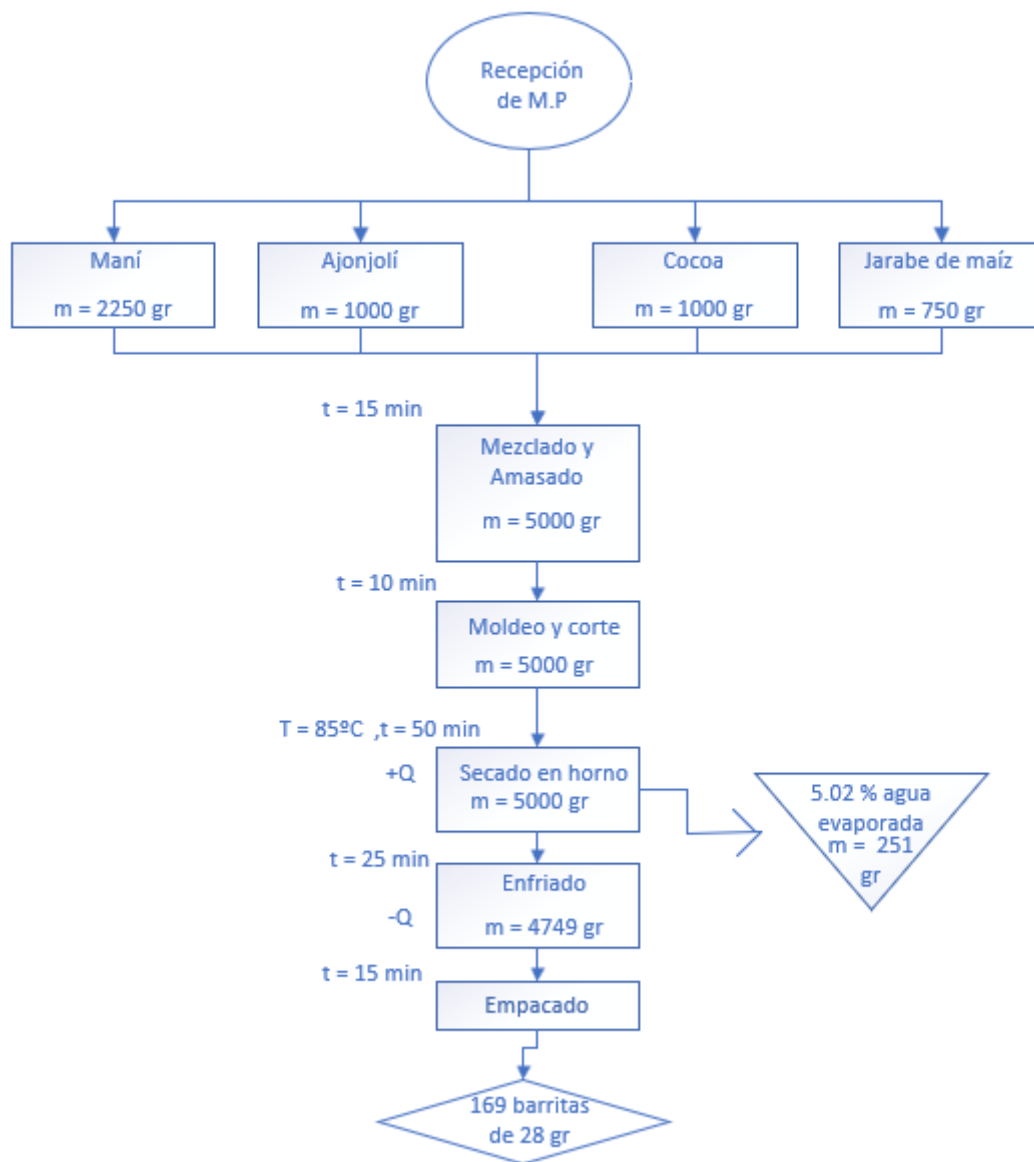


Figura 22. Flujograma de Proceso a Escala Piloto para un Lote

VI. CONCLUSIONES

- La formulación a escala laboratorio, se logró obtener con un alto contenido energético, la cual está enfocada para personas que deseen consumir un mayor porcentaje tanto nutricional como energético en una porción con menor cantidad, ofreciendo así una mejor alternativa de alimento saludable para diversificar la escasa oferta de productos en el mercado.
- Los parámetros establecidos se realizaron en base a la selección del análisis sensorial y un test analítico. Con la ejecución del test se obtuvo dos formulaciones, llevadas luego al análisis sensorial donde dichos análisis mostraron la aceptabilidad del producto, los resultados en la evaluación sensorial fue 68.9% de los panelistas para la formulación 3.
- El aporte nutricional de las barras energéticas de acuerdo a la A.O.A.C (Asociación de Químicos Analíticos Oficiales), en una porción de 28 gramos es de 6.18 % de proteínas, 18.63 % de grasas totales, 65.24 % de carbohidratos totales, 3.03 % de fibra y 127 kilocalorías de acuerdo a la formulación seleccionada. De tal forma la barra es de tipo proteica ya que si posee del 5 al 20% de proteína en su contenido se considera así.
- La selección de los equipos se realizó de acuerdo al volumen de producción por lote y el tiempo en que esta materia prima se demore en ser procesada según los datos obtenidos experimentalmente, seleccionando así los equipos del proceso. La estimación de los equipos se realizó tanto a empresas nacionales como extranjeras.

VII. RECOMENDACIONES

- Es recomendable la aplicación del proyecto por parte del sector productivo del país, pues cumple con las condiciones nutricionales, financieras y técnicas que el mercado exige.
- Se recomienda producir y comercializar el producto, en razón de que es una alternativa de alimentación nutricional de tipo suplementaria de calidad.
- Determinar la vida útil o de anaquel de las barras energéticas elaboradas.
- Realizar un estudio de gestión ambiental para el montaje de planta piloto y determinar el impacto que este puede llegar a ocasionar.

