

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA  
BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA PARA LA EMPRESA COCA  
NASA**

**MARCO NICOLÁS CASTAÑEDA PEREZ  
EDWAR ANDRÉS CONTRERAS ALFONSO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ  
2019**

**DESARROLLO DE UNA PROPUESTA PARA LA PRODUCCIÓN DE UNA  
BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA PARA LA EMPRESA COCA  
NASA**

**MARCO NICOLÁS CASTAÑEDA PEREZ  
EDWAR ANDRÉS CONTRERAS ALFONSO**

**Proyecto integral de grado para optar al título de  
INGENIERO QUÍMICO**

**FUNDACIÓN UNIVERSIDAD DE AMÉRICA  
FACULTAD DE INGENIERÍAS  
PROGRAMA DE INGENIERÍA QUÍMICA  
BOGOTÁ  
2019**

## Nota de aceptación

---

---

---

---

---

---

Ing. Edgar Fernando Moreno Torres

---

Ing. Iván Ramírez Marín

---

Ing. Elizabeth Torres Gámez

Bogotá D.C, febrero de 2019

## **DIRECTIVAS DE LA UNIVERSIDAD**

Presidente de la Universidad y Rector del Claustro

Dr. JAIME POSADA DÍAZ

Vicerrector de Desarrollo y Recursos Humanos

Dr. LUIS JAIME POSADA GARCÍA-PEÑA

Vicerrectora Académica y de Posgrados

Dra. ANA JOSEFA HERRERA VARGAS

Decano General Facultad de Ingenierías

Ing. JULIO CÉSAR FUENTES ARISMENDI

Director general de Investigación y Protección Social.

Dr. MANUEL CANCELADO JIMENEZ

Director Programa Ingeniería Química

Ing. LEONARDO DE JESUS HERRERA GUTIÉRREZ

Las directivas de la Universidad de América, los jurados calificadores y el cuerpo docente no son responsables por los criterios e ideas expuestas en el presente documento. Estos corresponden únicamente a los autores.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este proyecto queremos agradecer a la Comercializadora Fabiola Piñacue o empresa Coca Nasa, en representación de Fabiola Piñacue por brindarnos la información y materia prima necesaria para el desarrollo y culminación de este proyecto de trabajo de grado.

Nosotros deseamos agradecer a todo el apoyo absoluto, incondicional, emocional y económico que recibimos por parte de nuestros padres, ya que sin ellos este proyecto no se habría podido ejecutar. Son grandes personas, gracias por todos los consejos, indicaciones, guías y sobre todo la paciencia que han tenido con nosotros. No hay palabras que logren describir el sentimiento de responsabilidad que tenemos de sacar adelante este proyecto, luego de todos los esfuerzos que hacen e hicieron durante la realización del mismo.

Agradecemos a una gran persona y un excelente mentor, el Ingeniero Iván Ramírez Marín, por su paciencia, sus orientaciones, sus palabras de apoyo, ánimo y por su constante exigencia para que adquiriéramos las capacidades que nos permitieron culminar este trabajo.

También deseamos agradecer a nuestro orientador del proyecto la Ingeniera Elizabeth Torres Gámez, por las instrucciones al momento de redactar y organizar el documento; por las orientaciones que nos permitieron dar soporte a los argumentos presentados en este documento.

Un reconocimiento muy especial al ingeniero Leonardo Herrera por habernos apoyado en la culminación de nuestro proceso de práctica empresarial, sin su ayuda no habríamos podido adquirir todo el conocimiento técnico para culminar este proyecto de grado.

También agradecemos a la Ingeniera Angie Vanessa Sepulveda Castañeda por su apoyo incondicional como colega y amiga, al asistirnos en el desarrollo del capítulo financiero y por el apoyo recibido en el proyecto.

Agradecemos al Ingeniero Álvaro Miguel Alvarado Ayala por el gran apoyo recibido en la ejecución de la etapa experimental del proyecto, por ser participe en la discusión de los protocolos para la realización del mismo y también por los consejos recibidos en la discusión de resultados obtenidos.

Sin olvidar las instalaciones de Alimentos Polar S.A.S y Productos Alimenticios Doria S.A.S, por facilitarnos las instalaciones de los laboratorios para el estudio de los ensayos de calidad del producto terminado, además de las asesorías para el reporte de los datos obtenidos por los equipos usados.

## **DEDICATORIA**

Quiero dedicar el desarrollo de este proyecto a mis padres Ruth Stella Pérez Forero y Hugo Castañeda López por su compromiso con mi educación y formación como ser humano, hoy más que nunca pude comprender el significado de la palabra “Incondicionalidad”, con su apoyo y sin importar de las circunstancias siempre conté con los recursos suficientes para mi desarrollo. Desde que tengo uso de razón hasta el día de hoy, siento una inmensa satisfacción por contar con ellos. Todos los proyectos y éxitos alcanzados me generan alegría ya que veo en sus rostros la satisfacción de haber hecho las cosas bien conmigo. Madre: Gracias por apoyarme en todos los proyectos que he emprendido a pesar que no parecen ser viables y locos, por darme la libertad de tomar mis propias decisiones y confiar en mi criterio para culminarlos, tienes que saber que siempre voy a dar todo de mi para jamás defraudarte con lo que hago y si llego a fracasar, siempre tendré la cabeza en alto, me levantaré y me reconstruiré tal cual tú me lo has enseñado.

Quiero compartir este proyecto de grado a la ingeniera Lina Paola Alarcón Mora, por acompañarme en este fragmento de mi vida, de aquí hasta el cielo, este triunfo es de los dos y ya que no pudiste culminar esta etapa como todas las personas que te amamos hubiéramos querido, mi niña hermosa, este título es de los dos.

Siempre he querido servir a Colombia, incluyendo desde mi formación como profesional, así que este proyecto va dirigido también a mi país, con el fin de brindar una solución alternativa a el problema del narcotráfico y ayudar a nuestros grupos étnicos a preservar la cultura, biodiversidad, flora y fauna autóctona de nuestra región. Los colombianos debemos aprender a amar nuestro país, sentirlo nuestro y comprometernos con la constante búsqueda de oportunidades de mejora, es importante recordar quienes somos y dónde venimos para tener claras nuestras metas y objetivos.

Desde hace unos meses emprendí el camino del ingeniero, que me ha encaminaron a la formación como profesional desde antes de tener mi título profesional, tengo muchas expectativas con respecto a las oportunidades que se han presentado, es un camino largo por recorrer nuevos retos, desafíos y éxitos. Contaré con el apoyo de todas y cada uno de las personas que me rodean, siempre me actuará bajo los principios éticos que me caracterizan.

***NICOLÁS CASTAÑEDA PÉREZ***

Este proyecto de grado va dirigido principalmente a mis padres Patricia Alfonso Mondragón y Evaristo Contreras Morales que me apoyaron desde el inicio de la carrera y nunca dejaron de creer en mí, agradezco a Dios por tenerlos ahora que finalice esta etapa de mi vida y porque sé que siempre me apoyaran en las siguientes etapas de mi vida.

También agradezco a mis Abuelos Alfonso Contreras y María del Carmen Morales por ser la columna vertebral de la familia, su constante apoyo anímico y como me indicaron que pese a todos los obstáculos lo primero es la familia.

***EDWAR ANDRÉS CONTRERAS ALFONSO***

## CONTENIDO

	pág.
GLOSARIO	20
RESUMEN	24
INTRODUCCIÓN	28
OBJETIVOS	30
1. GENERALIDADES	31
1.1. GENERALIDADES DE LA COCA	31
1.1.1. Derivados de la Coca.	31
1.1.1.1. Clorhidrato de Cocaína.	32
1.1.1.2. Filtrantes.	32
1.1.1.3. Extractos.	32
1.1.1.4. Productos industriales.	32
1.1.1.5. Productos derivados obtenidos en forma artesanal.	33
1.2. GENERALIDADES DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS	33
1.3. REACCIÓN DE MAILLARD	33
1.4. USO ANCESTRAL DE LA HOJA DE COCA POR PARTE DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS EN LATINO AMÉRICA	34
1.5. USO DE LA HOJA DE COCA EN COLOMBIA	35
1.6. HISTORIA DE LA SÍNTESIS DE LA COCAÍNA	36
1.7. PROYECTO COCA NASA	39
2. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA	41
2.1. DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA	41
2.2. IDENTIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA	42
2.2.1. Harina de coca.	43
2.2.2. Componente graso.	44
2.2.3. Edulcorante.	47
2.2.4. Agente aglomerante.	49
2.2.5. Cuerpo de la barra.	51
2.3. SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS	54
2.3.1. Selección del componente graso.	55
2.3.2. Selección del edulcorante.	56
2.3.3. Selección del agente aglomerante.	57
2.3.4. Selección del cuerpo de la barra.	58
2.3.5. Materias primas seleccionadas	59

3. CARACTERIZACIÓN Y FORMULACIÓN DE UNA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA A NIVEL DE LABORATORIO	61
3.1. CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE COCA PRODUCIDA POR COCA NASA	61
3.1.1. Determinación de la densidad aparente de la harina de coca.	61
3.1.2. Determinación de la densidad aparente empacada de la harina de coca.	62
3.1.3. Determinación de la granulometría de la harina de coca.	64
3.1.4. Determinación del índice de absorción de agua de la harina de coca.	67
3.1.5. Determinación índice de solubilidad de agua de la harina de coca.	69
3.1.6. Determinación del porcentaje de hinchamiento de la harina de coca.	72
3.1.7. Determinación del porcentaje de humedad de la harina de coca.	72
3.1.8. Determinación de cenizas de la harina de coca.	73
3.1.9. Resumen de resultados de la caracterización de la harina de coca.	74
3.2. FORMULACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA	75
3.2.1. Experimentación exploratoria.	76
3.2.2. Formulación de mezcla aglomerante.	84
3.2.2.1. Diseño experimental para formulación de la mezcla aglomerante.	85
3.2.3. Formulación de concentración de harina de coca en la barra energética.	91
3.2.4. Formulación del cuerpo de la barra.	93
3.2.4.1. Diseño experimental para el cuerpo de la barra.	94
3.2.5. Formulación de la barra energética con recubrimiento de chocolate.	99
3.3. CARACTERIZACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA	101
3.3.1. Análisis microbiológicos.	101
3.3.1.1. Determinación del recuento de bacterias aerobias mesófilas.	102
3.3.1.2. Determinación de recuento de mohos y levaduras.	105
3.3.1.3. Determinación del recuento de coliformes totales.	108
3.3.1.4. Determinación del recuento de Staphylococcus aureus.	111
3.3.2. Análisis bromatológicos.	113
3.3.3. Resumen de resultados de la caracterización de la barra energética con harina de coca.	114
4. DETERMINACIÓN Y MEJORA DE CONDICIONES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA	116
4.1. DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE PROCESO A NIVEL LABORATORIO	116
4.1.1. Condiciones de proceso para el Bloque de Mezclado.	118
4.1.1.1. Perdidas en el proceso de mezclado	121
4.1.2. Condiciones de proceso para el Moldeado.	123
4.1.3. Condiciones de proceso para el Secado.	125
4.1.4. Condiciones de proceso para el Enfriado 1 y 2.	131
4.1.4.1. Balance de masa para el proceso de Enfriado 1	132
4.1.5. Condiciones de proceso para el recubrimiento de chocolate.	134

4.1.5.1. Balance de masa para el proceso de recubrimiento	135
4.1.5.2. Balance de masa para el proceso del enfriador 2	136
4.2. METODOLOGÍA DE ESCALAMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS CON HARINA DE COCA	138
5. ANÁLISIS FINANCIERO	141
5.1. INVERSIÓN INICIAL	142
5.2. ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR	143
5.3. DEMANDA	143
5.4. COSTOS	144
5.4.1. Costos directos.	144
5.4.2. Costos indirectos.	146
5.4.3. Costos totales.	147
5.5. INGRESOS	147
5.5.1. Precio de venta.	147
5.5.2. Ingresos totales según demanda.	147
5.6. ESTADO DE RESULTADOS	148
5.7. FLUJO DE CAJA	148
5.8. EVALUACIÓN FINANCIERA	149
5.8.1. Tasa interna de oportunidad.	149
5.8.2. Valor presente neto (VPN).	149
5.8.3. Tasa interna de retorno (TIR).	149
5.8.4. Nombre del producto.	150
6. CONCLUSIONES	151
7. RECOMENDACIONES	152
BIBLIOGRAFÍA	153
ANEXOS	161

## LISTA DE ILUSTRACIONES

	pág.
Ilustración 1. Iconografía indígena	35
Ilustración 2. Logo de la empresa Coca Nasa.	39
Ilustración 3. Serie de tamices.	65
Ilustración 4. Peso de muestra y gel resultante.	68
Ilustración 5. Sobrenadante y sobrenadante seco.	71
Ilustración 6. Resultados formulación 1A.	80
Ilustración 7. Resultados formulación 1B	80
Ilustración 8. Barra preparada con formulación 2.	84
Ilustración 9. Representación en el plano del diseño experimental $3^2$	87
Ilustración 10. Barra preparada con formulación a11.	88
Ilustración 11. Barra preparada con formulación a12.	88
Ilustración 12. Barra preparada con formulación a13.	88
Ilustración 13. Barra preparada con formulación a21.	88
Ilustración 14. Barra preparada con formulación a22	88
Ilustración 15. Barra preparada con formulación a23.	88
Ilustración 16. Barra preparada con formulación a31.	88
Ilustración 17. Barra preparada con formulación a32.	88
Ilustración 18. Barra preparada con formulación a33.	88
Ilustración 19. Representación en el plano del diseño experimental $3^2$ formulación cuerpo de la barra	96
Ilustración 20. Barra preparada con formulación b11.	97
Ilustración 21. Barra preparada con formulación b12.	97
Ilustración 22. Barra preparada con formulación b13.	97
Ilustración 23. Barra preparada con formulación b21.	97
Ilustración 24. Barra preparada con formulación b22.	97
Ilustración 25. Barra preparada con formulación b23.	97
Ilustración 26. Barra preparada con formulación b31.	97
Ilustración 27. Barra preparada con formulación b32.	97
Ilustración 28. Barra preparada con formulación b33.	97
Ilustración 29. Barra preparada con formulación b22.	101
Ilustración 30. Barra con recubrimiento de chocolate.	101
Ilustración 31. Placa del recuento de aerobios mesófilos.	104
Ilustración 32. Placa del recuento de mohos y levaduras.	107
Ilustración 33. Placa del recuento de coliformes totales.	110
Ilustración 34. Placa de recuento de Staphylococcus aureus.	113
Ilustración 35. Plano mecánico "Energética Nasa"	150
Ilustración 36. Probeta con embudo; determinación de la densidad aparente y la densidad aparente empacada	163

Ilustración 37. Determinación de la humedad de la harina de coca en termobalanza	163
Ilustración 38. Determinación de cenizas de la harina de coca; pesos de muestra, cenizas y capsula.	163
Ilustración 39. Certificado de análisis bromatológico.	173

## LISTA DE GRÁFICAS

	pág.
Gráfica 1. Apertura de tamiz vs Fracción másica	66
Gráfica 2. Fracción acumulada vs Apertura de tamiz	66
Gráfica 3. Calificaciones promedio de cada prueba del diseño experimental de formulación de la mezcla aglomerante	91
Gráfica 4. Calificaciones promedio de cada concentración de harina de coca.	93
Gráfica 5. Calificaciones promedio de cada prueba del diseño experimental de formulación del cuerpo de la barra	99
Gráfica 6. Curva de secado barras energéticas con harina de coca.	127
Gráfica 7. Curva de Velocidad de secado vs Humedad libre	128
Gráfica 8. Flujo de caja.	149

## LISTA DE DIAGRAMAS

	pág.
Diagrama 1. Diagrama de bloques de la producción de una barra.	42
Diagrama 2. Protocolo de laboratorio para determinación de densidad aparente de la harina de coca.	62
Diagrama 3. Protocolo de laboratorio para determinación de densidad aparente empacada de la harina de coca.	63
Diagrama 4. Protocolo de laboratorio para determinación de la granulometría de la harina de coca.	64
Diagrama 5. Protocolo de laboratorio para determinación del índice de absorción de agua de la harina de coca.	68
Diagrama 6. Protocolo de laboratorio para determinación del índice de solubilidad de agua de la harina de coca.	70
Diagrama 7. Protocolo de laboratorio para determinación del porcentaje de humedad de la harina de coca	73
Diagrama 8. Protocolo de laboratorio para determinación de cenizas de la harina de coca	74
Diagrama 9. Protocolo de preparación de las barras para la formulación 1A y 1B.	79
Diagrama 10. Protocolo de preparación de la barra energética con harina de coca con formulación 2.	83
Diagrama 11. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de bacterias aerobias mesófilas.	103
Diagrama 12. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de bacterias aerobias mesófilas.	106
Diagrama 13. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de coliformes totales.	109
Diagrama 14. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> .	112
Diagrama 15. Macroproceso para la producción de una barra energética con harina de coca	116
Diagrama 16. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de mezclado.	119
Diagrama 17. Balance de masa en el proceso de mezclado	123
Diagrama 18. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de moldeado.	124
Diagrama 19. Balance de masa para el proceso de secado	125
Diagrama 20. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de secado.	126
Diagrama 21. Balance de masa en el proceso de secado	130