VIII. BIBLIOGRAFIA

- (s.f.). *Ajonjolí en Nicaragua*. Obtenido de <https://www.bcn.gob.ni/publicaciones/periodicidad/historico/sinopsis/5.pdf>
- Álava, G. (2012). *Determinación de las características agrónomicas de 15 cultivares de maní (Arachis hypogaea L.)*. Guayaquil, Ecuador.
- Anaya-Durand, A., & Pedroza-Flores, H. (2008). *Escalamiento, el arte de la ingeniería química: Plantas piloto. El paso entre el huevo y la gallina*. Revista Tecnol Ciencia.
- Aubourg, N. (2008). *Desarrollo de una barra de desayuno a base de sorgo (Sorghum Bicolor, Monench) y granola*. Zamorano, Honduras. Recuperado el 22 de Febrero de 2019, de <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/141/1/AGI-2008-T004.pdf>
- Cacahuete. Especificaciones del grano*. (s.f.). Obtenido de <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/cacahuete.pdf>
- Casanova Zamora, A., & García Mendoza, R. (2014). *Efecto de seis densidades de siembra de cultivo de maní (Arachis hypogaea L.) variedad Georgia 06-G con manejo agroecológico, en el Municipio de Telica*. León, Nicaragua.
- CENIDA. (2009). *Manual del ajonjoli*. León, Nicaragua.
- DIARIO, E. N. (2017). *Seis de cada diez nicas tienen sobre peso u obesidad*. Managua. Recuperado el 20 de Febrero de 2019, de <https://www.elnuevodiario.com.ni/nacionales/448472-seis-cada-diez-nica-tienen-sobrepeso-u-obesidad/>
- DIN. (s.f.). *Normas DIN (Deutsches Institut für Normung)*. Obtenido de <https://interinfojtdc.files.wordpress.com/2017/08/normativa-aplicada-en-dibujo-industrial-y-mecanico.pdf>
- Escobar, B., Estevez, A., & Ugarte, A. (2000). *Utilización de cotiledones de Algarabo (prosopis chilensis stuntz) en la elaboracion de barras de cereales*. Recuperado el 22 de Febrero de 2019, de http://www.scielo.org.ve/scielo.php?pid=S0004-0622200000020006&script=sci_arttext
- Fernández Solís, T., & Fariño Rosero, M. (2011). *Elaboracion de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra*. Ecuador.

- FUNIBER. (2017). *Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos*. Obtenido de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/AJONJOLI-5>
- FUNIBER. (2017). *Base de Datos Internacional de Composición de Alimentos*. Obtenido de <https://www.composicionnutricional.com/alimentos/MANI-TOSTADO-5>
- Gamboa, V. (2007). *Diseño de proceso para el desarrollo de barras energéticas como subproducto en la obtención de leche saborizada de soya*. Recuperado el 20 de Febrero de 2019
- Harmsen, J. (2013). *Industrial Process Scale-up. A practical guide from idea to commercial implementation*. (second ed.). Elsevier.
- Hernandez, E. (2005). *Evaluación Sensorial. Una metodología actual para tecnología de alimentos*. Recuperado el 13 de marzo de 2019, de <http://www.inocua.org/site/Archivos/libros/m%20evaluacion%20sensorial.pdf>
- Inarritu, M., & Vega, L. (2001). *Las barras de cereales como alimento funcional*. México: Revista mexicana.
- Jarabe de maíz. (s.f.). Obtenido de <https://www.cocinista.es/web/es/enciclopedia-cocinista/ingredientes-del-mundo/jarabe-de-maiz.html>
- Jaramillo Cardoso, L. (2013). *Evaluación de las características textuales y sensoriales de una barra de granola obtenida mediante moldeado en frío*. Quito. Recuperado el 12 de Febrero de 2019, de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/1934/1/104874.pdf>
- Kasangian, H. (2000). *Jarabe de maíz de alta fructosa y su relación con la obesidad y la industria alimenticia moderna*. Argentina.
- Licata, M. (2016). *Las barras energeticas, un tentempié práctico pra el deportista*. Recuperado el 4 de Febrero de 2019, de <http://www.zonadiet.com/comida/barrita-energetica.htm>
- Llandán, M., & Jazmani, I. (2013). *Barras nutricionales a base de amaranto*. Guayaquil, Ecuador. Recuperado el 22 de Febrero de 2019, de <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/6035>
- Medina, M. (2006). *Desarrollo de una barra nutricional a base de granola y frijol rojo (Phaseolus vulgaris)*. Honduras. Recuperado el 20 de Febrero de 2019, de http://zamo-oti-02.zamorano.edu/tesis_infolib/2006/T2271.pdf

- Meza Quintanilla, F. d. (2013). *Desarrollo de barras alimenticias utilizando soja obtenida del proceso de secado por contacto*. Managua.
- Morán Johnson, P. (2016). *Factores que inciden en el consumo de barras energéticas*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://repositorio.ucsug.edu.ec/bitstream/3317/6157/1/T-UCSG-POS-MGM-33.pdf>
- Muller, R. (1960). *Primera Barra energética*. Estados Unidos.
- Muñoz Equihua, E. (2016). *Escalamiento del proceso de obtención de fructooligosacáridos a partir de jugo de caña mediante síntesis enzimática con células permeabilizadas de candida apicola*. Jalisco, México. Obtenido de <https://ciatej.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1023/384/1/Eduardo%20Sharii%20Mu%C3%B1oz%20Equihua.pdf>
- Peralta, A., & González, L. (2018). *Elaboracion de Barras energeticas a base de maní, cocoa , sirope de maíz, aceite de girasol y granola*. Managua, Nicaragua.
- Prieto, M., & Hilda, C. (1994). *Elaboración de barras de cereales con cobertura de chocolate y su estabilidad en almacenamiento*. Santiago, Chile.: Universidad de Chile .
- Quiminet. (2012). *La cocoa en la industria alimenticia*. Recuperado el 5 de Febrero de 2019, de <https://www.quiminet.com/articulos/la-cocoa-en-la-industria-alimenticia-2787147.htm>
- Ríos, M. D., & Agil, L. A. (Noviembre de 1996). *Experimentación en plantas piloto*. Recuperado el 4 de Abril de 2019, de ResearchGate: https://www.researchgate.net/publication/286088301_Experimentacion_en_plantas_piloto
- Rios, M., & Agil, L. (1996). *Experimentación en plantas piloto*. Recuperado el 4 de Abril de 2019, de https://www.researchgate.net/publication/286088301_experimentacion_en_plantas_piloto.
- Ruíz, A. (2017). *Composición y tipos de barritas energéticas*. Recuperado el 1 de Febrero de 2019, de <https://www.webconsultas.com/ejercicio-y-deporte/nutricion-deportiva/composicion-y-tipos-de-barritas-energeticas-12145>
- Saltos, C. L. (2012). Recuperado el 1 de Febrero de 2019, de <http://www.dspace.espace.edu.ec>

TOSH. (3 de junio de 2019). *tosh.com*. Obtenido de <https://www.tosh.com.co/productos/barras/barras-de-cereal-con-chips-sabor-a-chocolate/>

Ureña, M., Arrigo, M., & Girón, O. (1999). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Lima: Agraria.