Diagrama 22. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de enfriado.	132
Diagrama 23. Balance de materia en el proceso de enfriado 1	133
Diagrama 24. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de recubrimiento.	135
Diagrama 25. Balance de masa en el proceso de recubrimiento	136
Diagrama 26. Balance de masa para el proceso de enfriado 2	137
Diagrama 27. Proceso de producción de Barras energéticas con harina de coca	139

## LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Tabla resumen de selección de materias primas para la elaboración de la barra energética con harina de coca.	60
Tabla 2. Pesos y fracciones máxicas de harina de coca por tamiz.	65
Tabla 3. Resultados del índice de absorción de agua de la harina de coca.	69
Tabla 4. Resultados del índice de solubilidad de agua de la harina de coca.	71
Tabla 5. Resultados del porcentaje de hinchamiento de la harina de coca.	72
Tabla 6. Resumen de resultados de la caracterización de la harina de coca.	75
Tabla 7. Ingredientes fijos en la formulación de la barra energética.	85
Tabla 8. Etiquetas de cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.	87
Tabla 9. Resultados de la aceptabilidad por cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.	90
Tabla 10. Concentraciones de los ingredientes que se van a dejar fijos en el desarrollo de la formulación de la harina de coca.	92
Tabla 11. Etiquetas de cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.	96
Tabla 12. Resultados de la aceptabilidad por cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.	98
Tabla 13. Formulación c barra energética con chocolate	100
Tabla 14. Límites y resultado de recuento de aerobios mesófilos.	104
Tabla 15. Límites y resultado del recuento de mohos y levaduras.	107
Tabla 16. Límites y resultado del recuento de recuento de coliformes totales.	110
Tabla 17. Límites y resultado de recuento de recuento de Staphylococcus aureus	113
Tabla 18. Tabla nutricional de la barra energética con harina de coca	114
Tabla 19. Resumen de resultados de la caracterización de la barra energética con harina de coca	115
Materias primas alimentadas en el proceso de mezclado Tabla 20	121
Tabla 21. Dimensiones y peso de una barra energética con harina de coca.	125
Tabla 22. Balance de masa del proceso de producción de la barra energética con harina de coca.	140
Tabla 23. Activos fijos.	142
Tabla 24. Activos diferidos.	142
Tabla 25. Inversión total	143
Tabla 26. IPC Anual.	143
Tabla 27. Proyección de producción	144
Tabla 28. Proyección de costos de cada materia prima.	145
Tabla 29. Proyección costos de mano de obra.	146

Tabla 30. Proyección costos indirectos.	146
Tabla 31. Proyección costos totales.	147
Tabla 32. Proyección precio de venta.	147
Tabla 33. Proyección ingresos totales.	147
Tabla 34. Estado de resultados.	148
Tabla 35. Flujo de caja.	148
Tabla 36. Evaluación financiera.	149
Tabla 37. Formulaciones del diseño experimental de la mezcla aglomerante I	164
Tabla 38. Formulaciones del diseño experimental de la mezcla aglomerante II	164
Tabla 39. Análisis de varianza del diseño experimental formulación mezcla aglomerante.	166
Tabla 40. Formulaciones para las distintas concentraciones de harina de coca	167
Tabla 41. Formulaciones del diseño experimental del cuerpo de la barra I	169
Tabla 42. Formulaciones del diseño experimental del cuerpo de la barra II	169
Tabla 43. Análisis de varianza del diseño experimental formulación del cuerpo de la barra.	171

## LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Valor Nutricional de la coca.	43
Cuadro 2. Ventajas y desventajas para los componentes grasos.	45
Cuadro 3. Ventajas y desventajas de edulcorantes.	48
Cuadro 4. Ventajas y desventajas de edulcorantes.	50
Cuadro 5. Ventajas y desventajas de materias primas contempladas para el cuerpo de la barra.	51
Cuadro 6. Calificación de los criterios de selección.	55
Cuadro 7. Matriz de selección componente graso.	55
Cuadro 8. Matriz de selección edulcorante.	56
Cuadro 9. Matriz de selección agente aglomerante.	57
Cuadro 10. Matriz de selección del cuerpo de la barra.	59
Cuadro 11. Formulación barra de cereal de Cappella, N. (2016).	77
Cuadro 12. Formulación 1A (Muestra control).	78
Cuadro 13. Formulación 1B (Barra con harina de coca en la mezcla aglomerante).	78
Cuadro 14. Comparativo de propiedades físicas de las formulaciones 1A y 1B.	80
Cuadro 15. Observaciones formulación 1A y formulación 1B.	80
Cuadro 16. Formulación barra de cereal de Fernández, T. y Fariño, M. (2011).	81
Cuadro 17. Formulación 2 (barra con harina de coca fuera de la mezcla aglomerante).	82
Cuadro 18. Propiedades físicas formulación 2.	84
Cuadro 19. Fotografías de barras resultantes del diseño experimental para la mezcla aglomerante	88
Cuadro 20. Ingredientes fijos para la formulación del cuerpo de la barra	94
Cuadro 21. Fotografías de barras resultantes del diseño experimental para la mezcla aglomerante	97
Cuadro 22. Fotografías de barras sin recubrimiento y con recubrimiento de chocolate.	101
Cuadro 23. Condiciones de proceso de la producción de las barras energéticas.	117
Cuadro 24. Resultados del procedimiento para la medición de condiciones del proceso de mezclado.	120
Cuadro 25. Cuantificación de las temperaturas de residencia en los moldes.	124

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Ecuaciones para el cálculo de propiedades granulométricas	162
Anexo B. Ilustraciones de la caracterización de la harina de coca	163
Anexo C. Tablas con las formulaciones del diseño de experimental para la formulación de la mezcla aglomerante	164
Anexo D. Formato panel sensorial aceptabilidad de la mezcla aglomerante	165
Anexo E. ANOVA del diseño experimental formulación mezcla aglomerante	166
Anexo F. Tablas con las formulaciones del diseño de experimental para la formulación de la mezcla aglomerante	167
Anexo G. Formato panel sensorial concentración de harina de coca en la barra energética	168
Anexo H. Tablas con las formulaciones del diseño de experimental para la formulación del cuerpo de la barra	169
Anexo I. Formato panel sensorial aceptabilidad de la formulación del cuerpo de la barra	170
Anexo J. ANOVA del diseño experimental formulación del cuerpo de la barra	171
Anexo K. Formato panel sensorial de la barra energética con recubrimiento de chocolate	172
Anexo L. Certificado de análisis bromatológico	173

## GLOSARIO

**Actividad de Agua (Aw):** es la medida de agua libre o agua disponible en una matriz alimentaria. Es un factor técnico muy importante en tecnología alimentaria, ya que influencia los tipos de microbios que puedan desarrollarse y su capacidad para desarrollarse dentro de un producto alimentario<sup>1</sup>.

**Aglomerar:** reunir muchos elementos, acoplar o pegar diferentes sustancias o fragmentos de algo<sup>2</sup>.

**Alcaloide:** es un compuesto orgánico de tipo nitrogenado que producen ciertas plantas, dichos compuestos generan efectos fisiológicos de distintas clases<sup>3</sup>.

**Alimento sano:** alimento que aporta energía y los nutrientes que el organismo necesita y además se encuentra libre de contaminación<sup>4</sup>.

**Análisis bromatológicos:** son la evaluación química de la materia que compone a los nutrientes, pues etimológicamente se puede definir a la Bromatología como Bromo, 'alimento', y logos, 'tratado o estudio', es decir, que la Bromatología es la ciencia que estudia los alimentos, sus características, valor nutricional y adulteraciones.<sup>5</sup>

En un mercado globalizado, la importancia de conocer la composición química de los alimentos radica en el precio de estos, pues los fabricantes venden y los productores pagan de acuerdo a la cantidad de proteína cruda (PC), grasa, minerales, etc. Así, el conocimiento de esta composición química de los alimentos permite su uso de forma racional, con lo que se pueden evitar deficiencias o excesos de nutrimentos.

**Carbohidratos:** es un término utilizado para describir estructuras constituidas por hidrogeno, oxígeno y carbono. Este es un término coloquial ya que no se trata de átomos de carbono enlazados con agua, el término apropiado a utilizar es el de glúcidos que es utilizado para los derivados de glucosa. Son biomoléculas cuya

---

<sup>1</sup> HIPERBARIC. Actividad del agua. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.hiperbaric.com/es/actividad-de-agua-aw>

<sup>2</sup> DEFINICIÓN DE. Que es aglomerar. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://definicion.de/?s=aglomerar>

<sup>3</sup> DEFINICIÓN DE. Que son alcaloides. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://definicion.de/alcaloides/>.

<sup>4</sup> FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Definición de alimento sano. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s07.pdf>

<sup>5</sup> LAVET, Juan. LAVET excelencia en veterinaria. Analizando alimentos: Los Análisis bromatológicos. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.lavet.com.mx/analizando-alimentos-analisis-bromatologicos/>

principal función es el brindar energía a los seres vivos<sup>6</sup>. Los carbohidratos tienen distintas clasificaciones dependiendo del número de moléculas de las cuales estén compuestos.

**Cocaína:** alcaloide principal de las hojas del árbol *Erythroxylum coca*.

**Colesterol bueno HDL:** son las lipoproteínas de alta densidad que realizan la función vital de la eliminación del exceso de colesterol, que es el colesterol malo LDL. Por lo tanto evita los bloqueos en las arterias y transporta el exceso de colesterol al hígado para que pueda ser excretado<sup>7</sup>.

**Colesterol malo LDL:** son las lipoproteínas de baja densidad, es el responsable de la obstrucción de las arterias, principal causante de enfermedades cardiacas y accidentes cerebro-vasculares<sup>8</sup>.

**Densidad aparente:** relación de la masa y el volumen de las partículas teniendo en cuenta los espacios.

**Densidad aparente empacada:** se refiere a la densidad del material cuando se somete a vibración o aprisionamiento.

**Disacárido:** carbohidrato compuesto de dos monosacáridos, iguales o distintos<sup>9</sup>.

**Edulcorante:** son sustancias que se emplean como sustituto del azúcar (sacarosa) ya que tienen la capacidad de endulzar y mejorar el sabor de los alimentos y bebidas sin aportar calorías<sup>10</sup>.

**Emulsión:** se conoce como la dispersión de un fluido en otro con el cual no puede mezclarse. Para lograrse se necesitan dos líquidos que no sean miscibles<sup>11</sup>.

**Ensayos microbiológicos:** son aquellos que nos dan información sobre la diversidad microbiológica del suelo<sup>12</sup>.

Esta diversidad la comprenden:

---

<sup>6</sup> CONCEPTO DEFINICION DE. Definición de Carbohidratos. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/carbohidratos/>

<sup>7</sup> FALASCO, Oliva. Colesterol Bueno (HDL). ¿Qué es el colesterol HDL? [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://colesterol.org.es/hdl>

<sup>8</sup> ONMIDIA LTDA. Definición colesterol malo. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/salud/hdl-ldl-vldl-colesterol.php>

<sup>9</sup> EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Que es disacárido. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/disacarido>

<sup>10</sup> ONMIDIA LTDA. Definición de edulcorante. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/salud/edulcorantes.php>.

<sup>11</sup> DEFINICIÓN DE. Que es emulsión. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://definicion.de/emulsion/>.

<sup>12</sup> ALCARAZ, Raúl. Tiloom. Ensayos microbiológicos. 2016. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: [https://www.tiloom.com/ensayos\\_microbiologicos/](https://www.tiloom.com/ensayos_microbiologicos/)

- **Organismos vivos:** bacterias (unicelulares) y arqueas (unicelulares), ambos organismos procariotas, y por otro lado organismos eucariotas como: algas (unicelulares o multicelulares), protozoos (unicelulares o multicelulares), protozoos (unicelulares), hongos (unicelulares o multicelulares) y helmintos (parásitos multicelulares).
- **Agentes infecciosos no vivos:** virus, viroides y priones.

Los métodos de estudio son diferenciados a través de técnicas dependientes o independientes de cultivo, como:

- Aislamiento en placa.
- Técnicas independientes de cultivo.
- Estudios en base al ADN/ARN.
- Identificación molecular (secuenciación ADN).
- Cuantificación microbiológica.

**Fibra alimentaria:** zona de la planta que consiste en la absorción y digestión del intestino delgado y que sufre la fermentación del intestino grueso<sup>13</sup>.

**Gluten:** es una glucoproteína que se encuentra en la semilla de diversos cereales, ha sido descartado últimamente por ser perjudicial para muchas personas en especial porque nadie es capaz de sintetizarlo totalmente.

**Inocuidad:** es el conjunto de condiciones y medidas necesarias durante la producción, almacenamiento, distribución y preparación de alimentos para asegurar que una vez ingeridos, no representen un riesgo para la salud<sup>14</sup>.

**Monosacárido:** carbohidrato que está constituido por una sola molécula y se clasifican de acuerdo al número de carbonos que presenten. Es un azúcar que no se puede subdividir en otros azúcares más pequeños<sup>15</sup>.

**Oligosacárido:** carbohidrato formado por la polimerización de unos cuantos monosacáridos<sup>16</sup>, muchos de ellos se unen a proteínas o a lípidos para construir glucoproteínas y glucolípidos.

---

<sup>13</sup> CONCEPTO DEFINICION. Definición de Carbohidratos. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/fibra/>.

<sup>14</sup> MINISTERIO DE SALUD. Inocuidad de alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>

<sup>15</sup> EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Que es monosacárido. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/monosacarido>

<sup>16</sup> EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Que es oligosacárido. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/oligosacarido>.

**Polímero:** es una macromolécula compuesta por una o varias unidades químicas (monómeros) que se repiten a lo largo de toda una cadena<sup>17</sup>.

**Polisacárido:** polímero de carbohidratos que por hidrólisis se descompone en monosacáridos o derivados<sup>18</sup>, pueden ser de forma lineal o ramificada.

**Proteína:** son la forma de expresión de la información genética, como tal desempeñan innumerables funciones en los seres vivos. Básicamente es una biomolécula formada por cadenas lineales de aminoácidos<sup>19</sup>.

---

<sup>17</sup> LOSADHESIVOS.COM. Que es polímero. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.losadhesivos.com/definicion-de-polimero.html>

<sup>18</sup> EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Que es polisacárido. . [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/polisacarido>.

<sup>19</sup> EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Que es proteína. . [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/proteina>

## RESUMEN

La Comercializadora Fabiola Piñacue o Productora Coca Nasa es una organización indígena que elabora alimentos derivados de la hoja de coca, dentro del proceso de producción se genera un co-producto; harina de coca, que en la actualidad es empacada y vendida a clientes para productos de repostería y aderezo, pero la harina no es un producto con una demanda alta por su disposición de consumo al no ser un producto que pueda ser consumido al momento de ser comprado, puesto que es usado como acompañamiento para otros alimentos, por esta razón se desea crear un producto de fácil consumo y con unas altas expectativas de demanda. Se presenta una propuesta de para la elaboración de una barra energética utilizando esta harina de coca como uno de los ingredientes diferenciadores, esto con el fin de generar valor al co-producto y dar una mayor rotación del mismo.

Al realizar una revisión bibliográfica sobre los procesos de producción de las barras de energéticas presentes en el mercado, se establece que es necesario realizar el proceso en 6 etapas u operaciones principales, primero la preparación de una mezcla aglomerante y en paralelo la mezcla del cuerpo de la barra (todos los cereales, semillas, frutos secos y la harina de coca), seguido se realiza la mezcla de las dos fases para generar una torta húmeda, la cual entra a un proceso de moldeado; las barras húmedas entran a un proceso de secado; una vez secadas se enfrían hasta alcanzar unas temperaturas moderadas; se realiza un recubrimiento y se vuelven a enfriar.

Las materias primas adecuadas para la producción de las barras energéticas con harina de coca fueron seleccionadas mediante una revisión bibliográfica y sometidas a matrices de selección con 4 criterios, ponderados de acuerdo a la necesidad de la empresa, una vez seleccionadas las materias primas se procede a formular los componentes.

Se formula la composición de la barra energética con harina de coca en tres fases; la primera se realiza bajo un diseño experimental con el fin de establecer la composición de la mezcla aglomerante; se postula un diseño factorial  $3^2$  con dos repeticiones; la segunda fase consiste en un ensayo para establecer la concentración adecuada de harina de coca y la tercera fase consiste en otro diseño experimental para establecer las proporciones de los cereales, semillas y frutos secos del cuerpo de la barra, al igual que la fase 1 se establece un diseño factorial  $3^2$  con dos repeticiones, todas la pruebas de las fases de la formulación son sometidas a paneles sensoriales para establecer aceptación o rechazo de las muestras. La formulación final fue sometida a análisis bromatológicos y microbiológicos para evaluar la calidad e inocuidad del producto terminado.