Vegaffinity. (2017). *Composición nutricional del jarabe de maíz*. Obtenido de <https://www.vegaffinity.com/alimento/sirope-o-jarabe-de-maiz-claro-beneficios-informacion-nutricional--f807>

Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elías, L. (1992). *Pruebas sensoriales: descripción y aplicaciones. En métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos*. (Vol. VII).

IX. ANEXOS

A. Procedimiento para Análisis Bromatológico

Determinación de Humedad (Método Indirecto: A.O.A.C, 925.10, 1990)

Pesar exactamente alrededor de 2 gr de muestra en pesa filtro con tapa, previamente calentado a $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$, enfriado a temperatura ambiente en desecador y pesado. Destapar la pesa filtro y secarlo con su contenido y la tapa 1 hora en estufa provista de abertura de ventilación al $130 \pm 3^{\circ}\text{C}$ (el periodo de secado de 1 hora comienza cuando la temperatura de la estufa es realmente 130°C). Cubrir e pesa filtro dentro de la estufa, pasar a desecador, destapar allí y pesar tapado en cuanto llegue a temperatura ambiente.

Informar la pérdida de peso como % de humedad.

Nota: es importante que se respete el tiempo de 1 hora y que durante el mismo NO SE ABRA LA ESTUFA.

Determinación de cenizas (Método Directo A.O.A.C., 923-03,1990)

Pesar exactamente de 3 a 5 gr de muestra bien mezclada en una capsula de 6 cm de diámetro, previamente calcinada hasta peso constante en mufla a 550°C . Incinerar sobre tela de amianto hasta carbonización y luego en mufla a 550°C . Enfriar en desecador y pesar tan pronto alcance la temperatura ambiente. Repetir la operación hasta llegar a peso constante.

Si el resultado se expresa en % de sustancia seca.

Nota 1: si las cenizas quedan con trazas de carbón, humedecerlas con 3 – 4 gotas de agua, romper las partículas de carbón con una varilla de punta chata, sobre la metálica, antes de calcinar.

Nota 2: Esta determinación debe realizarse por duplicado. Para informar considerar ambos duplicados y evaluar la reproductividad (el error relativo debe ser menor del 3%)

Determinación de proteínas totales (Método de Kjeldahl – Arnold – Gunning, A.O.A.C., 928.08)

Reactivos

K_2SO_4 ò $NaSO_4$

$CuSO_4$ (puede usarse $CuSO_4 \cdot 5H_2O$)

H_2SO_4 concentrado

Solución H_2SO_4 0.1N valorado

Solución concentrada de NaOH (40 o 45%)

Solución NaOH 0.1 N valorada

Solución de rojo de metilo en etanol (0.5% p/v)

Etapa de digestión

Pesar 0.5-0.75 gr de muestra (de acuerdo al contenido estimado de nitrógeno) en un trozo de papel satinado, envolver y dejarla caer en un tubo de digestión de Kjeldahl.

Agregar 6 gr de $NaSO_4$, 0.3 gr de $CuSO_4$ (aproximadamente 0.8 gr $CuSO_4 \cdot 5H_2O$) y 12 ml de H_2SO_4 concentrado. Consulte con un docente y siga las instrucciones del equipo para digerir la muestra, utilizando las siguientes condiciones:

1º paso 125°C-30 minutos

2º paso 270°C-30 minutos

3º paso 400°C-120 minutos.

Etapa de destilación

Dejar enfriar el tubo de digestión a temperatura ambiente y agregar aproximadamente 20 ml de agua (¡cuidado con la violencia de la reacción!). Colocar exactamente 50 ml de H_2SO_4 0.1 N valorado en un Erlenmeyer de 500 ml y agregar 4 ò 5 gotas de rojo de metilo.

Realizar la destilación de acuerdo con las instrucciones del equipo.

El destilado se titula con solución de NaOH 0.1 N valorado.

Factores para la conversión de N a proteína

Carne: 6.2 (es el más empleado si se desconoce la procedencia de la proteína)

Leche: 6.38

Gelatina: 5.55

Trigo y vegetales en general: 5.7

Arroz: 5.85

Huevos: 6.68

Determinación de Grasas Crudas (Official Methods of Analysis A.O.A.C. 15th Edition U.S.A. (1990)).

Reactivos:

Éter etílico P.E 40-60°C

Éter de petróleo P.E 40-60°C

Preparación de la muestra:

En muestras con mucha humedad homogenizar y secar a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ en estufa de aire considerando el tipo de muestra.

Moler y pasar por tamiz de malla 1 mm

Pesar en duplicado 2 a 5 gr de muestra preparada en el dedal de extracción o papel filtro previamente pesado y tapado con algodón desgrasado. Registrar m

Secar el matraz de extracción por 30 minutos a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$.

Pesar el matraz de extracción. Registrar m_1

Poner el matraz de extracción en el sistema Soxhlet el dedal en el tubo de extracción y adicionar el solvente matraz.

Extraer la muestra con el solvente por 6 a 8 horas a una velocidad de condensación de 3-6 gotas/seg.

Una vez terminada la extracción eliminar el solvente por evaporación en rotavapor o baño María bajo campana, hasta que no se detecte olor a éter.

Secar el matraz con la grasa en estufa a $103\pm 2^{\circ}\text{C}$ por 10 minutos, enfriar en desecados y pesar. Registrar m_2

Cálculos

$$\% \text{ grasa cruda} = \frac{m_2 - m_1}{m} * 100 \quad \text{Ec.7}$$

Donde:

m: peso de la muestra

m₁: tara del matraz

m₂: peso del matraz con grasa

$$\% \text{ grasa cruda en base seca} = \% \text{ grasa cruda} * \frac{100}{100 - \% \text{ humedad}} \quad \text{Ec.8}$$

El resultado se informa en % de materia de grasa en base seca o húmeda.

Promediar los valores obtenidos y expresar el resultado con 2 decimales.