El control de las variables del proceso de producción se realizó mediante un ensayo a nivel laboratorio en el cual se midieron todas las condiciones del proceso y flujos

de materia prima a nivel laboratorio, adicionalmente se realiza un balance de masa para establecer los rendimientos del proceso, se realizó una metodología de escalamiento para establecer los flujos de materia prima para la producción de barra según la capacidad instalada de la empresa.

Se realiza el análisis financiero del proyecto, tomando en cuenta las inversiones en maquinaria, gasto en servicios públicos, nómina de empleados y costos de materias primas en un horizonte de planeación a 5 años, en el cual se puede apreciar que el proyecto es viable.

**Palabras Clave:** Harina de coca, Agente aglomerante, Reacción de Maillard, Formulación de alimentos, Alimento balanceado, Barra energética.

## ABSTRACT

The Comercializadora Fabiola Piñacue or Producer Coca Nasa is an indigenous organization that produces foods derived from the coca leaf. Within the production process, a co-product is generated; coca flour, which is currently packaged and sold to customers for confectionery and dressing products, but flour is not a product with a high demand for its consumption because it is not a product that can be consumed at the moment of being purchased, since it is used as an accompaniment to other foods, for this reason you want to create a product that is easy to consume and with high demand expectations. A proposal is presented for the elaboration of an energy bar using this coca flour as one of the differentiating ingredients, this in order to generate value to the co-product and to give a greater rotation of it.

When carrying out a bibliographic review on the production processes of the energy bars present in the market, it is established that it is necessary to carry out the process in 6 main stages or operations, first the preparation of a binder mixture and in parallel the mixture of the body of the bar (all cereals, seeds, nuts and coca flour), followed by the mixing of the two phases to generate a wet cake, which enters a molding process; the wet bars enter a drying process; once dried they are cooled until reaching moderate temperatures; a coating is made and they are cooled again.

The raw materials suitable for the production of energy bars with coca flour were selected through a literature review and subject to selection matrices with 4 criteria, weighted according to the need of the company, once the raw materials were selected, proceeded to formulate the components.

The composition of the energy bar is formulated with coca flour in three phases; the first is done under an experimental design in order to establish the composition of the binder mixture; a factorial design 32 with two repetitions is postulated; the second phase consists of an assay to establish the appropriate concentration of coca flour and the third phase consists of another experimental design to establish the proportions of the cereals, seeds and nuts of the bar body, as well as phase 1 establishes a factorial design 32 with two repetitions, all the tests of the phases of the formulation are submitted to sensory panels to establish acceptance or rejection of the samples. The final formulation was subjected to bromatological and microbiological analyzes to evaluate the quality and safety of the finished product.

The control of the variables of the production process was carried out by means of a laboratory-level test in which all the conditions of the process and raw material flows at the laboratory level were measured, additionally a mass balance is made to establish the yields of the process, An escalation methodology was used to establish

the raw material flows for bar production according to the installed capacity of the company.

The financial analysis of the project is carried out, taking into account the investments in machinery, spending on public services, payroll of employees and costs of raw materials in a planning horizon to 5 years, in which it can be seen that the project is viable.

**Keywords:** Coca flour, binder, Maillard reaction, food formulation, balanced food, energy bar.

## INTRODUCCIÓN

La Comercializadora Fabiola Piñacue o Productora Coca Nasa es una organización indígena legalmente constituida de la Tribu Nasa, dedicada a la elaboración y comercialización de productos alimenticios y Medicinales partiendo de la hoja de Coca, actividad avalada por la constitución de Colombia de 1991 vigente a la fecha en el artículo 7 y 8 que reconoce y protege la diversidad étnica y cultural de las comunidades de la Nación colombiana también regulada por la ley 30 de 1986 en el artículo 7 que habla sobre la reglamentación de los cultivos de plantas de las cuales se produzcan sustancias estupefacientes y el consumo de estas por parte de las poblaciones indígenas.

Los productos elaborados partiendo de hoja de coca se venden en diferentes líneas de producto, tales como “Te de Coca natural”, “Hoja de Coca Entera”, “Coca Ron Botella” y “Energizante Coca Sek Lata”, entre otros. Con la experiencia de 15 años en el área y durante este tiempo han logrado establecer plantas de producción en lugares estratégicos a lo largo del país, como la planta en el resguardo indígena de Calderas de Tierra Adentro - Cauca, Cajicá - Cundinamarca y su centro o sede principal se encuentra ubicada en la Carrera 77 bis No. 69 - 58 de Bogotá D.C.

Dentro del proceso de obtención de los múltiples productos que maneja Coca Nasa en su brochure, se tiene como co-producto la harina de coca, la cual es obtenida en 3 etapas: la primera etapa consiste en un secado de las hojas de coca con el fin de concentrar sus componentes nutricionales en los valores máximos posibles, además que debe alcanzar un porcentaje de humedad en un rango del 8,2% al 11,7% para contener los valores nutricionales deseados; la segunda etapa consiste en la molienda de las hojas de coca seca con el fin de reducir el tamaño de partícula, y finalmente se hace un proceso de tamizado para asegurar que las partículas provenientes de la molienda tengan un tamaño de partícula menor a 212 $\mu$ m, las partículas que sean mayores al tamaño especificado se devuelven al proceso de molienda con el fin de cumplir las especificaciones deseadas de la harina de coca.

Los datos de producción de Harina de Coca por parte de Coca Nasa son los siguientes: mensualmente se producen 100 kilogramos de la harina de coca en promedio y la empresa está en capacidad de producir 1000 kilogramos de Harina de coca por mes. En un análisis hecho por el departamento de producción de la empresa se pudo establecer que por cada 100 kilogramos de hoja de coca se procesan y se obtienen 33 kilogramos, la harina de coca que tiene un valor comercial de 40.000 COP por kilogramo.

Dicha harina tiene múltiples usos dentro del proceso productivo de la empresa y se genera a razón de las cantidades demandadas, de no usarse este co-producto en otra línea de producto se pierde la oportunidad de dar un valor agregado y aumentar

los ingresos de la empresa, que tienen como fin la protección de las comunidades indígenas que se dedican a cultivar la hoja de Coca, promover la conservación de sus costumbres ancestrales y la buena imagen de sus cultivos sagrados.

En aras de aumentar la oferta en el mercado, la empresa ha decidido usar esta harina por su alto contenido nutricional en el desarrollo de un nuevo producto alimenticio, una barra energética con harina de coca, para elevar los componentes nutricionales de la barra e innovar en el mercado. Dichas barras energéticas como alimento inocuo y nutritivo han sido un producto demandado en grandes cantidades en los últimos años por facilidad de consumo y sus altos contenidos nutricionales, estos contenidos nutricionales son aportados por los cereales, fibras y carbohidratos con los cuales se elaboran las barras energéticas convencionales, el uso de la harina de coca es vital para elevar los componentes nutricionales de la barra y es una ventaja que la harina de coca tiene un porcentaje de trazas de alcaloides que ayuda a que la barra tenga un mayor efecto energizante y puesto que las trazas de los alcaloides son mínimas, no son malignas para la salud del consumidor y tampoco presentan efecto adictivo a las mismas.

## **OBJETIVOS**

### **OBJETIVO GENERAL**

Desarrollar una propuesta para la producción de una barra energética con Harina de Coca para la empresa Coca Nasa.

### **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Seleccionar las materias primas adecuadas para la producción de la barra energética con harina de coca.
- Establecer la formulación de la barra energética con harina de coca mediante el desarrollo experimental a nivel laboratorio.
- Establecer las especificaciones técnicas del proceso de producción para la barra energética con harina de coca.
- Establecer los costos para el proceso de producción de la barra energética con harina de coca.

## 1. GENERALIDADES

### 1.1 GENERALIDADES DE LA COCA

La coca (*Erythroxylum coca* o quechua:*kuka*) es una especie de planta con flor sudamericana de la familia de las eritroxiláceas, originaria de las escarpadas estribaciones de los Andes amazónicos. La planta de coca siempre ha tenido un papel importante en las culturas andinas, tanto para fines como rituales en la relación entre los hombres y la naturaleza, como agente psicoactivo para inducir trances ceremoniales, como energético para el trabajo, para el trueque entre productos, digestivo, también con fines analgésicos y curativos en intervenciones médicas. Es utilizada en todos estos aspectos desde hace miles de años por culturas andinas como las naciones chibchas, aymaras y quechuas. Lamentablemente, desconociendo todos estos aspectos, se hizo conocida en el mundo entero por sus alcaloides que se obtienen mediante un proceso químico descubierto en el siglo XIX en Europa. El clorhidrato de cocaína llamado simplemente cocaína; es un potente estimulante del sistema nervioso central y con alta tendencia a formar hábitos de dependencia psicológica<sup>20</sup>.

Por otra parte, la planta de la coca absorbe un 70% de los nutrientes del suelo y se transforma en alimento. La grasa vegetal de la coca se funde con el colesterol malo (LDL), la grasa mala o triglicéridos (VDL) y lo metaboliza o elimina, es también materia prima para el sistema nervioso (mielina) y la formación de las hormonas, especialmente de tipo sexual, al ser altamente vigorizante y antioxidante. Contiene 46,2% de Carbohidratos, 14,4% de fibra vegetal que facilita la digestión, resuelve el estreñimiento, contiene celulosa e insulina, que regula el funcionamiento del Páncreas entre otros nutrientes importantes.

**1.1.1 Derivados de la Coca.** Los derivados de la coca son bastantes, en esta sección se van a nombrar algunos incluyendo el clorhidrato de cocaína responsable de la imagen de la hoja de coca en el mundo. También existen varios antecedentes sobre la industrialización de la coca tanto a nivel internacional como en nuestro país. En 1880 en Francia, Angelo Mariani elabora productos a base de coca como el “té de coca”, pasteles y rombos de coca y el “vino de coca - Mariani”, bebida que llegó a ser muy popular en París. Según el grado de tecnología utilizada, tamaño de la empresa y volúmenes producidos<sup>21</sup>.

---

<sup>20</sup> JAMES A. Duke, David Aulik and Timothy Plowman. “Nutritional value of coca”. Botanical Museum Leaflets, Harvard University Vol. 24, No. 6 [Octubre 31, 1975]. p. 113-119.

<sup>21</sup> MAMA COCA. Legislación y retiro de la hoja de coca en el país. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [http://www.mamacoca.org/docs\\_de\\_base/Legislacion\\_tematica/Sustento\\_retiro\\_Hoja\\_de\\_Coca\\_Convencion\\_Unica\\_julio2008.htm](http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Legislacion_tematica/Sustento_retiro_Hoja_de_Coca_Convencion_Unica_julio2008.htm)

**1.1.1.1 Clorhidrato de Cocaína.** Habrá que llegar al siglo XIX, etapa de grandes progresos científicos y profundos cambios económicos y sociales, para que se aíse el principio activo responsable de los efectos de la planta, un alcaloide que acordaron llamar "cocaína". Fue en 1860, cuando Albert Niemann y Friedrich Wahler, científicos de la Universidad de Gotinga (Alemania) descubrieron el modo de aislar un alcaloide psicoactivo a partir de la hoja de coca y lo denominaron cocaína<sup>22</sup>.

Sigmund Freud, fue el introductor de la cocaína en occidente, que la utilizaba para tratar los síndromes de abstinencia del alcohol y los opiáceos, las depresiones y también como anestésico. Freud experimentó con ella y tras revisar la copiosa literatura existente al respecto, la recomendó para múltiples afecciones: tratamiento de la depresión, trastornos digestivos, asma, deshabitación de morfinómanos y excelente estimulante entre otros múltiples usos positivos que se le podían llegar a dar en aquella época, tristemente la Cocaína no fue usada positivamente al ser descubierta como Estimulante del sistema nervioso central y todos los derivados de la Coca fueron usados para fines recreativos, siendo estos muy malignos para la salud humana. La elaboración de cocaína es posible gracias a la presencia sustancias químicas llamadas precursores, entre las que se encuentran el éter, ácido sulfúrico, gasolina, etc. Según el proceso de elaboración y las sustancias empleadas se obtendrán diferentes modalidades de derivados: pastas de coca, clorhidrato de cocaína, base libre y "crack"<sup>23</sup>.

**1.1.1.2 Filtrantes.** Es un mate de coca (en bolsitas filtrantes de 1 gramo), Mixturas aromáticas (mezcla de hoja de coca con otras hierbas), como: hoja de coca con manzanilla, hierva luisa, anís, menta<sup>24</sup>Error! Marcador no definido..

**1.1.1.3 Extractos.** Los extractos integrales son sustancias elaboradas a partir de la hoja de coca, la cual pasa por un proceso de molienda, lixiviación, filtración y concentración obteniéndose una sustancia concentrada base para la fabricación de productos industriales como jabón de glicerina, shampoo, bebidas refrescantes y fórmulas medicamentosas.

**1.1.1.4 Productos industriales.** Bebida de coca Energizante Coca Sek Lata. - es una bebida energética y refrescante que contiene hoja de coca, agua, azúcar, ácido cítrico y esencia de limón; la presentación es en envase de lata con un volumen de 330 ml. Es producido por la empresa Coca Nasa en Colombia.

---

<sup>22</sup> PORTAL SOLIDARIO. Adicción a las sustancias. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [https://www.portalsolidario.net/docu/2campos2.php?rowid=23&nombd=adicciones\\_sustancias&menu=1](https://www.portalsolidario.net/docu/2campos2.php?rowid=23&nombd=adicciones_sustancias&menu=1)

<sup>23</sup> lbit., p32

<sup>24</sup> MAMA COCA. Op cit., p. 31.

**1.1.1.5 Productos derivados obtenidos en forma artesanal.** Existen muchos productos derivados de la hoja de coca que vienen siendo elaborados en forma casera y artesanal por el entusiasmo de algunas personas e instituciones; muchos estudiantes de Centros Educativos demuestran diversas formas de preparación de productos a base de coca como la hoja tierna, hoja seca o molida, extracto de hojas, destilados de la hoja, y tallos para la fabricación de papel y abonos de calidad<sup>25</sup>.

## **1.2 GENERALIDADES DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS**

Las barras energéticas son alimentos con alto contenido nutricional, actualmente su producción ha aumentado por su facilidad de procesamiento y como alimento alternativo para personas que tengan jornadas laborales y/o académicas extensas<sup>26</sup>. Las barras energéticas están compuestas principalmente por carbohidratos y grasas. Además, las materias primas para su producción son de fácil acceso, solo difieren de costos y aceptación por parte del público. En el desarrollo de las barras energéticas es fundamental tener un buen aglomerante porque hace parte del 40% al 50% del producto<sup>27</sup>, el aglomerante está formado principalmente por una harina junto con el aceite y demás materias que hagan parte de los ingredientes de la barra energética. La selección de los frutos secos y granos que contengan depende del productor y más aun de los requerimientos de la población objetivo<sup>28</sup>.

## **1.3 REACCIÓN DE MAILLARD**

La reacción de Maillard consiste en el conjunto de reacciones químicas producidas entre las proteínas y los azúcares de los alimentos a altas temperaturas y que generan ese color, sabor y olor a tostado, es decir, es el complejo proceso por el que las proteínas y los azúcares de los alimentos interactúan a consecuencia de las altas temperaturas produciendo compuestos que modifican las características de los alimentos.<sup>29</sup>

---

<sup>25</sup> MAMA COCA. Op cit., p. 31.

<sup>26</sup> HERNÁNDEZ, G. (2011). Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel (tesis de maestría). Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

<sup>27</sup> OLIVEIRA, M., Ferreyra, V., Giacomino, S., Curia, A., Pellegrino, N., Fournier M., y Apro, N. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto procesado en la calidad proteica. Revista chilena de nutrición vol.39, N° 3, 18 – 25.

<sup>28</sup> CAPPELLA, N. (2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.

<sup>29</sup> PREVENSYTEM. Alteración de los alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.preventsystem.com/internacional/705/noticia-alteracion-de-los-alimentos-reaccion-de-maillard-y-acrilamida.html>

En ocasiones, esa característica son beneficiosa, por ejemplo, en la cerveza, el café, el pan o en la carne.

#### **Etapas de la reacción:**

- **Etapa 1:** no se produce modificación de color. Unión entre el azúcar y la proteína del alimento.
- **Etapa 2:** hay formación de colores amarillos ligeros y producción de olores.
- **Etapa 3:** formación de pigmentos oscuros, color amarronado (alimentos tostados).

#### **Factores que afectan a la reacción de Maillard**

Los factores que participan en la reacción de Maillard son:

- El tipo de azúcar.
- El tipo de proteínas.
- La temperatura.
- El pH.
- La presencia de metales (hierro y cobre).

Conociendo estos factores se pueden manipular para favorecer o evitar que se produzca la reacción de Maillard en alimentos como el chocolate, galletas o aceitunas.

Sin embargo, en otros alimentos que se quiere evitar la reacción de Maillard se utilizan inhibidores químicos como los sulfitos o las sales de bicarbonato que impiden la interacción de los azúcares y las proteínas.

### **1.4 USO ANCESTRAL DE LA HOJA DE COCA POR PARTE DE LAS COMUNIDADES INDÍGENAS EN LATINO AMÉRICA**

Los suelos de la región andina se han caracterizado por poseer una amplia biodiversidad que colmo todas las necesidades a nuestros antepasados hace más de 10.000 años, los primeros hombres de latino América lograron domesticar más de 182 géneros vegetales, sin contar con que cada vegetal tiene una gama distinta de variedades que llega a ser equivalente a 4500 especies de plantas medicinales. La biodiversidad de la región ha sido adoptada como una herencia milenaria de la cultura agrícola de nuestro continente, que puede llegar a convertirse en un potencial económico al servicio de la humanidad<sup>30</sup>.

---

<sup>30</sup> BLANCO, Hugo. Artículo científico "Koka mama – MUNDO ANDINO: HISTORIA, CULTURA Y REBELIÓN", Universidad autónoma de México (2006)

La hoja de coca se siembra hace más de 5.000 años en la región andina en países como Perú, Ecuador, Chile, Argentina y Colombia, siendo esta una parte importante de la cultura; usada como parte de rituales, componente de medicamentos tradicionales y parte de la alimentación entre la misma comunidad. Los indígenas nativos de la región tras largas jornadas de trabajo, masticaban la hoja de coca por sus propiedades estimulantes, por ello a lo largo de su evolución étnica las tribus indígenas le han considerado “Planta divina”, evidenciándose en iconografía esculpida o tallada en diferentes materiales como cerámica, piedra, metal, hueso y madera. El uso de la planta data de tiempos incaicos, era restringido a nobles, adivinos, sabios, ancianos y chasquis, que se veían obligados a caminar grandes distancias y recorrer zonas montañosas de la región andina con alturas de hasta 4.000 metros sobre el nivel del mar<sup>31</sup>.

### Ilustración 1. Iconografía indígena



**Fuente:** BLOGSPOT. La mejor artesanía boliviana. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://la-mejor-artesania-boliviana.blogspot.com/p/pintura.html>

## 1.5 USO DE LA HOJA DE COCA EN COLOMBIA

El uso de la hoja de coca ha sido tradicional entre muchos de los indígenas colombianos desde tiempos ancestrales. Cuando los españoles llegaron a nuestro país la hoja de coca fue uno de los grandes hallazgos de los colonizadores,

---

<sup>31</sup> ECOLATINO. Milenaria y sagrada hoja de coca. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [http://www.ecolatino.ch/index.php?option=com\\_content&view=article&id=70:la-coca-hoja-sagrada-de-los-incas&catid=40:reportaje&Itemid=66](http://www.ecolatino.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=70:la-coca-hoja-sagrada-de-los-incas&catid=40:reportaje&Itemid=66)

evidenciado el uso de la misma por numerosas comunidades: En los pueblos Quimbayas y Ansermas del actual Risaralda, en los pueblos cercanos a Cali, Popayán y en los actuales territorios de Antioquia, Caldas, Magdalena, Guajira, Bolívar, Meseta Cundiboyacense, Cauca, Huila y Nariño.

El hecho de considerar a la coca un fenómeno contemporáneo nos ha llevado a tomarla en el pasado como un hecho cultural, sin preocuparnos en conocer su historia. Hasta hoy, desconocemos la profunda importancia casi igual a la del oro y posteriormente a la del tabaco. Los colonizadores españoles, conocedores de los mecanismos de tributación empleados por los caciques, como también de los productos de preferencia para el tributo, reprodujeron las formas tributarias ancestrales renovadas y orientadas hacia nuevas formas de explotación, siendo ésta la explicación al porqué el tributo en coca fue auspiciado e incentivado por ellos. Los cronistas de Indias nos corroboran el papel importante desempeñado por la coca en nuestras comunidades indígenas; Ahí se puede distinguir la manera de hacerse en comunión con la planta entre las culturas de montaña y las culturas de las selvas amazónicas. Las primeras, prefieren mascar la hoja tostada, e irle mezclando cal, algunos elaborándola de conchas marinas, y otros con cal de piedra. Los primeros, la conservan en un pequeño calabazo llamado "poporo".

En el Amazonas, las culturas que tienen relación con la planta de coca la tuestan y pulverizan, mezclándola con ceniza de plantas amazónicas; el resultado es un polvo verde que se llama mambe (Harina de coca con la savia de la liana del yagé) utilizando esta mezcla en rituales sagrados<sup>32</sup>. Entre los indígenas colombianos, pese a la relación cotidiana que hace el resto de la sociedad de la planta con drogas ilícitas.

## 1.6 HISTORIA DE LA SÍNTESIS DE LA COCAÍNA

La síntesis de la cocaína data al siglo XIX en pleno auge del consumo de hojas de coca en Europa, varios investigadores intentaron aislar el principio activo de la hoja de coca, es decir; la **ecnonina**, sustancia que otorga a esta planta algunas propiedades características, en el año 1855 el químico alemán Friedrich Gaedcke fue el primer científico que bajo tratamientos químicos logra aislar el principio activo transformando la egnonina en clorhidrato de cocaína<sup>33</sup>.

Poco después, Albert Niemann explicó en su tesis doctoral, publicada en 1860, los pasos necesarios para aislar el principio activo y mediante un proceso más refinado que el empleado por Gaedcke, logra sintetizar el clorhidrato de cocaína. Las hojas

---

<sup>32</sup> BUINAMA, J. (1998). El espíritu de la selva. Paris, Francia. Planeta.

<sup>33</sup> GAEDCKE, F. (1855). «Ueber das Erythroxylin, dargestellt aus den Blättern des in Südamerika cultivirten Strauches Erythroxyton Coca»

necesarias para el trabajo se las proporcionó su profesor en la Universidad de Gotinga, Friedrich Wöhler, quien, a su vez, las había conseguido gracias al viaje del doctor Carl Scherzer alrededor del mundo, años más tarde, en 1898, Richard Willstätter consigue describir su estructura y obtener la molécula mediante síntesis química.

A pesar de la popularidad de las hojas de coca, el uso de la cocaína fue bastante limitado hasta 1883, año en que un médico militar, Theodor Aschenbrandt, compró un suministro a la compañía farmacéutica Merck para utilizarlo en los soldados durante unas maniobras e informó sobre sus efectos beneficiosos a la hora de soportar la fatiga física, en un artículo que publicó poco después. El joven doctor Sigmund Freud, que se encontraba en una etapa difícil de su vida, sufría melancolía y fatiga crónica, leyó el artículo, obtuvo más información sobre las hojas de coca y se decidió a probar la cocaína.

Todo un nuevo mundo se abrió ante los ojos de quien años más tarde sería el fundador del psicoanálisis. Se sintió como nunca se había sentido, recomendó tomar la droga a su novia y a sus amigos, la utilizó en su práctica médica y escribió varios artículos ("Über Coca", "Beitrag zur Kenntniss der Cocawirkung", "Nachträge Über Coca", "Über die Allgemeinwirkung des Cocains") que tuvieron amplia difusión y fueron en gran parte los responsables de la popularización de la sustancia. También llegó a sugerir su uso como anestésico, pero su colega Karl Koller se le adelantó y a él se atribuye esta aplicación en las operaciones oculares.

Las aparentemente infinitas aplicaciones terapéuticas de la cocaína causaron una gran euforia en el ámbito de la medicina y la farmacología, lo mismo que había sucedido unos años antes con la hoja de coca. Las compañías farmacéuticas Merck y Parke, y Davis & Company, comenzaron a producirla. El optimismo reinaba por doquier, pero pronto surgieron problemas derivados del abuso, que se hicieron públicos y sirvieron para que los sectores más conservadores exigieran su control. Por ejemplo, se supo que Freud quiso curar con cocaína la adicción a la morfina que su amigo, el profesor Ernst von Fleischl-Marxov, utilizaba para soportar el dolor neuropático que sufría desde hace años. Al principio proporcionó fuerzas al paciente y le permitió reducir la dosis de morfina, pero pronto creció su tolerancia a la droga y tuvo que aumentar considerablemente la cantidad consumida, con lo que acabó sufriendo una sicosis cocaínica y su salud quedó definitivamente arruinada. Es evidente que fue el abuso, en una persona predispuesta por la patología que ya padecía, y no la sustancia en sí, lo que causó estos problemas, pero a los prohibicionistas nunca les han interesado estos pequeños, aunque importantes detalles.

La sustancia se utilizaba para tratar pacientes con patologías psiquiátricas, pero la sustancia también se empezó a consumir para fines recreativos, por ello varias autoridades médicas, entre ellas el doctor Erlenmeyer, afirmaron que la cocaína era una droga perjudicial y que causaba adicción. De todas formas, se siguió vendiendo

libremente en las farmacias, y el buen uso o el abuso se dejó al libre arbitrio de cada uno. El mismo Freud, después de haberla utilizado durante varios años, abandonó su consumo sin ninguna molestia<sup>32</sup>.

Los prohibicionistas fueron sumando fuerzas, y en diciembre de 1914 Estados Unidos aprobó la ley Harrison Act, que regulaba el consumo de varias drogas, entre ellas la cocaína. Gran parte del mundo civilizado quiso seguir el ejemplo, y aunque la Conferencia de La Haya de 1912 no dejó nada decidido porque fue suscrita por pocos países, en 1913 y 1914 se convocaron nuevos encuentros para que la firmaran más. La aplicación de las primeras leyes prohibicionistas podía haber sido bastante irregular a nivel internacional, pero Inglaterra sugirió incorporar los acuerdos de La Haya dentro del Tratado de Versalles, el que puso fin a la Primera Guerra Mundial en 1918, con lo que a hurtadillas se consiguió que prácticamente todos los países suscribieran el acuerdo firmado por unos pocos en 1912. Los subsiguientes tratados internacionales sobre drogas han ido incrementando el control, hasta el extremo de que la Convención Única sobre Estupefacientes de 1961 decretó también la prohibición del uso de la hoja de coca, excepto para fines médicos y científicos<sup>32</sup>.

Los indígenas no entienden por qué esta planta se persigue en sus territorios, ya que no fue por su cultura ni sus costumbres el que los narcotraficantes le den un mal uso su alcaloide, convirtiéndolo en una sustancia destructiva a la salud humana como lo es el clorhidrato de cocaína, siendo una de las causantes de conflictos con el estado y de rechazo por parte de la sociedad colombiana<sup>34</sup>. Para los indígenas la hoja de coca está revestida de religiosidad y se le considera a la planta un elemento sagrado, rodeado de respeto y admiración<sup>35</sup>.

---

<sup>34</sup> HENMAN, ANTHONY (2005), Mamacoca (Un estudio completo de la coca) (Sexta edición), Lima: Juan Gutemberg Editores Impresores IRL, p. 355

<sup>35</sup> ULLOA, Jorge Juan y Antonio, "Noticias secretas de america". Ed. Banco Popular. Bogotá, 1983.

## 1.7 PROYECTO COCA NASA

Coca Nasa se crea en el año de 1999 en la región de Tierradentro en el Cauca, en un resguardo indígena de la comunidad Nasa. Este proyecto se inició como uno de los mecanismos implementados por esta comunidad para afrontar la crisis que se había producido a partir de la erupción del volcán Nevado del Huila en 1994. Para ello se fundó la sociedad Ecooca Ltda, que inició ante el INVIMA los trámites para obtener el registro sanitario necesario para comercializar los productos Coca Nasa, pero este organismo señaló que el registro lo podía realizar el Cabildo o una unión de cabildos, dada la autonomía indígena. En aquel entonces Coca Nasa no estaba constituida como hoy en día, sino que era una propuesta de Fabiola Piñacué y su resguardo indígena de Calderas, se hizo presente en este panorama nacional como defensores de la hoja de coca. Su objetivo era claro, devolver el prestigio a la hoja, preservar su cultura y tradición étnica estrechamente ligada al uso de esta planta como alimento, medicina, cosmovisión, rito y economía sostenible.

Ilustración 2. Logo de la empresa Coca Nasa.



Fuente: cocanasa.org

Fabiola Piñacue vendía aromática de coca en un termo que llevaba a su universidad en Bogotá, así comenzaron a sentirse los primeros vientos de lo que más tarde llegaría a ser Coca Nasa. Comenzaron con la idea de entregar como pueblo indígena a toda Colombia, aromáticas de Coca en su estado natural.

El desconocimiento de la gente en torno a esta planta endémica de los andes y las políticas del Estado colombiano que dificultaba el desarrollo de su emprendimiento. Llegado el año 2002 se hace constancia en el Diario Oficial 45.029 de que se expide el registro de las Aromáticas y se consigna el permiso para el uso de la hoja de

Coca. Dando un avance significativo para constituirse como empresa productora de toda una línea alimenticia y cosmética cuyo ingrediente fundamental como lo es la hoja de Coca. Entre estos productos estaba también la bebida hidratante Coca Sek, alimentos de panadería, el gel de uso tópico Coca Cure, el vino que lleva por nombre Coca Beka, la pasta dental y el jabón.

En el año 2006 Coca Nasa se vio envuelta en litigios legales con una de las marcas capitalistas más fuertes del mundo: The Coca-Cola Company. Esta multinacional interpuso una demanda contra Coca Nasa quienes reclamaban derechos de propiedad de la bebida gaseosa Coca Sek, sobre la palabra Coca, pero, es claro que esta palabra está arraigada a las culturas indígenas que producen la bebida a base de coca como representación del uso ancestral de la misma.

En el año 2010, Fabiola Piñacué fue arrestada en Neiva por poseer unos bultos de Hoja de Coca tostada. Sin embargo, todo se resolvió en que la Hoja debía ser entregada de vuelta a su dueña y que habrían de dejarla en libertad, pues no estaba incurriendo en delito alguno.

Por otro lado, ese mismo año la Dirección Nacional de Estupefacientes financió la campaña nacional “La coca, la marihuana y la amapola matan... no cultives la mata que mata”. Ante ello Fabiola Piñacue interpone una acción de tutela en la que se solicitaba que retiraran esa campaña de los medios puesto que esta campaña atentaba contra la dignidad de los pueblos indígenas cuyo eje ritual y alimenticio es la hoja de coca, que cultivaban y usan desde tiempos ancestrales; Coca Nasa gana la tutela y consigue que la campaña se retire de los medios como se solicitó.

Ese mismo año el INVIMA emite una alerta sanitaria en la cual restringe el consumo de los productos derivados de la hoja de coca solo para las comunidades indígenas, a la cual Coca Nasa presenta una acción de nulidad, con el fin de invalidar la acción ejecutada por el INVIMA logrando que el Consejo de Estado por medio de la sala de lo Contencioso Administrativo, fallará a favor de Coca Nasa haciendo que esta entidad no invalidara el Registro Sanitario y se dejó claro que son la primera y única empresa de alimentos a base de Hoja de Coca en Colombia que cuenta con permiso para uso de esta planta.

No ha sido fácil defender los derechos de las comunidades indígenas, ha sido un reto difícil, pero Coca Nasa con su alcance día a día tiene la finalidad de recordar que Colombia es un país cuya descendencia es de sangre aborígen y en consecuencia el país tiene una cultura mega diversa en torno a costumbres milenarias como lo es el consumo de hoja de coca.

## **2. IDENTIFICACIÓN Y SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA**

En este capítulo se va a enunciar las opciones de materias primas clasificadas por componente para la producción de una barra energética con harina de coca, se contemplan los ingredientes con los que se realizan las barras de cereal y barras energéticas disponibles en el mercado. Se realiza una revisión bibliográfica del proceso de producción de las barras energéticas con la finalidad de establecer el procedimiento para la elaboración de la barra en cuanto a los componentes, proporciones y condiciones de proceso. Posteriormente se realiza la identificación de las características de las materias primas, haciendo un comparativo entre las ventajas y desventajas inherentes a cada opción contemplada según su clasificación, finalmente se realiza la selección de las materias primas mediante matrices de selección que evaluarán la viabilidad del uso de cada materia prima mediante criterios de selección contemplados en la sección 2.3.

### **2.1 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA**

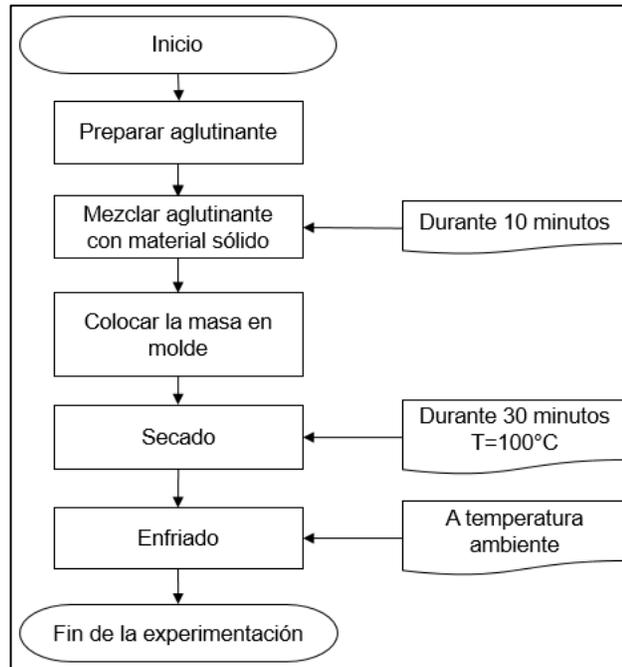
Las barras energéticas son alimentos con alto contenido nutricional; actualmente su producción ha aumentado por su facilidad de producción y como alimento alternativo para personas que tengan jornadas laborales y/o académicas extensas.