Repetibilidad: la diferencia de los 2 resultados no debe ser superior al 2% del promedio.

Determinación de Fibra Cruda (A.O.A.C. 926.09)

Para determinar la cantidad cruda, primero se debe efectuar una extracción con éter (igual a la descrita en grasa cruda). Luego se calienta la muestra hasta ebullición por 30 minutos, en 200 ml de una solución de ácido sulfúrico (0.13M). se filtra y se lava con agua hirviendo. Se vuelve a calentar hasta ebullición y se lava con 200 ml de NaOH 0.13M libre de carbonatos. Se filtra y se lava con agua hirviendo. El filtrado resultante se seca en estufa por 1 hora a 100 °C, se pesa, se calcina, se deja enfriar en desecador y se pesa.

El peso de la fibra cruda es la diferencia de peso entre el filtrado seco y el calcinado.

$$\%FC = \frac{\text{peso de fibra cruda}}{\text{peso muestra}} * 100 \quad \text{Ec.9}$$

Análisis Proximales



Figura A.1. Equipo para Determinación de Ceniza



Figura A.2. Equipo para Determinación de Humedad



Figura A.3. Dsecador



Figura A.4. Equipo para Determinación de Proteínas



Figura A.5. Equipo para Determinación de Grasa

Cálculos de las Determinaciones Proximales de Barra Energética:

Tabla A.1. Datos experimentales en determinación de humedad de la barra

Ítem	Capsula	Masa	Capsula + masa	Después del calentamiento	Muestra después de calentar	% humedad
1	27.2208	2.6933	29.9141	29.7839	2.5631	4.83
2	29.3509	2.4665	31.8174	31.8174	2.3441	4.96
3	26.1655	2.6944	28.8599	28.8599	2.5522	5.28
% humedad						5.02

Tabla A.2. Datos experimentales en determinación de ceniza de la barra

Ítem	Capsula	Masa	Capsula + masa	Después del calentamiento	% Ceniza
1	28.2414	5.4715	33.7129	28.3457	1.91
2	26.1808	5.4477	31.6285	26.2842	1.90
3	29.4558	5.3051	34.7609	29.5559	1.89
% Ceniza					1.90

Tabla A.3. Dato experimental en determinación de proteína de la barra

Ítem	Masa	Volumen gastado de HCl (ml)	-% Proteína
1	3.901	16.89	6.18

Tabla A.4. Dato experimental en determinación de grasa de la barra

Ítem	Capsula	Masa	Capsula + masa	Después del calentamiento	% Grasa
1	48.4921	6.4334	54.9255	49.6904	18.63

Tabla A.5. Dato experimental en determinación de fibra de la barra

Ítem	Masa	Peso de fibra cruda	% Fibra
1	48.4921	1.4681	3.03

Determinación de Carbohidratos

Se calcula como la cantidad necesaria para completar el 100%:

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - \% \text{proteína} - \% \text{Fibra Cruda} - \% \text{Ceniza} - \% \text{Humedad} - \% \text{grasa Cruda}$$

Ec.10

$$\% \text{ Carbohidratos} = 100 - 6.18 - 3.03 - 1.90 - 5.02 - 18.63 = \mathbf{65.24}$$

B. Aceptación y Preferencias de las Barras Alimenticias

TEST DE EVALUACIÓN DEL PERFIL TEXTURA

	Fecha									
	N° de corrida									
I. FASE INICIAL: Percibida a la primera mordida.										
Dureza										
Dura										
Ligeramente dura										
Firme (ni dura, ni blanda)										
Ligeramente blanda										
Blanda										
Cohesividad: Grado de integración de las barras										
Las barras son fácilmente separables, conservan su forma y son firmes										
Las barras son fácilmente separables, conservan su forma y son duras.										
Las barra se separan difícilmente, sólo algunas conservan su forma.										
Las barras no se separan, han perdido su forma.										
Adhesividad										
Las barras presentan adhesividad normal, consistencia normal.										
No existe adhesividad, las barras son duras al tacto y a los dientes.										
Las barras se adhieren fácilmente a los dientes al masticar, o a los dedos al palpar.										
Las barras presentan marcada adhesividad, demasiado blandas.										
II. Fase Masticadora: Percepción durante la masticación.										
Masticabilidad										
Las barras no presentan dificultad al masticarlas.										
Las barras se ligeramente disgregables.										
Las barras se disgregan poco.										
Las barras no se lograron masticar.										
III. FASE RESIDUAL: Sensación que permanece una vez degustado el alimento.										
Humedad										
Seca.										
Normal (ni seco, ni húmedo).										
Húmeda.										
Demasiado húmeda.										
Grado de Aceitosidad										
No percibe aceitosidad.										
Poco aceitosa.										
Muy aceitosa.										

Figura B.1. Ficha de Test Analítico Descriptivo para Evaluación del Perfil de Textura

Tabla B.1. Calificaciones Asignadas para Evaluación del Perfil de Textura

Fase inicial

Dureza		Cohesividad		Adhesividad	
Alternativa	Puntaje	Alternativa	Puntaje	Alternativa	Puntaje
Firme (ni blanda, ni dura)	5	Fácilmente separables, conservan su forma y son firmes.	5	No existe adhesividad, son duras al tacto y a los dientes.	4
Ligeramente dura	4	Fácilmente separables, conservan su forma y son duras	4	Presentan adhesividad normal, consistencia normal.	3
Dura	3	Se separan difícilmente, sólo algunas conservan su forma.	3	Se adhieren a los dientes al masticar o a los dedos al palpar.	2
Ligeramente blanda	2	No se separan, han perdido su forma.	2	Presentan marcada adhesividad, demasiado blandas.	1
Blanda	1				

Fase masticadora y residual

Masticabilidad		Humedad		Grado de aceitosidad	
Alternativa	Puntaje	Alternativa	Puntaje	Alternativa	Puntaje
No presentan dificultad al masticar.	4	Seca	4	No percibe aceitosidad.	3
Son ligeramente disgregables.	3	Normal (ni seco, ni húmedo).	3	Poco aceitosidad.	2
Se disgregan poco.	2	Húmeda.	2	Muy aceitosa.	1
No se lograron masticar.	1	Demasiado húmeda.	1		

TEST DE EVALUACIÓN DEL PERFIL SABOR

Fecha										
N° de corrida										
I. SABOR: DULCE										
Demasiado dulce										
Dulce										
Algo dulce										
Nada dulce										
II. SABOR: SALADO										
Demasiado salado										
Salado										
Algo salado										
Nada salado										
III. SABOR: ACIDO										
Demasiado ácido										
Ácido										
Algo ácido										
Nada ácido										
IV. SABOR: AMARGO										
Demasiado amargo										
Amargo										
Algo amargo										
Nada amargo										

Figura B.2. Ficha de Test Analítico Descriptivo para Evaluación del Perfil de Sabor

Tabla B.2. Calificaciones Asignadas para Evaluación del Perfil Sabor

Sabores Básicos

Dulce		Salado	
Alternativa	Puntaje	Alternativa	Puntaje
Dulce	4	Salado	2
Algo dulce	3	Algo salado	3
Demasiado dulce	2	Demasiado salado	1
Nada dulce	1	Nada salado	4
Ácido		Amargo	
Alternativa	Puntaje	Alternativa	Puntaje
Ácido	2	Amargo	2
Algo ácido	3	Algo amargo	3
Demasiado ácido	1	Demasiado amargo	1
Nada ácido	4	Nada amargo	4

Tabla B.3. Resultados de Evaluación del Perfil de Textura

		Perfil de Textura							
N. de Corridas		1	2	3	4	5	6	7	8
Formulación		Tipo 1 (50 min – 65°C)	Tipo 1 (70 min – 65°C)	Tipo 1 (50 min – 85°C)	Tipo 1 (70 min – 85°C)	Tipo 2 (50 min – 65°C)	Tipo 2 (70 min – 65°C)	Tipo 2 (50 min – 85°C)	Tipo 2 (70 min – 85°C)
Criterio									
Dureza		5	4	5	4	3	4	5	5
Cohesividad		5	3	5	5	4	4	5	4
Adhesividad		2	3	4	3	2	3	4	3
Masticabilidad		4	2	4	3	3	4	3	4
Humedad		3	3	3	3	2	2	3	3
Aceitosidad		3	3	3	3	3	3	3	3
Total		22	18	24	21	17	20	23	22
		Perfil de Textura							
N. de Corridas		9	10	11	12	13	14	15	16

Formulación	Tipo 1 (50 min – 65°C)	Tipo 1 (70 min – 65°C)	Tipo 1 (50 min – 85°C)	Tipo 1 (70 min – 85°C)	Tipo 2 (50 min – 65°C)	Tipo 2 (70 min – 65°C)	Tipo 2 (50 min – 85°C)	Tipo 2 (70 min – 85°C)
Criterio								
Dureza	5	4	5	4	3	4	5	5
Cohesividad	5	3	5	5	4	4	5	4
Adhesividad	2	3	4	3	2	3	4	3
Masticabilidad	4	2	4	3	3	4	3	4
Humedad	3	3	3	3	2	2	3	3
Aceitosidad	3	3	3	3	3	3	3	3
Total	22	18	24	21	17	20	23	22

Perfil de Textura

N. de Corridas	17	18	19	20	21	22	23	24
Formulación	Tipo 1 (50 min – 65°C)	Tipo 1 (70 min – 65°C)	Tipo 1 (50 min – 85°C)	Tipo 1 (70 min – 85°C)	Tipo 2 (50 min – 65°C)	Tipo 2 (70 min – 65°C)	Tipo 2 (50 min – 85°C)	Tipo 2 (70 min – 85°C)

Criterio

Dureza	5	4	5	4	3	4	5	5
Cohesividad	5	3	5	5	4	4	5	4
Adhesividad	2	3	4	3	2	3	4	3
Masticabilidad	4	2	4	3	3	4	3	4
Humedad	3	3	3	3	2	2	3	3
Aceitosidad	3	3	3	3	3	3	3	3
Total	22	18	24	21	17	20	23	22

Tabla B.4. Resultados de Evaluación del Perfil Sabor

		Perfil Sabor							
N. de Corridas		1	2	3	4	5	6	7	8
Formulación		Tipo 1 (50 min – 65°C)	Tipo 1 (70 min – 65°C)	Tipo 1 (50 min – 85°C)	Tipo 1 (70 min – 85°C)	Tipo 2 (50 min – 65°C)	Tipo 2 (70 min – 65°C)	Tipo 2 (50 min – 85°C)	Tipo 2 (70 min – 85°C)
Criterio									
Dulce		3	4	4	3	1	3	4	1
Salado		4	4	4	4	4	4	4	4
Ácido		4	4	4	4	4	4	4	4
Amargo		4	4	4	4	4	4	4	4
Total		15	16	16	15	13	15	16	13
		Perfil Sabor							
N. de Corridas		9	10	11	12	13	14	15	16
Formulación		Tipo 1 (50 min – 65°C)	Tipo 1 (70 min – 65°C)	Tipo 1 (50 min – 85°C)	Tipo 1 (70 min – 85°C)	Tipo 2 (50 min – 65°C)	Tipo 2 (70 min – 65°C)	Tipo 2 (50 min – 85°C)	Tipo 2 (70 min – 85°C)

Criterio

Dulce	3	4	4	3	1	3	4	1
Salado	4	4	4	4	4	4	4	4
Ácido	4	4	4	4	4	4	4	4
Amargo	4	4	4	4	4	4	4	4
Total	15	16	16	15	13	15	16	13

Perfil Sabor

N. de Corridas	17	18	19	20	21	22	23	24
Formulación	Tipo 1 (50 min – 65°C)	Tipo 1 (70 min – 65°C)	Tipo 1 (50 min – 85°C)	Tipo 1 (70 min – 85°C)	Tipo 2 (50 min – 65°C)	Tipo 2 (70 min – 65°C)	Tipo 2 (50 min – 85°C)	Tipo 2 (70 min – 85°C)

Criterio

Dulce	3	4	4	3	1	3	4	1
Salado	4	4	4	4	4	4	4	4
Ácido	4	4	4	4	4	4	4	4
Amargo	4	4	4	4	4	4	4	4

Evaluación de Textura

Se aplicó el test señalado por Hernandez (2005), para determinar cuáles de las pruebas experimentales presentan una mejor textura esto de acuerdo a los puntajes establecidos tanto para los criterios de dureza, Cohesividad, adhesividad, masticabilidad, humedad y aceitosidad. Los puntajes establecidos para cada criterio se aprecian en el Anexo B – Tabla B.1.