La barra energética está compuesta por: harina de coca, aglomerante, componente graso, edulcorante y finalmente frutos secos, semillas y/o cereales que van a hacer parte del cuerpo de la barra.

El primer bloque del proceso consiste en generar una mezcla aglomerante compuesta por un componente graso, edulcorante y un agente aglomerante encargado unir la fase oleosa y el edulcorante, el segundo bloque del proceso consiste en adicionar los granos y demás componentes llamado también cuerpo de la barra a la mezcla aglomerante, de este modo se forma una masa compacta, el tercer bloque del proceso consiste en el prensado o moldeado con el fin de dar forma a las barras, el cuarto bloque del proceso consiste en un secado para dar consistencia a la barra y finalmente un proceso de enfriado. El aglomerante va a conformar cerca del 50% de la barra energética, se caracteriza dar estructura al producto terminado, brinda cohesión a todos los ingredientes que se agregan en el segundo bloque del proceso y brinda buen sabor al producto terminado.

A continuación, se presenta un diagrama de bloques con el proceso de producción general de la barra:

Diagrama 1. Diagrama de bloques de la producción de una barra.



Fuente: Cappella, A. (2016). Desarrollo de una barra de una barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente.

## 2.2 IDENTIFICACIÓN DE MATERIAS PRIMAS PARA LA ELABORACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA

En esta sección se enuncian las materias primas que se tienen en cuenta para la producción de la barra energética con harina de coca; según una revisión bibliográfica cuya finalidad es la recopilar los principales componentes de las barras energéticas comerciales clasificadas también en la normatividad como derivados de cereales, que servirá también a lo largo del proyecto como un referente informativo para los posteriores capítulos y subsecciones del presente documento.

La identificación de las materias primas se realiza de acuerdo a cada componente de la barra energética.

**2.2.1 Harina de coca.** La harina de coca es el producto de la molienda de la hoja de la planta *Erythroxylum Coca*. La planta de coca siempre ha tenido un papel importante en las culturas andinas, tales como rituales en la relación entre los hombres y la naturaleza, agente psicoactivo para inducir trances ceremoniales, como energético para el trabajo, para el trueque entre productos, digestivo, también con fines analgésicos y curativos en intervenciones médicas. Es utilizada en todos estos aspectos desde hace miles de años por culturas andinas como las naciones chibchas, aymaras y quechuas.

Contiene 46,2% de Carbohidratos, 14,4% de fibra vegetal que facilita la digestión, resuelve el estreñimiento, contiene celulosa e insulina, que regula el funcionamiento del páncreas, entre otros nutrientes importantes mostrados en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Valor Nutricional de la coca<sup>36</sup>.

<b>Erythroxylum coca</b>	
Valor nutricional por cada 100 g	
Energía 73 kcal 305 kJ	
<b>Carbohidratos</b>	46,2 g
<b>Fibra alimentaria</b>	14,4 g
<b>Grasas</b>	5,0 g
<b>Proteínas</b>	18,9 g
<b>Agua</b>	6,5 g
Retinol (vit. A)	6.598,68 µg
Tiamina (vit. B <sub>1</sub> )	0,35 mg
Riboflavina (vit. B <sub>2</sub> )	1,91 mg
Niacina (vit. B <sub>3</sub> )	1,3 mg
Ácido pantoténico (vit. B <sub>5</sub> )	0,685 mg
Vitamina B <sub>6</sub>	0,508 mg
Ácido fólico (vit. B <sub>9</sub> )	0,13 µg
Vitamina C	1,4 mg
Vitamina E	29 mg
Calcio	1540 mg
Cobre	1,21 mg
Hierro	45,8 mg
Magnesio	213 mg
Manganeso	6,65 mg
Fósforo	911 mg
Potasio	2,02 mg
Sodio	40,6 mg
Zinc	2,7 mg
% de la cantidad diaria recomendada para adultos.	

Fuente: DUKE, J. (1975). *Nutritional value of coca*.

<sup>36</sup> JAMES A. Duke, David Aulik and Timothy Plowman. "Nutritional value of coca". Botanical Museum Leaflets, Harvard University Vol. 24, No. 6 (October 31, 1975), pp. 113-119.

**2.2.2 Componente graso.** El componente graso es importante para la producción de la barra, es uno de los macronutrientes dentro de las formulaciones comerciales, es una fase oleosa que hace parte del complejo aglomerante junto con el edulcorante y el agente aglomerante. El componente graso aporta una gran cantidad de calorías al igual que el edulcorante, la forma en que la grasa aporta energía es distinta a la del edulcorante, ya que el proceso por el cual una grasa aporta energía es conocido como beta oxidación, que consiste en la oxidación de los ácidos grasos<sup>37</sup>. El componente graso ayuda en el proceso de producción junto con las temperaturas de operación a dar cocción a los demás componentes y reducir el Aw de la barra evitando la proliferación de microorganismos.

En la selección del componente graso se busca que su composición de ácidos grasos, este compuesta en mayor parte por ácidos grasos insaturados, debido a que los ácidos grasos insaturados tienen un poder oxidativo mayor y favorecen la formación de lipoproteínas de alta densidad (colesterol bueno), que son las proteínas encargadas de transportar el colesterol al hígado para su síntesis<sup>38</sup>. Las lipoproteínas de alta densidad (HDL) ayudan a prevenir considerablemente el riesgo de padecer enfermedades cardiovasculares. Por otra parte, si la grasa tiene un alto contenido de ácidos grasos saturados, se consideran poco saludables, debido a que este tipo de ácidos grasos favorecen la formación de lipoproteínas de baja densidad (colesterol malo)<sup>39</sup>, las lipoproteínas de baja densidad (LDL) en exceso provocan un desajuste metabólico lo cual incrementa las probabilidades de padecer enfermedades cardio vasculares<sup>40</sup>.

Para el desarrollo del presente proyecto se tienen en cuenta los aceites y las grasas de origen vegetal debido a que la estructura química de estas es más saludable, ya que la composición de las grasas vegetales son ácidos grasos insaturados. No se contemplan aceites y grasas de origen animal porque en su mayor parte están compuestas por ácidos grasos saturados. En cuanto a condiciones de proceso los aceites y grasas de origen vegetal son más termo resistentes que las de origen animal, soportando la desnaturalización y ciclos repetitivos de calentamiento<sup>41</sup>.

---

<sup>37</sup> DEVLIN, T. M. 2004. Bioquímica, 4ª edición. Reverté, Barcelona.

<sup>38</sup> COLPO, Anthony (2005). «LDL Cholesterol: Bad Cholesterol, or "Bad Science"». *Journal of American Physicians and Surgeons* (en inglés) **10** (3): 83-90.

<sup>39</sup> VENEREO, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista cubana de medicina militar* **31** (2).

<sup>40</sup> KUMAR, MBBS, MD, FRCPath, V.; Abul K. Abbas, MBBS, Nelson Fausto, MD and Jon Aster, MD (2009). «Ch.11 Blood vessels: Atherosclerosis». En Saunders (Elsevier). *Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease* (8th edición). ISBN 978-1-4160-3121-5.

<sup>41</sup> RAMÍREZ, C., Gómez, B., Suaterna, A., Martínez, J., Cardona, L. y Rojano, B. (2012). Contenido de compuestos polares totales en aceites de cocina previo uso más vendidos en Medellín (Colombia). *Perspectivas en nutrición humana*, **14**(1). 59-69.

Las materias primas que se tienen en cuenta para el componente graso son: aceite de canola, aceite de girasol, aceite de palma, aceite de soya y margarina.

En el siguiente cuadro se exponen las ventajas y desventajas que brinda cada materia prima contemplada para el componente graso para el desarrollo del presente proyecto:

Cuadro 2. Ventajas y desventajas para los componentes grasos.

<b>Materia prima</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Referencias</b>
Aceite de canola	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Desarrolla un olor agradable cuando es utilizado para freír.</li> <li>- Tiene larga vida útil.</li> <li>- Está compuesto mayoritariamente por ácidos grasos insaturados</li> <li>- Es el aceite vegetal con mayor contenido de omega 3.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su costo es elevado.</li> <li>- No es recomendable usarlo para freír.</li> <li>- Consume las reservas de vitamina E del cuerpo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIAN<sup>42</sup>.</li> <li>- Fundación española de la nutrición<sup>43</sup>.</li> <li>- Efecto de compuestos fenólicos presentes en aceites sometidos a un proceso estandarizado de fritura, sobre la respuesta postprandial de personas obesas<sup>44</sup>.</li> </ul>
Aceite de girasol	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Está compuesto en su gran parte por ácidos grasos insaturados</li> <li>- Es rico en omega 6.</li> <li>- Es un fuerte antioxidante.</li> <li>- Tiene larga vida útil.</li> <li>- Tiene un costo moderado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- No es recomendable utilizarlo para freír.</li> <li>- Es necesario complementarlo con alimentos con omega 3 para que el omega 6 pueda sintetizarse en el metabolismo.</li> <li>- Puede generar un cuadro alérgico al consumidor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio del valor nutritivo de la semilla de girasol entera descascarillada en raciones de pollos broiler y su efecto sobre la concentración de ácidos grasos en la grasa abdominal<sup>45</sup>.</li> <li>- Fundación española de la nutrición<sup>46</sup>.</li> <li>- Empresa Team®<sup>47</sup>.</li> </ul>

<sup>42</sup> DIAN. Colombia Circular interna. [Sitio web] [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Decreto%20000005%20de%2027-02-2018.pdf#search=ACEITE%20DE%20PALMA%202018>

<sup>43</sup> FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN. Aceite de colza, Madrid, España. [Sitio web] [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/aceitecolza.pdf>

<sup>44</sup> PÉREZ, A. (2012). Efecto de compuestos fenólicos presentes en aceites sometidos a un proceso estandarizado de fritura, sobre la respuesta postprandial de personas obesas (tesis doctoral). Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

<sup>45</sup> ARIJA, I., Viveros A., Brenes, A. y Canales, R. (1999). Estudio del valor nutritivo de la semilla de girasol entera descascarillada en raciones de pollos broiler y su efecto sobre la concentración de ácidos grasos en la grasa abdominal. Archivos de zootecnia 48 (183). 249-259.

<sup>46</sup> FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN. Op. cit, p. 45

<sup>47</sup> EMPRESA TEAM. Inicio y Contacto. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://team.co/>

Cuadro 2. (continuación)

Materia prima	Ventajas	Desventajas	Referencias
Aceite de palma	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un costo es bajo.</li> <li>- Tiene larga vida útil.</li> <li>- Es el aceite vegetal más producido en Colombia.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene alto contenido de ácidos grasos saturados.</li> <li>- Favorece el desarrollo de enfermedades cardiovasculares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIAN<sup>48</sup></li> <li>- Efectos del consumo de aceites termo-oxidados sobre la peroxidación lipídica en animales de laboratorio<sup>49</sup>.</li> </ul>
Aceite de soya	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Está compuesto en su gran parte por ácidos grasos insaturados.</li> <li>- Tiene larga vida útil.</li> <li>- Es rico en omega 3 y omega 6.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su costo es elevado.</li> <li>- Puede generar un cuadro alérgico al consumidor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- DIAN<sup>50</sup>.</li> <li>- Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano<sup>51</sup>.</li> </ul>
Margarina	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Su estructura química le permite estar en una forma sólida a temperatura ambiente.</li> <li>- Ayuda a la cohesión de la mezcla aglomerante.</li> <li>- Es rica en vitaminas.</li> <li>- Está compuesta en su gran parte por ácidos grasos insaturados.</li> <li>- Su costo es bajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un 18% de agua en su estructura.</li> <li>- Requiere un tratamiento para la fundición en el proceso.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corabastos<sup>52</sup>.</li> <li>- Fundación española de la nutrición<sup>53</sup>.</li> <li>- ¿Mantequilla o margarina? Diez años después<sup>54</sup>.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

<sup>48</sup> DIAN. Normatividad en aceites. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Decreto%20000005%20de%2027-02-2018.pdf#search=ACEITE%20DE%20PALMA%202018>

<sup>49</sup> ABILÉS, J., Ramón, N., Moratalla, G., Pérez, R., Morón, J. y Ayala, A. (2009). Efectos del consumo de aceites termo-oxidados sobre la peroxidación lipídica en animales de laboratorio. *Nutrición hospitalaria* 24 (4).

<sup>50</sup> DIAN. Op, cit., p. 46.

<sup>51</sup> JIMÉNEZ, A. (2007). Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano. *Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes* (37).

<sup>52</sup> BOLETÍN DIARIO DE PRECIOS. Precios históricos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/crearpdf.php>

<sup>53</sup> FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN. Propiedades de la margarina. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/margarina.pdf>

<sup>54</sup> VALENZUELA, A., Yáñez, C., y Golusda, C. (2010). ¿Mantequilla o margarina? Diez años después. *Revista chilena de nutrición* 37 (4). 505-513.

**2.2.3 Edulcorante.** Los edulcorantes son uno de los componentes más importantes de las barras energéticas comerciales, hace parte de los macronutrientes dentro de la formulación, cumplen funciones nutricionales y estructurales importantes, al igual que el componente graso, hace parte del complejo aglomerante, aporta una gran cantidad de energía, puesto que la gran mayoría de ellos son carbohidratos<sup>55</sup>. La energía obtenida a partir de estas moléculas se debe al catabolismo, que es la oxidación de la glucosa, este proceso es realizado en la mitocondria de las células del cuerpo humano<sup>56</sup>. El edulcorante mejora la palatabilidad de los productos a los cuales son añadidos, resaltando el sabor de algunos componentes y ocultando sabores desagradables. Además, el edulcorante es el responsable de la mayor parte de las propiedades organolépticas de la barra.

Los edulcorantes difieren en la disponibilidad energética debido a que no todos poseen los mismos carbohidratos y no se sintetizan de la misma forma, es decir que también difieren respecto a la biodisponibilidad de la molécula.

Las materias primas que se tienen en cuenta para edulcorante son: azúcar refinada, miel de abejas, melaza y panela.

El siguiente cuadro expone las ventajas y desventajas que brinda cada materia prima contemplada para el componente graso para el desarrollo del presente proyecto:

---

<sup>55</sup> CABEZAS, C., Hernández, B. y Vargas M. (2016). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. Revista de la facultad de medicina 64 (2). 319-329.

<sup>56</sup> REECE, Jane; Urry, Lisa; Cain, Michael; Wasserman, Steven; Minorsky, Peter; Jackson, Robert (2011). Campbell biology / Jane B. Reece. [et al.]. (9th ed. edición). Boston: Benjamin Cummings. pp. 164-181.

Cuadro 3. Ventajas y desventajas de edulcorantes.

Materia prima	Ventajas	Desventajas	Referencias
Azúcar refinada	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un contenido muy bajo de agua.</li> <li>- Alto poder edulcorante.</li> <li>- Permite incrementar y reponer los depósitos de glucógeno.</li> <li>- Tiene un costo moderado.</li> <li>- La oferta en el país es alta.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un producto procesado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Asocaña<sup>57</sup>.</li> <li>- El azúcar en los distintos ciclos de la vida: desde la infancia hasta la vejez<sup>58</sup>.</li> </ul>
Miel de abejas	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un valor nutricional elevado.</li> <li>- Está en fase líquida.</li> <li>- Tiene larga vida útil.</li> <li>- Está compuesta por varios tipos de carbohidratos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un costo es alto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La miel de abeja y su importancia<sup>59</sup>.</li> <li>- Empresa productos el dorado<sup>60</sup>.</li> </ul>
Melaza	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un alto contenido de potasio y fósforo.</li> <li>- Está en fase líquida.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un contenido de agua alto frente a los otros edulcorantes.</li> <li>- Su producción está orientada a consumo animal.</li> <li>- Tiene un costo alto.</li> <li>- Favorece el crecimiento de microorganismos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Empresa Riopaila Castilla<sup>61</sup>.</li> <li>- Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de <i>Lactobacillus plantarum</i><sup>62</sup>.</li> </ul>

<sup>57</sup> ASOCIACIÓN DE CULTIVADORES DE CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA. Precios disponibles según cultivadores. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.asocana.org/Default.aspx>

<sup>58</sup> PARTEARROYO, T., Sánchez, E. y Varela, G. (2013). El azúcar en los distintos ciclos de la vida: desde la infancia hasta la vejez. *Nutrición hospitalaria* 28 (4).

<sup>59</sup> ULLOA, J., Mondragón, P., Rodríguez, R., Reséndiz, J. y Rosas, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente Año* 2 (4).