- I. **FASE INICIAL:** Percibida a la primera mordida.

Dureza

- a. Dura
- b. Ligeramente dura
- c. Firme (ni blanda, ni dura)
- d. Ligeramente blanda
- e. Blanda

Cohesividad: grado de integración de las barras

- a. Las barras son fácilmente separables, conservan su forma y son firmes.
- b. Las barras son fácilmente separables, conservan su forma y son duras.
- c. Las barras se separan difícilmente, sólo algunas conservan su forma.
- d. Las barras no se separan, han perdido su forma.

Adhesividad:

- a. Las barras presentan adhesividad normal, consistencia normal.
- b. No existe adhesividad, las barras son duras al tacto y a los dientes.
- c. Las barras se adhieren fácilmente a los dientes al masticar, o a los dedos al palpar (se pegan).
- d. Las barras presentan marcada adhesividad, demasiado blandas.

- II. **FASE MASTICADORA:** Percepciones durante la masticación.

Masticabilidad

- a. Las barras no presentan dificultad al masticarlas.
- b. Las barras son ligeramente disgregables.
- c. Las barras se disgregan poco.

Adhesividad: Medida por acción del alimento sobre la cavidad bucal (lengua, paladar, dientes).

- a. Las barras presentan adhesividad normal, el alimento tiene consistencia normal.
- b. No existe adhesividad, las barras son duras al tacto y a los dientes.
- c. Las barras se adhieren fácilmente a los dientes al masticar o a los dedos al palpar.
- d. Las barras presentan marcada adhesividad, demasiado blandas.

III. **FASE RESIDUAL:** Sensación que permanece una vez degustado el alimento.

Humedad

- a. Seca
- b. Normal (ni seco, ni húmedo)
- c. Húmeda
- d. Demasiado húmeda

Grado de aceitosidad

- a. No percibe aceitosidad
- b. Poco aceitosa
- c. Muy aceitosa

Tabla 18. Matriz de Decisión para Textura

Fase	Parámetro	Aceptado	Rechazado
FASE INICIAL	Dureza	a), b), c)	d), e)
	Cohesividad	a), b)	c), d)
	Adhesividad	a), b)	c), d)
FASE MASTICADORA	Masticabilidad	a), b)	c)
	Adhesividad	a), b)	c), d)
FASE RESIDUAL	Humedad	a), b)	c), d)
	Grado de aceitosidad	a)	b), c)

Evaluación de Sabor

Para determinar la aceptación del sabor de las pruebas experimentales se evaluará conforme a los cuatro sabores básicos y de acuerdo a los resultados obtenidos luego se tomará como referencia la matriz de decisión

Parámetro	Descripción			
1. Dulce	a) No dulce	b) Algo dulce	c) Dulce	d) Muy dulce
2. Salado	a) No salado	b) Algo salado	c) Salado	d) Muy salado
3. Amargo	a) No amargo	b) Algo amargo	c) Amargo	d) Muy amargo
4. Ácido	a) No ácido	b) Algo ácido	c) Ácido	d) Muy ácido

Tabla 19 Matriz de Decisión para el Sabor

Parámetro	Aceptado	Rechazado
1	b), c)	a), d)
2	a)	b), c), d)
3	a)	b), c), d)
4	a)	b), c), d)

Definición de Unidad Experimental

Nuestra unidad experimental estará definida por un lote tomando como base de cálculo 90 gr de materia prima a la cual se le aplicarán cada una de las operaciones descritas en flujograma de proceso y aplicación de las formulaciones correspondientes para cada uno de las corridas experimentales.

PRUEBAS DE ACEPTACIÓN DE BARRAS ALIMENTICIAS

Fecha: _____

Indicaciones:

1. Enjuague su boca con agua antes de iniciar la degustación.
2. Por favor pruebe las dos muestras, empezando en el orden presentado de izquierda a derecha.
3. Usted puede tomar agua o comer las galletas para limpiar el paladar mientras prueba las muestras.

I. **Evalué de acuerdo a los siguientes criterios. Utilice la siguiente puntuación:**

1= Me disgusta mucho. 3= Ni me gusta ni me disgusta.

2= No me gusta. 4= Me gusta 5= Me gusta mucho.

*Si tiene algún comentario sobre las muestras degustadas escríbalo en el espacio correspondiente a comentarios.

<u>Criterios a evaluar</u>	<u>experimento 3</u>	<u>experimento 7</u>
Apariencia	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Olor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Textura	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Sabor	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Aceptación General	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

II. **Ordene las muestras que degustó según los siguientes criterios.**

Me ha gustado más la muestra

En segundo lugar

*COMENTARIOS:

Muchas gracias por su valiosa colaboración en este análisis.

C. Evaluación Sensorial

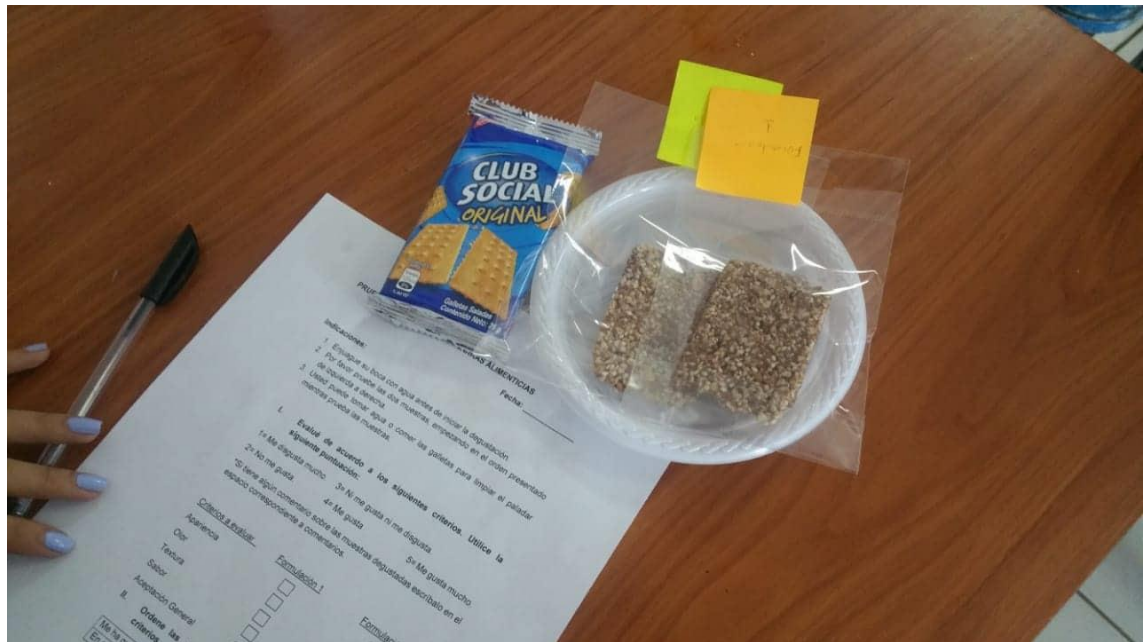


Figura C.1. Preparación de Muestras para Panelistas



Figura C.2. Evaluación Sensorial con los Panelistas

D. Balance de masa y energía

➤ A nivel laboratorio

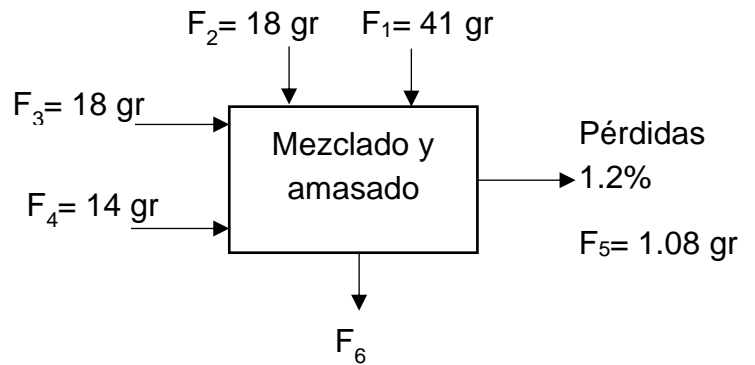
Base de cálculo = 90 gr

Maní= 45% = 41 gr

Ajonjolí= 20% = 18 gr

Cocoa= 20% = 18 gr

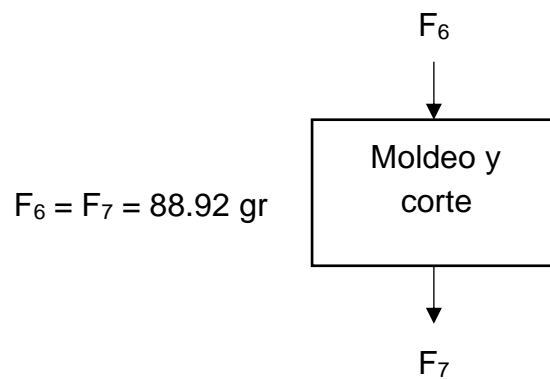
Jarabe de maíz= 15% =
14 gr



$$F_1 + F_2 + F_3 + F_4 = F_5 + F_6$$

$$41 + 18 + 18 + 14 \text{ gr} = 1.08 \text{ gr} + F_6$$

$$F_6 = 88.92 \text{ gr}$$



Asumiendo:

$C_p = 0.454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$ (cereales)

$C_p = 0.78 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$ (Jarabe)

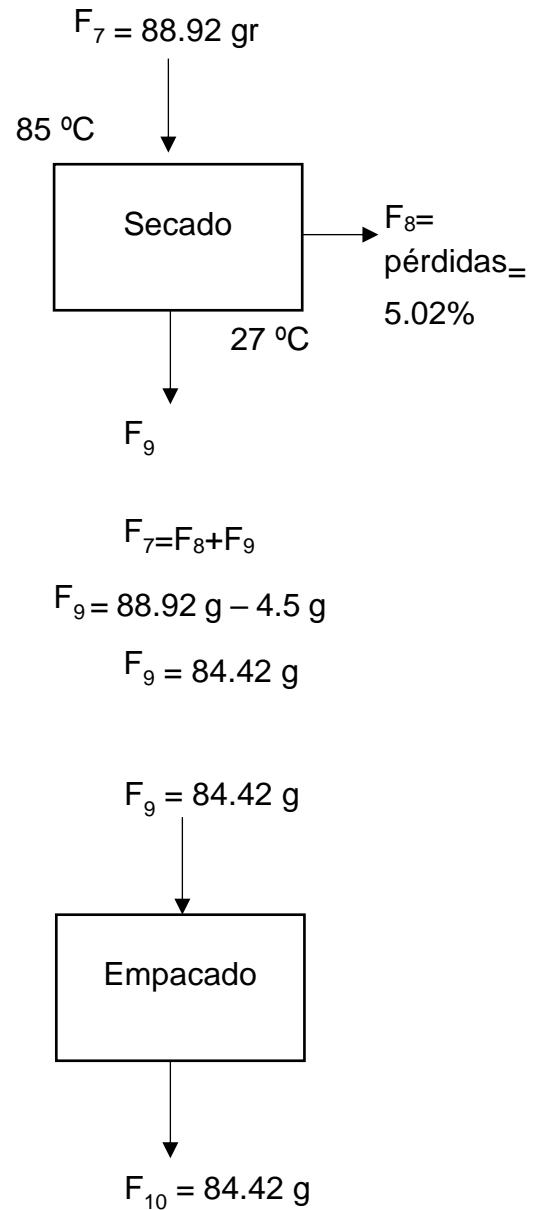
$C_{p_{\text{mezcla}}} = (0.454 + 0.78) / 2 =$

$0.617 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$

$Q = m \cdot C_p \cdot (T_f - T_i)$

$Q = (0.08892 \text{ Kg})(0.617 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})(85 - 27 \text{ }^\circ\text{C})$
 $= 3.182 \text{ Kcal}$