<sup>60</sup> EMPRESA DISTRIBUIDORA DE MIEL PRODUCTOS EL DORADO. Productos disponibles. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://productoseldorado.com/index.php?id=6>

<sup>61</sup> EMPRESA RIOPAILA CASTILLA. Contacto. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.riopaila-castilla.com/productos/melaza-de-cana/>

<sup>62</sup> OSSA, J., Vanegas, M. y Badillo, A. (2010). Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 13 (1). 97-104.

Cuadro 3. (Continuación)

Materia prima	Ventajas	Desventajas	Referencias
Panela	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un costo bajo.</li> <li>- Tiene un alto contenido de potasio y fosforo.</li> <li>- La oferta en el país es alta.</li> <li>- Es un producto poco procesado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un contenido de agua alto frente a los otros edulcorantes.</li> <li>- Cambia sus propiedades organolépticas cuando se lleva a estado líquido.</li> <li>- Tiene un punto de fusión elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Corabastos<sup>63</sup>.</li> <li>- Fedepanela<sup>64</sup></li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

**2.2.4 Agente aglomerante.** Los agentes aglomerantes son sustancias que se caracterizan por ser un cofactor que ayuda a unir las fases de la mezcla aglomerante, en el caso de este proyecto edulcorante junto con la grasa, ya que ambas fases son insolubles, el aglomerante logra dar cohesión a las fases involucradas, las barras comerciales usan aglomerantes artificiales como la goma xantana, para el desarrollo de este proyecto se busca que la barra sea lo más natural posible, según la revisión bibliográfica realizada las harinas provenientes de cereales son buenos postulantes para ser los agentes aglomerantes y sin lugar a duda su aporte nutricional elevado convierte esta propuesta de aglomerante como una materia prima funcional.

Las materias primas contempladas para agente aglomerante son: harina de avena, harina de maíz y harina de trigo.

En el siguiente cuadro se expone las ventajas y desventajas que brinda cada materia prima contemplada para agente aglomerante para el desarrollo del presente proyecto:

<sup>63</sup> BOLETÍN DIARIO DE PRECIOS. Precios de corabastos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/crearpdf.php>

<sup>64</sup> FEDEPANELA. Precios de la panela. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fedepanela.org.co/index.php/publicacion/blog/107-los-secretos-nutricionales-de-la-panela>

Cuadro 4. Ventajas y desventajas de edulcorantes.

Materia prima	Ventajas	Desventajas	Referencias
Harina de avena	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es de las más usadas en la industria de las barras energéticas y barras de cereal.</li> <li>- Tiene un alto valor nutricional.</li> <li>- Alto contenido de lípidos y proteínas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un costo alto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización fisicoquímica, reológica y funcional de harina de avena (Avena sativa L. cv Bachíniva) cultivada en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua<sup>65</sup>.</li> </ul>
Harina de maíz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto contenido de carbohidratos.</li> <li>- Tiene un costo moderado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La procedencia de maíz puede ser transgénico lo que puede generar cuadros alérgicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio de las propiedades térmicas de harinas de maíz producidas por tratamiento térmico- alcalino<sup>66</sup></li> </ul>
Harina de trigo	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto contenido de carbohidratos.</li> <li>- Tiene un costo bajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Alto contenido de gluten, es decir contenido alérgico.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Caracterización física de harina de trigo y pan mediante determinación de calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico<sup>67</sup>.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

<sup>65</sup> FLORES, F., Lozano, F., Ramos, A., Salgado, R., Guerrero, V., Ramírez, S., Bello, L. y Zamudio, P. (2013). Caracterización fisicoquímica, reológica y funcional de harina de avena (Avena sativa L. cv Bachíniva) cultivada en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua. *Tecnociencia Chihuahua* 8 (3).

<sup>66</sup> PINEDA, P., Coral, D., Ramos, D. y Rosales, A. (2011). Estudio de las propiedades térmicas de harinas de maíz producidas por tratamiento térmico- alcalino. *Ingeniería y Ciencia* 7 (14). 119-142.

<sup>67</sup> MONTOYA, J., Giraldo, G. y Lucas, J. (2012). Caracterización física de harina de trigo y pan mediante determinación de calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico. *Vitae* 19 (1). 417-419.

**2.2.5 Cuerpo de la barra.** El cuerpo de la barra está compuesto por frutos secos, cereales y semillas, para el desarrollo de este proyecto, estos van a cumplir una función estructural y nutricional, se buscan frutos secos, cereales y semillas se caractericen por brindar un aporte proteico y calórico alto, adicionalmente en cuanto a propiedades organolépticas se busca que estos ayuden a mejorar propiedades físicas como la textura, propiedades auditivas como el factor crocante del producto, propiedades gustativas como el sabor, propiedades olfatorias como el olor, propiedades visuales como la apariencia y en cuanto a granulométrica se buscan materias primas que ocupen un mayor volumen en el cuerpo de la barra para disminuir costos de producción. Se van a evaluar los frutos secos, semillas y cereales de uso ancestral o que se estén usando en las barras energéticas presentes en el mercado.

Las materias primas que se contemplan para el cuerpo de la barra son las siguientes: almendra, arándano rojo seco, arroz pop o inflado, hojuelas de avena, hojuelas de maíz, maní, marañón, quínoa y uva pasa.

El cuadro siguiente expone las ventajas y desventajas que brinda cada materia prima contemplada para el cuerpo de la barra para el desarrollo del presente proyecto:

Cuadro 5. Ventajas y desventajas de materias primas contempladas para el cuerpo de la barra.

Materia prima	Ventajas	Desventajas	Referencias
Almendra	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son una buena fuente de fibra y grasa.</li> <li>- Aporta aminoácidos esenciales para el organismo.</li> <li>- Para su producción se requiere mucha agua.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede generar un cuadro alérgico al consumidor.</li> <li>- Tiene un costo elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL- colesterol<sup>68</sup>.</li> <li>- Empresa Insualimentos<sup>69</sup>.</li> </ul>
Arándano rojo seco	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un sabor característico.</li> <li>- Tiene un alto contenido de nutrientes y antioxidantes.</li> <li>- Tiene propiedades antisépticas y antibacterianas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un costo elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Arándano rojo I (Vaccinium macrocarpon Ait.)<sup>70</sup>.</li> <li>- Empresa Insualimentos<sup>71</sup>.</li> </ul>

<sup>68</sup> LÓPEZ, R. y Ureña, J. (2012). Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL- colesterol. Revista costarricense de salud pública 21 (2). 87-91.

<sup>69</sup> EMPRESA INSUALIMENTOS. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

<sup>70</sup> GARRIDO, M. (2014). Arándano rojo I (Vaccinium macrocarpon Ait.). Reduca (Biología). Serie Botánica. 7 (2). 100-112

<sup>71</sup> EMPRESA INSUALIMENTOS. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

Cuadro 5. (Continuación)

<b>Materia prima</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Referencias</b>
Arroz pop o inflado	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporta al volumen de la barra.</li> <li>- Aporta al factor crocante de la barra.</li> <li>- Tiene un costo moderado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La oferta de arroz pop es baja.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificación europea de mercancías<sup>72</sup>.</li> <li>- Empresa Procearroz S.A.<sup>73</sup>.</li> </ul>
Hojuelas de avena	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporta al volumen de la barra.</li> <li>- Ayuda a aglomerar los demás ingredientes.</li> <li>- Alto contenido de lípidos y proteínas.</li> <li>- Alto contenido de fibra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene un costo elevado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena<sup>74</sup>.</li> <li>- Alimentos Polar S.A.S.<sup>75</sup></li> </ul>
Hojuelas de maíz	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Aporta al volumen de la barra.</li> <li>- Tiene un costo bajo.</li> <li>- Aporta al factor crocante de la barra</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede contener trazas de alérgenos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Estudio del valor nutritivo de hojuelas de maíz bajo una perspectiva interdisciplinaria de las ciencias<sup>76</sup>.</li> <li>- Empresa Vital grains S.A.S.<sup>77</sup></li> </ul>
Maní	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Son una fuente rica en grasa y carbohidratos.</li> <li>- Tienen alto poder antioxidante.</li> <li>- Tiene un costo moderado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede generar un cuadro alérgico al consumidor.</li> <li>- Es un alimento muy concentrado y puede provocar indigestión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL-colesterol<sup>78</sup>.</li> </ul>

<sup>72</sup> CLASIFICACIÓN EUROPEA DE MERCANCÍAS. Referencia para arroz inflado. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2013/may/tradoc\\_151317.pdf](http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2013/may/tradoc_151317.pdf)

<sup>73</sup> Empresa PROCEARROZ S.A. Proceso del arroz. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://procearrozsa.blogspot.com/>

<sup>74</sup> GÓMEZ, A., Ceballos, I., Ruiz, E., Rodríguez, P., Valero, T., Ávila, J. y Varela, G. (2017). Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena. Fundación española de la nutrición. Madrid, España.

<sup>75</sup> ALIMENTOS POLAR S.A.S. Catálogo de alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://empresasolar.com/negocios-y-marcas/alimentos-polar-colombia>

<sup>76</sup> PÉREZ, F., Chacón, Y., Torres, R., Gómez, D. y Palma, J. (2012). Estudio del valor nutritivo de hojuelas de maíz bajo una perspectiva interdisciplinaria de las ciencias. Revista QuímicaViva (2). 129-143.

<sup>77</sup> EMPRESA VITAL GRAINS S.A.S. Productos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.cerealesydesidratados.com/productos-1>

<sup>78</sup> LÓPEZ, R. y Ureña, J. (2012). Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL- colesterol. Revista costarricense de salud pública 21 (2). 87-91.

Cuadro 5. (Continuación)

<b>Materia prima</b>	<b>Ventajas</b>	<b>Desventajas</b>	<b>Referencias</b>
Marañón	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es un fruto amazónico que la comunidad de Calderas, Cauca puede cultivar.</li> <li>- Tiene un alto contenido de antioxidantes y nutrientes.</li> <li>- Es rica en grasas y proteínas vegetales.</li> <li>- Tiene un precio moderado.</li> <li>- Tiene un contenido de agua muy bajo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Puede generar un cuadro alérgico al consumidor.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Elaboración de mantequilla a base de semilla de marañón<sup>79</sup>.</li> <li>- Empresa Insualimentos<sup>80</sup>.</li> </ul>
Quínoa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Es una semilla amazónica que la comunidad de Calderas, Cauca puede cultivar o adquirir más fácilmente.</li> <li>- Aporta aminoácidos esenciales para el organismo.</li> <li>- Tiene un alto contenido de hidratos de carbono y hierro.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Se requiere conseguir semillas desaponificadas, lo que eleva su costo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- La Quínoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial<sup>81</sup>.</li> <li>- Coca Nasa<sup>82</sup></li> </ul>
Uva pasa	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tiene una gran cantidad de hidratos de carbono.</li> <li>- Tiene un costo moderado.</li> <li>- Tiene poder antioxidante.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sabor agridulce.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Pasas de uva de bajas calorías obtenidas por deshidratación combinada: optimización del proceso y evaluación de la eficiencia antioxidante<sup>83</sup>.</li> <li>- Empresa Insualimentos<sup>84</sup>.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

<sup>79</sup> BARTUANO, L., Castulovich, B., Franco, J, González, M. y Correa J. (2016). Elaboración de mantequilla a base de semilla de marañón. Revista de iniciación científica 2 (1). 7-11.

<sup>80</sup> EMPRESA INSUALIMENTOS. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

<sup>81</sup> ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN. La Quínoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>

<sup>82</sup> EMPRESA COCA NASA. Inicio y contacto. [Sitio web]. [Consultado el 8 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://cocanasa.org/>

<sup>83</sup> LABORDE, M., Barreto, G. y Pagano A. (2015). Pasas de uva de bajas calorías obtenidas por deshidratación combinada: optimización del proceso y evaluación de la eficiencia antioxidante. Avances en Ciencias e Ingeniería 6(1). 17-30.

<sup>84</sup> EMPRESA INSUALIMENTOS. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

## **2.3 SELECCIÓN DE MATERIAS PRIMAS**

En esta sección se realiza la selección de las materias primas de cada componente de la barra energética con harina de coca, se hace uso de matrices de selección, las cuales contemplan cuatro criterios, los cuales permiten descartar las materias primas que no se utilizarán para el desarrollo del presente proyecto. Los criterios que se van a utilizar son: Propiedades fisicoquímicas, propiedades organolépticas, costo y valor nutricional.

Las propiedades fisicoquímicas es un criterio que contempla condiciones físicas y químicas que pueden desfavorecer o favorecer las condiciones del producto terminado. Además, contempla los aportes que puede brindar cada materia prima a los aspectos nutricionales y estructural del producto.

Las propiedades organolépticas son un criterio que contempla las características sensoriales de cada materia prima, este criterio tiene en cuenta el sabor, color, olor entre otras características.

El costo es un criterio que contempla viabilidad financiera, en cuanto al capital de trabajo requerido por Coca Nasa y el flujo de caja necesario para mantener la producción, los costos relacionados en este documento han sido consultados por diversas fuentes fidedignas de información como la Dian (Departamento de Impuestos y Aduanas nacionales), Corabastos o directamente con el proveedor de la materia prima.

El valor nutricional es un criterio que tiene en cuenta el desarrollo de formulación, puesto que este criterio está fundamentado en características intrínsecas de la materia prima que aportan nutrientes esenciales para que la barra sea considerada "Energética", que cumpla con la legislación colombiana como un alimento balanceado y salubre, como el aporte de calórico, proteico, vitamínico. En cuanto a inocuidad se busca desde el diseño de la formulación que contenido de agua sea bajo.

Las calificaciones de los criterios de selección serán evaluadas numéricamente de 1 a 3 en las matrices de selección y escalados siendo 1 el menos favorable proyecto y 3 que genera mayor viabilidad al proyecto entre las diferentes materias primas, las interpretaciones se presentan en la en el cuadro 6.

Cuadro 6. Calificación de los criterios de selección.

Calificación	Costo	Valor nutricional	Propiedades fisicoquímicas	Propiedades organolépticas
1	Costo alto	Insaludable	Favorabilidad baja	Desagradable
2	Costo medio	Saludable	Favorabilidad media	Agradable
3	Costo bajo	Funcional	Favorabilidad alta	Muy agradable

Fuente: Elaboración propia

Para la selección de cada una de los componentes de la barra energética con harina de coca se tiene en cuenta las ventajas y desventajas enunciadas en la sección 1.2.

**2.3.1 Selección del componente graso.** Para la selección del componente graso entre las materias primas contempladas en sección anterior del presente capítulo se utilizó una matriz de selección con tres criterios de selección, estos son: Propiedades fisicoquímicas, costo y valor nutricional.

En las propiedades fisicoquímicas de cada materia prima se requiere que ayude a la mezcla aglomerante en su función, en el caso del componente graso se busca que sea denso con una temperatura fusión alta con el fin de aumentar ese poder aglomerante a temperatura ambiente es decir 25°C.

El costo de las materias primas se encuentra en rangos desde 2,1 millones COP/tonelada métrica hasta 2,7 millones COP/tonelada métrica, todos estos costos fueron escalados a los niveles de calificación de la matriz de selección.

En el valor nutricional del componente graso se busca que el aporte energético alto, el aporte calórico de cada componente de la matriz fue escalado a los niveles de calificación para el criterio.

Los resultados de la selección se encuentran consolidados en el cuadro 7.

Cuadro 7. Matriz de selección componente graso.

1		Componente graso				
Criterios	Ponderación	Aceite de canola	Aceite de girasol	Aceite de Palma	Aceite de Soya	Margarina
Propiedades fisicoquímicas	50%	2	2	2	2	3
Costo	30%	2	1	3	1	2
Valor nutricional	20%	2	2	1	3	3
<b>Resultado</b>		<b>2,00</b>	<b>1,70</b>	<b>2,10</b>	<b>1,90</b>	<b>2,70</b>

Fuente: Elaboración propia

Se selecciona la margarina según la matriz de selección de componente graso por sus propiedades fisicoquímicas, ya que brinda mejor poder aglomerante, ya que a temperatura ambiente se encuentra en estado sólido, y esta propiedad ayuda al momento de la solidificación de la barra, otro parámetro que elevo su calificación en la matriz fue la resistencia térmica, tiene un costo medio frente a las demás materias primas contempladas y en cuanto al valor nutricional, tiene un aporte calórico significativo, no es el más alto dentro de las materias primas contempladas, pero a diferencia de las otras materias primas tiene un aporte vitamínico, lo que lo hace considerar un alimento funcional.

**2.3.2 Selección del edulcorante.** Para la selección del edulcorante se tendrán en cuenta los 4 criterios de selección, puesto que las propiedades organolépticas son un parámetro importante dentro de la selección, entre ellas se tiene en cuenta el poder edulcorante.

Las propiedades fisicoquímicas se contempla el contenido de agua, el estado en que se encuentre (sólido o líquido), puesto estas condiciones pueden favorecer el proceso de producción.

La propiedad organoléptica en el caso del edulcorante se calificará en función a su poder edulcorante.

Los costos de las materias primas contempladas se encuentran en rangos desde 950 COP/kilogramo hasta 21.000 COP/kilogramo, todos estos costos fueron escalados a los niveles de calificación de la matriz de selección.