1 barra \rightarrow 28 gr

$X_{\text{barra}} \rightarrow 84.42 \text{ gr}$

$X_{\text{barra}} = 3 \text{ barras de } 28 \text{ gr}$

➤ **Para escala piloto**

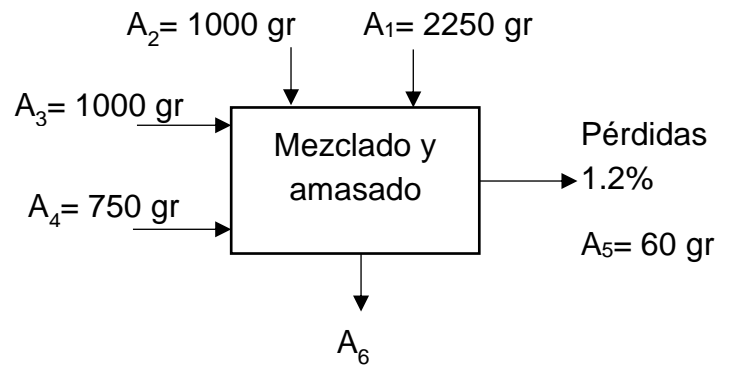
Base de cálculo = 5000 gr

Maní= 45% = 2250 gr

Ajonjolí= 20% = 1000 gr

Cocoa= 20% = 1000 gr

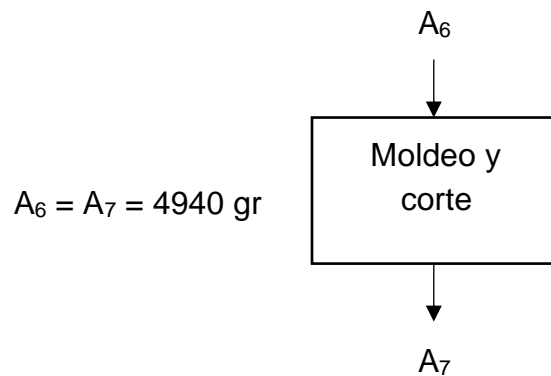
Jarabe de maíz= 15% = 750 gr



$$A_1 + A_2 + A_3 + A_4 = A_5 + A_6$$

$$2250 + 1000 + 1000 + 750 \text{ gr} = 60 \text{ gr} + A_6$$

$$A_6 = 4940 \text{ gr}$$



Asumiendo:

$C_p = 0.454 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$ (cereales)

$C_p = 0.78 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$ (Jarabe)

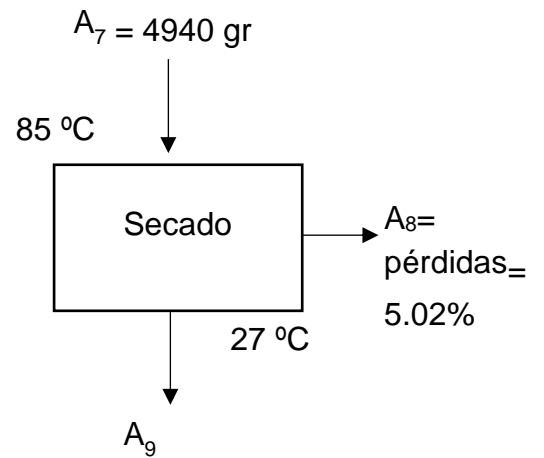
$C_{p_{\text{mezcla}}} = (0.454 + 0.78) / 2 =$

$0.617 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C}$

$Q_{\text{cedido}} = Q_{\text{absorbido}}$

$Q = m \cdot C_p \cdot (T_f - T_i)$

$Q = (4.94 \text{ Kg})(0.617 \text{ Kcal/Kg}^\circ\text{C})(85 - 27 \text{ }^\circ\text{C}) =$
 176.783 Kcal

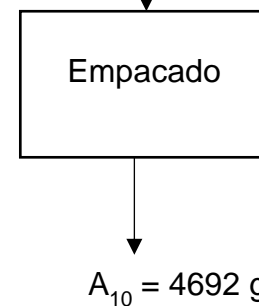


$$A_7 = A_8 + A_9$$

$$A_9 = 4940 \text{ gr} - 248 \text{ gr}$$

$$A_9 = 4692 \text{ g}$$

$$A_9 = 4692 \text{ gr}$$



1 barra \rightarrow 28 gr

$X_{\text{barra}} \rightarrow 4692 \text{ gr}$

$X_{\text{barra}} = 167 \text{ barras de } 28 \text{ gr}$

E. Precios de Adquisición de Equipos para el Proceso Productivo

Item	Cantidad	Descripción	Precio	Desc.	Importe
1	1.00	HL-11040-220V Batidora De Engranaje 40 Lts 220V/60Hz/1Ph	\$3,240.00	0.00	\$3,240.00
2	1.00	FTCG-10-110V Horno de Convección GASTROMAQ de 10 Bandejas con Vaporizador a Gas 110V/60Hz/1Ph	\$3,000.00	0.00	\$3,000.00
Subtotal					\$6,240.00
Desc					\$0.00
Impuesto					\$936.00
Total					\$7,176.00

1/1

Figura E.1. Precio de Batidora de engranaje y Horno de convección



USD 1,000.00 - USD 4,000.00 / Set | 1 Set/s (Pedido mínimo)

Lead Time:

Cantidad(Set/s)	1 - 1	>1
Hora del Est.(días)	10	Negociable

Garantía comercial Para proteger sus pedidos del pago a la entrega

Pago: **VISA**  **Online Bank Payment** **T/T** **Pay Later** **WesternUnion** **WU** 

Logística de Alibaba.com · Soluciones de inspección

Figura E.2. Precio de Máquina Cortadora - Amasadora



USD 4,400.00 - USD 4,800.00 / Set | 1 Set/s Barra de cereales barra de energía barra de chocolate máquina de embalaje (Pedido mínimo)


Número de Mod...

Lead Time:

Cantidad(Set/s)	1 - 1	>1
Hora del Est.(días)	25	Negociable

Garantía comercial Para proteger sus pedidos del pago a la entrega

Figura E.3. Precio de Máquina Empacadora



1 - 99 es >=100 es

USD 2,640.00 **USD 2,600.00**

Muestras: [Hacer pedido de muestra](#)

Garantía comercial Para proteger sus pedidos del pago a la entrega

Pago: [VISA](#) [Online Bank Payment](#) [T/T](#) [Pay Later](#) [WesternUnion](#) [WU](#) [Boleto](#)

Logística de Alibaba.com • Soluciones de inspección

Figura E.4. Precio de Montacargas



USD 200.00 - USD 700.00 / Set | 1 Set/s (Pedido mínimo)

Pago: [VISA](#) [Online Bank Payment](#) [T/T](#) [Pay Later](#) [WesternUnion](#) [WU](#) [Boleto](#)

Figura E.5. Precio de Báscula

D. Diseños de Planos