El valor nutricional se calificará en función al aporte calórico principalmente, puesto que la energía aportada a la barra, el del edulcorante es la que tiene una biodisponibilidad instantánea en el organismo a diferencia del componente graso.

Los resultados de la selección se encuentran consolidados en el cuadro 8.

Cuadro 8. Matriz de selección edulcorante.

2		Edulcorante			
Criterios	Ponderación	Azúcar refinada	Melaza	Miel	Panela
Propiedades fisicoquímicas	30%	2	3	3	1
Propiedades Organolépticas	30%	3	1	2	1
Costo	20%	2	2	2	3
Valor nutricional	20%	2	2	3	3
<b>Resultado</b>		2,30	2,00	2,50	1,80

Fuente: Elaboración propia

Se seleccionaron 2 materias primas puesto que a pesar de solo requerir un agente edulcorante, se requiere también un agente humectante por la cantidad de grasa que contiene el producto terminado, en este caso después de la revisión bibliográfica, la miel cumple esta función, en cuanto al azúcar refinada como parte del complejo aglomerante, tiene un precio medio, su contenido de humedad es el más bajo de todas las materias primas contempladas, lo que ayuda a mitigar la proliferación de microorganismos y el azúcar refinada tiene mayor poder edulcorante.

**2.3.3 Selección del agente aglomerante.** Para la selección del agente aglomerante se seleccionará una sola materia prima para dar homogeneidad a la mezcla y no tener gradientes de color/sabor en el complejo aglomerante, las materias primas contempladas se evalúan bajo tres criterios de selección; Propiedades fisicoquímicas, costo y valor nutricional.

Las propiedades fisicoquímicas tienen en cuenta el poder aglomerante de cada una de las materias primas contempladas, esto en cuanto al contenido de proteínas que favorece la reacción de Maillard que es la encargada de generar el complejo aglomerante.

El costo de las materias primas contempladas se encuentra en rangos desde 3.000 COP/kilogramo hasta 10.000 COP/kilogramo, todos estos precios fueron escalados a los niveles de calificación de la matriz de selección.

El valor nutricional fue evaluado según la tabla nutricional de cada materia prima, las principales características contempladas fueron el aporte calórico y el aporte proteico de cada una de ellas.

Los resultados de la selección se encuentran consolidados en el cuadro 9.

Cuadro 9. Matriz de selección agente aglomerante.

3		Agente aglomerante		
Criterios	Ponderación	Harina de maíz	Harina de avena	Harina de trigo
Propiedades fisicoquímicas	50%	2	3	2
Costo	30%	3	1	3
Valor nutricional	20%	2	3	2
<b>Resultado</b>		<b>2,3</b>	<b>2,4</b>	<b>2,3</b>

Fuente: Elaboración propia

Dentro de todas las materias primas contempladas según la calificación de la matriz de selección 3, se elige la harina de avena, en cuanto a valor nutricional es la que más aporte proteico tiene frente a todas las demás, posee en su estructura química un aporte calórico significativo y de las tres alternativas contempladas es la que menos contenido de gluten tiene, en cuanto a propiedades fisicoquímicas la cantidad de proteína aportada es una variable importante al momento de aglomerar la mezcla, ya que el principio de funcionamiento se da por medio de la reacción de Maillard, que se da entre los azúcares presentes en la mezcla aglomerante y las proteínas del agente aglomerante, esto ayuda a generar mayor cohesión entre la mezcla.

**2.3.4 Selección del cuerpo de la barra.** De las materias primas contempladas para cuerpo de la barra se seleccionan 6 de ellas, con el fin dar una gama de sabores más amplia a la barra y diferentes tamaños de partícula, lo que a su vez ayuda a generar más porosidad al cuerpo y volumen ocupado por la misma.

Para la selección se contemplan 4 criterios de selección. Estos son Propiedades fisicoquímicas, organolépticas, costo y valor nutricional.

Las propiedades fisicoquímicas que se tienen en cuenta son el volumen de cada materia prima y el contenido de agua.

Las propiedades organolépticas tienen en cuenta el sabor de cada una de las materias primas y el factor crocante que pueda brindar cada una de ellas al producto terminado.

El costo de las materias primas se encuentra en rangos desde 4.000 COP/kilogramo hasta 60.000 COP/kilogramo, todos estos precios fueron escalados a los niveles de calificación de la matriz de selección.

En el valor nutricional se observó que las materias primas contempladas según sus componentes nutricionales son similares, pero a la hora de la selección los frutos, cereales o semillas que tengan alguna propiedad que los vuelve funcional.

Los resultados de la selección se encuentran en el cuadro 10.

Cuadro 10. Matriz de selección del cuerpo de la barra.

4		Cuerpo de la barra				
Criterios	Ponderación	Almendra	Arándano Rojo seco	Arroz pop o inflado	Hojuelas de avena	Hojuelas de maíz
Propiedades fisicoquímicas	30%	1	3	3	3	3
Propiedades Organolépticas	30%	2	3	3	3	2
Costo	20%	2	1	2	3	3
Valor nutricional	20%	3	3	3	3	2
<b>Resultado</b>		<b>1,90</b>	<b>2,60</b>	<b>2,80</b>	<b>3,00</b>	<b>2,50</b>
Criterios	Ponderación	Maní	Marañón	Quínoa	Uvas Pasas	
Propiedades fisicoquímicas	30%	1	3	3	2	
Propiedades Organolépticas	30%	2	2	2	2	
Costo	20%	3	1	2	2	
Valor nutricional	20%	2	3	3	2	
<b>Resultado</b>		<b>1,90</b>	<b>2,30</b>	<b>2,50</b>	<b>2,00</b>	

Fuente: Elaboración propia

Se seleccionaron las materias primas y se observa que cada una de ellas tiene un aporte proteico y calórico alto, sus factores diferenciadores fueron componentes que los vuelven alimentos funcionales, como aportes de micronutrientes esenciales como vitaminas y minerales. El maní y las almendras fueron descartados frente a un criterio clave en cuanto disponibilidad como criterio diferenciador, ya que el marañón es un fruto seco amazónico, que, si bien en el mercado tiene un costo elevado, el marañón se da en el Cauca, los indígenas Nasa podrían llegar a cultivarlo y de no cultivarlo al menos conseguirlo a un precio más bajo que el que se ve en el mercado, también tiene un aporte nutricional elevado.

**2.3.5 Materias primas seleccionadas.** Las materias primas seleccionadas fueron las que obtuvieron las mejores calificaciones en las matrices de selección expuestas anteriormente. A continuación, en la tabla 1 se presentan las materias primas seleccionadas para la elaboración de la barra de coca con harina de coca:

Tabla 1. Tabla resumen de selección de materias primas para la elaboración de la barra energética con harina de coca.

<b>Componente de la barra energética</b>	<b>Materia prima</b>
Componente graso	Margarina
Edulcorante	Azúcar refinada
	Miel
Agente aglomerante	Harina de avena
	Arándano rojo seco
	Arroz pop o inflado
	Hojuelas de avena
Cuerpo de la barra	Hojuelas de maíz
	Marañón
	Quínoa

Fuente: Elaboración propia

### **3. CARACTERIZACIÓN Y FORMULACIÓN DE UNA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA A NIVEL DE LABORATORIO**

En este capítulo se desarrolla la caracterización fisicoquímica de la harina de coca, con el fin de establecer las propiedades de este coproducto, que será de utilidad para establecer las condiciones del proceso que son caso de estudio del capítulo 5 del presente documento, este desarrollo experimental esta detallado en cada una de las secciones del presente capítulo, también se realizara el desarrollo de la formulación de la barra partiendo de formulaciones establecidas previamente mediante la revisión bibliográfica, de esta forma estableciendo la aceptabilidad o rechazo del producto terminado mediante propiedades organolépticas y/o fisicoquímicas, una vez se establece la formulación final se somete a pruebas bromatológicas y microbiológicas para determinar condiciones de proceso e inocuidad del producto terminado mediante la norma NTC 3594 “Productos de molinería. Harina precocida de maíz para consumo humano”.

#### **3.1 CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE COCA PRODUCIDA POR COCA NASA**

Esta sección detalla las pruebas granulométricas y fisicoquímicas realizadas a la harina de coca producida por la empresa Coca Nasa, la cual es destinada para la elaboración de las barras energéticas. Las pruebas realizadas a la harina de coca son: Determinación de densidad aparente, densidad aparente empacada, granulometría, índice de absorción de agua, índice de solubilidad en agua, poder de hinchamiento, humedad y cenizas.

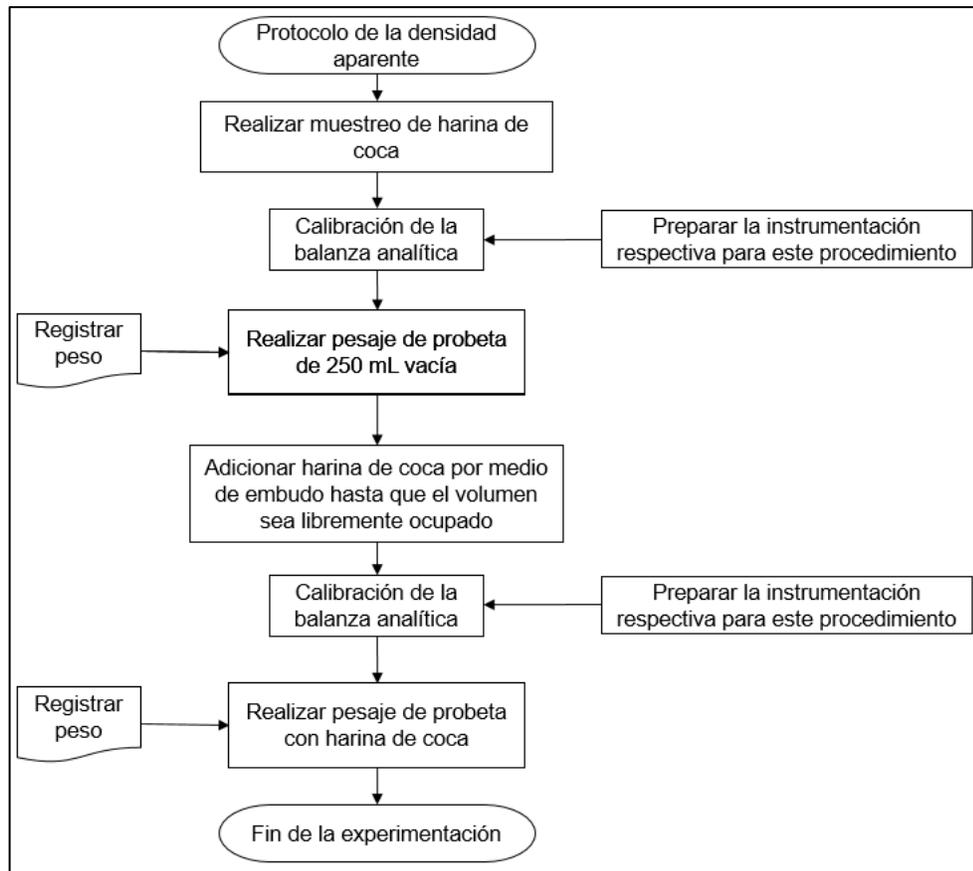
Se realiza esta caracterización debido a que son pruebas estipuladas en la NTC 2160 “Productos de molinería. Harina de avena precocida para consumo humano”, se realizan las pruebas de acuerdo a esta norma por lo que no hay normativa vigente para caracterización de harina de coca.

**3.1.1 Determinación de la densidad aparente de la harina de coca.** Se realizó la determinación de la densidad aparente de la harina de coca según Smith, (1967)<sup>85</sup>; se toma una muestra de 50 gramos de harina de coca, se pesa probeta con un volumen de 250ml, se pesa la probeta vacía, luego se adiciona harina de coca con una granulometría de 0,152 mm por medio de un embudo hasta que el volumen este libremente completado.

---

<sup>85</sup> SMITH RJ (1964) Methods in Carbo-hydrate Chemistry. Vol. IV. Aca-demy Press. Nueva York, EEUU. pp. 101-103.

Diagrama 2. Protocolo de laboratorio para determinación de densidad aparente de la harina de coca.



Fuente: Elaboración propia

Luego de realizar el procedimiento anterior se obtuvo que la densidad aparente de la harina de coca es de 0,429 g/mL este resultado es similar a las densidades aparentes de la harina de arroz, harina de lupino, harina de maíz y harina de quínoa<sup>86</sup>, donde la densidad aparente de dichas harinas varía entre 0,39 g/mL y 0,67 mL.

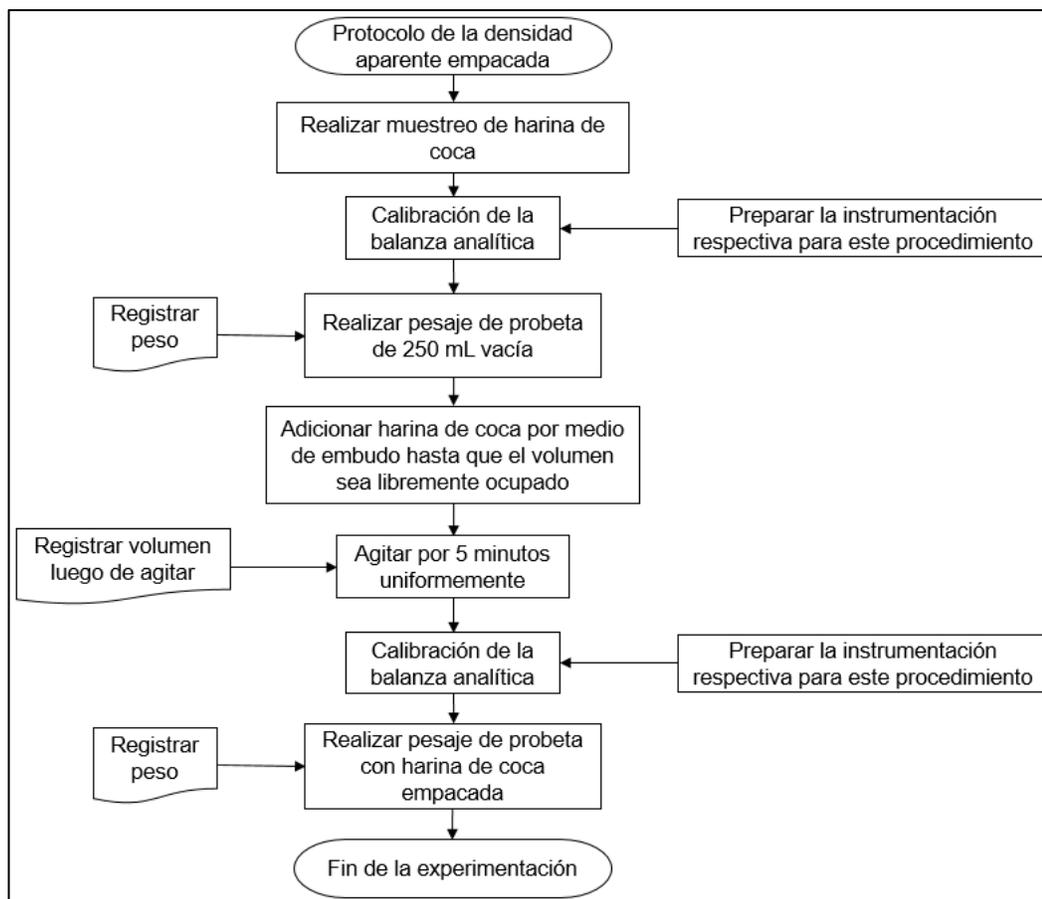
### 3.1.2 Determinación de la densidad aparente empacada de la harina de coca.

Se realizó la determinación de la densidad aparente de la harina de coca según el método de Smith, (1967) siguiendo los parámetros de la norma oficial Mexicana NOM-001-SSA1-2010; se toma una muestra de 50 gramos de harina de coca, se pesa probeta con un volumen de 250 mililitros, se pesa la probeta vacía, luego se

<sup>86</sup> Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramirez, V. y Arcos R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. *Nutrición hospitalaria* 26. 161-169.

adiciona harina de coca por medio de un embudo hasta que se complete el mínimo volumen de la probeta, luego se agita la probeta con harina de coca durante 5 minutos y luego registra el peso de la probeta con la harina de coca empacada.

Diagrama 3. Protocolo de laboratorio para determinación de densidad aparente empacada de la harina de coca.



Fuente: Elaboración propia.

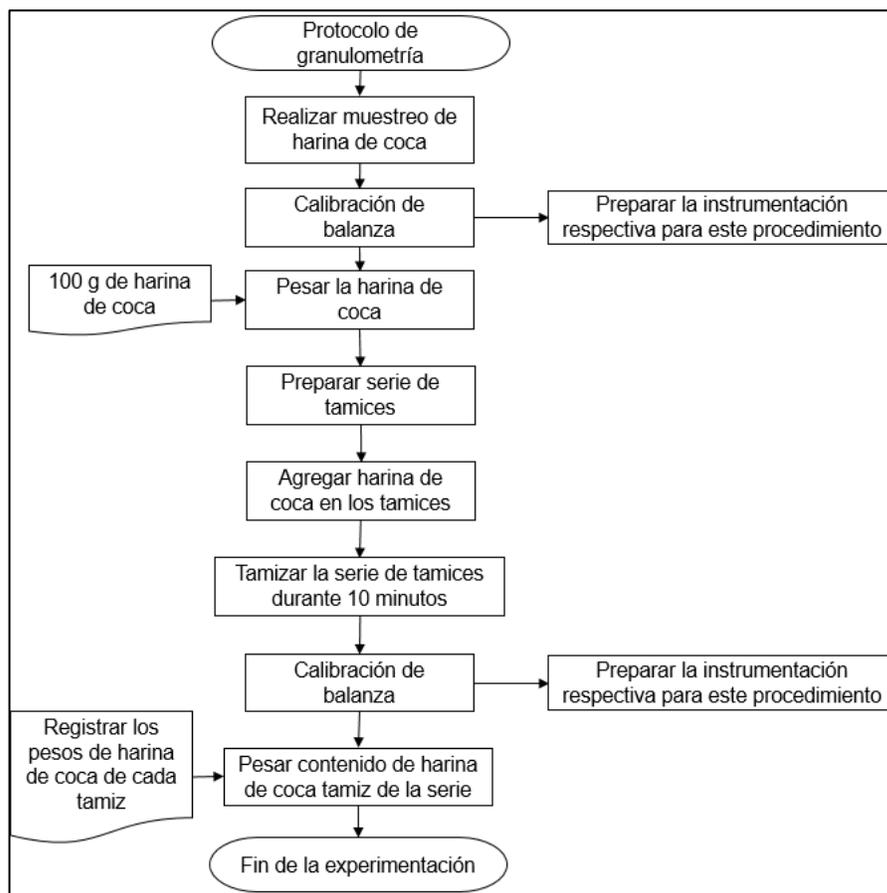
Luego de realizar el procedimiento anterior se obtuvo un resultado de 0,57 g/ml, la densidad aparente empacada de la harina de coca tuvo una variación con respecto a la densidad aparente suelta similar a los estudios realizados en la harina de arroz, harina de lupino, harina de maíz y harina de quínoa<sup>87</sup>, donde la densidad aparente empacada de dichas harinas varía entre 0,75g/mL y 0,45mL.

<sup>87</sup> Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramirez, V. y Arcos R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. Nutrición hospitalaria 26. 161-169.

Por otra parte, la densidad aparente empacada sirve para determinar que el porcentaje de compresibilidad de la harina de coca es de 24%, esto significa que hay una reducción en el espacio de vacío en la masa de partículas de la harina de coca.

**3.1.3 Determinación de la granulometría de la harina de coca.** La determinación del diámetro medio de partícula se hizo según McCabe, W., Smith, J, y Harriot, P. (2007)<sup>88</sup>; realizar muestreo de 100g de harina de coca; preparar una serie de tamices teniendo como referencia la granulometría de la harina de trigo que utiliza un tamiz número 70 de 0,212 mm; luego de preparar los tamices se agrega la harina de coca y se somete a un proceso de tamizado durante 10 minutos; registrar el peso de harina de coca en cada uno de los tamices utilizados.

Diagrama 4. Protocolo de laboratorio para determinación de la granulometría de la harina de coca.



Fuente: Elaboración propia

<sup>88</sup> MCCABE, W., Smith, J, y Harriot, P. (2007). Operaciones unitarias en ingeniería química, 7ed. McGraw-Hill.

Ilustración 3. Serie de tamices.



Fuente: Elaboración propia

En la tabla 2 se presentan los pesos y fracción másica de harina de coca por tamiz.

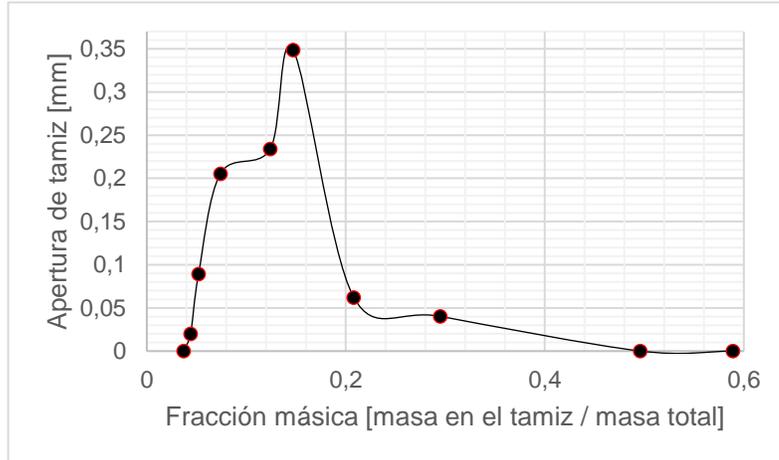
Tabla 2. Pesos y fracciones másicas de harina de coca por tamiz.

Número de Tamiz	Apertura de tamiz (mm)	Peso (g)	Fracción másica	% Fracción acumulada
30	0,589	0	0	0,00%
35	0,496	0,011	1,0E-04	0,01%
50	0,295	3,820	0,040	4,04%
70	0,208	5,900	0,062	10,25%
100	0,147	33,100	0,349	45,13%
120	0,124	22,200	0,234	68,52%
200	0,074	19,500	0,205	89,07%
270	0,052	8,470	0,089	97,99%
325	0,044	1,900	0,020	99,99%
400	0,037	0,006	6,2E-05	100,00%

Fuente: Elaboración propia

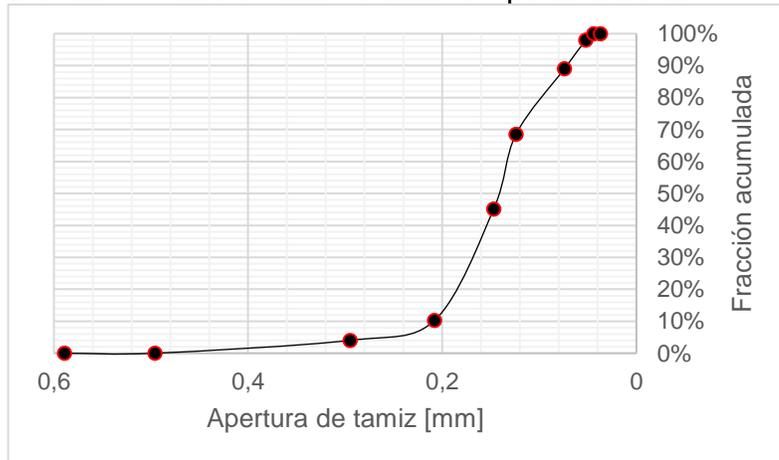
Las gráficas correspondientes con los datos presentados en la tabla 2 son las siguientes:

Gráfica 1. Apertura de tamiz vs Fracción másica



Fuente: Elaboración propia

Gráfica 2. Fracción acumulada vs Apertura de tamiz



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 1 se puede evidenciar que las mallas que retienen mayor cantidad de producto son las mallas 70, 100, 120 y 200 con aperturas de 0,208mm, 0,147mm, 0,124mm y 0,074mm respectivamente, este comportamiento indica que la granulometría de la harina se encuentra en ese rango de valores y que el aporte más significativo será el retenido por la malla 120 equivalente a 0.124 milímetros.

En la gráfica 2 se evidencia que el comportamiento que tiende a ser lineal desde la apertura 0,208mm hasta 0.124mm correspondiente a la malla 70 y 200

respectivamente siendo significativo el llenado en este rango de aperturas abarcando el 90% de la fracción másica acumulada.

De acuerdo a los resultados presentados en la tabla 1 se calcula el diámetro medio de masa, el diámetro medio de volumen y el diámetro medio de superficie volumen de la harina de coca en el anexo A se presentan las ecuaciones utilizadas para el cálculo de dichos diámetros.

Los resultados son los siguientes:

- Diámetro medio de masa = 0,152 mm
- Diámetro medio de volumen = 0,103 mm
- Diámetro medio de superficie volumen = 0,126 mm

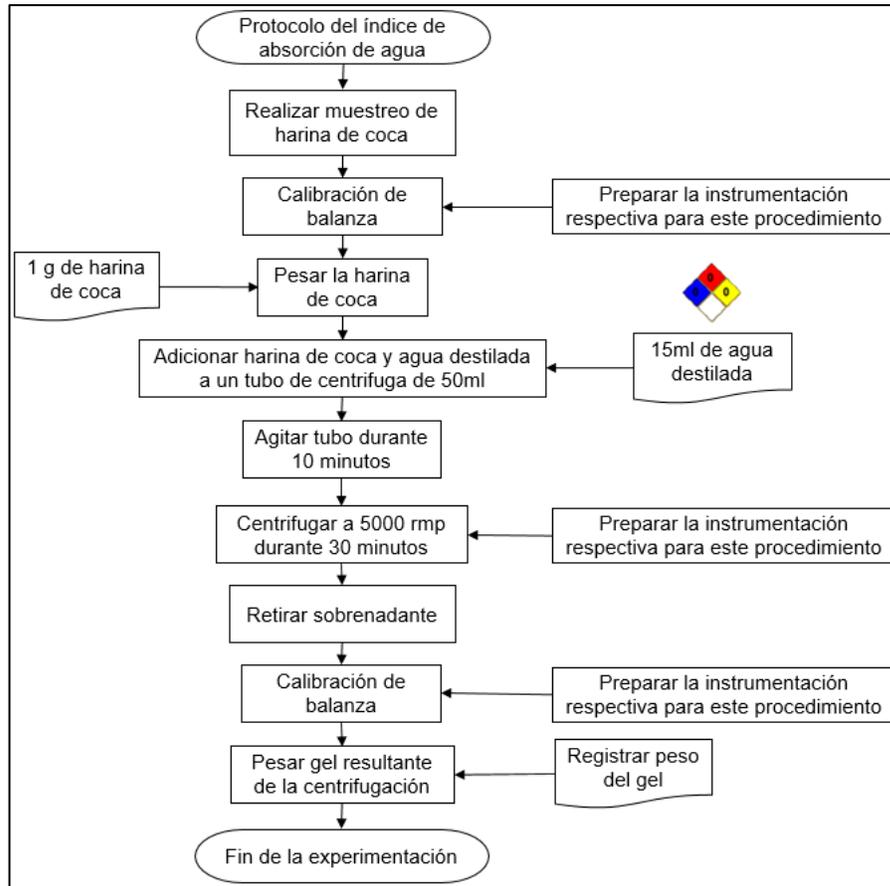
La norma del Codex para la harina de trigo (CODEX STAN 152-1985), dicta que la harina de trigo debe tener un diámetro de partícula menor a 0,212 mm, por lo que los diámetros de partícula obtenidos en esta caracterización cumplen con dicha norma ya que todos tienen valores por debajo de los 0,212mm.

**3.1.4 Determinación del índice de absorción de agua de la harina de coca.** Se realizó la determinación del índice de absorción de agua de acuerdo al método de Anderson (1969)<sup>89</sup>; consiste en agregar un gramo de harina de coca a un tubo para centrifuga de 50ml, luego se adicionaron 15 mLde agua destilada a temperatura ambiente (18°C). La mezcla se agito durante 10 minutos seguida de una centrifugación a 5000 rpm durante media hora. Se retira el sobrenadante y se pesa el gel resultante de la centrifugación.

---

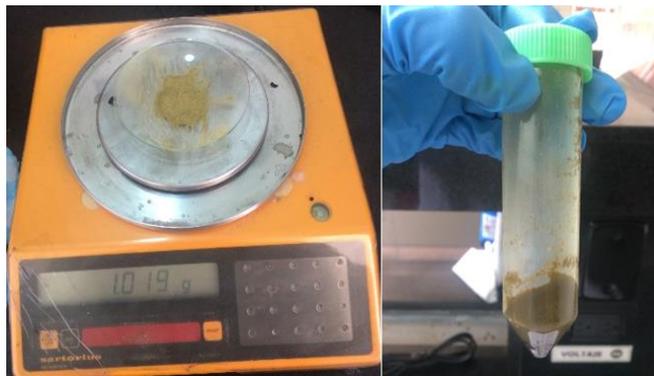
<sup>89</sup> ANDERSON, R., Conway, V., Pfeifer, V. y Griffin, E. (1969). Gelatinization of corn grits by roll – and extrusion – cooking. *Cereal Sci. Today*. 14:4-12.

Diagrama 5. Protocolo de laboratorio para determinación del índice de absorción de agua de la harina de coca.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 4. Peso de muestra y gel resultante.



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 4 se presenta el pesaje de la muestra y el gel resultante del centrifugado. Para luego pesar el gel y así calcular el índice de absorción de agua de la harina de coca.

En la tabla 3 se presentan los resultados del índice de absorción de agua de la harina de coca.

Tabla 3. Resultados del índice de absorción de agua de la harina de coca.

<b>Ensayo</b>	<b>Peso muestra (g)</b>	<b>Peso gel (g)</b>	<b>Índice de absorción de agua</b>
1	1,005	5,039	5,0139
2	1,019	5,056	4,9617
3	1,011	5,041	4,9862

Fuente: Elaboración propia

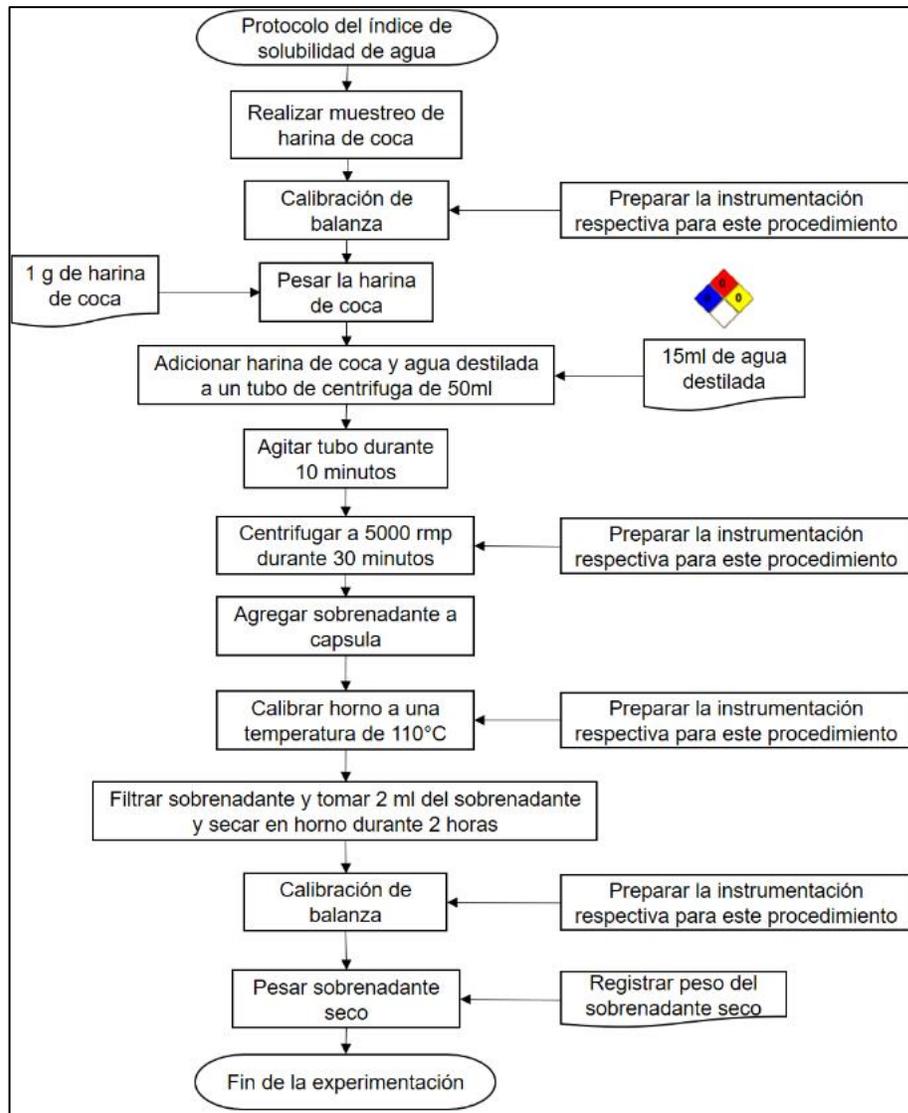
Según los datos de la Tabla 2, se obtiene una desviación estándar de 0,026 lo que indica que mediante el procedimiento que se siguió de Anderson (1969) se pudo obtener un resultado confiable de índice de absorción de agua promedio de 4,9872.

Al compararlo con los índices de absorción de agua de otras harinas en el trabajo realizado por Rodríguez, E., Lascano, A. y Sandoval, G. (2012)<sup>90</sup>, donde el índice de absorción de agua de la harina de coca es mayor que el de la harina de trigo y la harina de papa y similar al de la harina de quínoa.

**3.1.5 Determinación índice de solubilidad de agua de la harina de coca.** Se realizó la determinación del índice de solubilidad de agua de acuerdo al método de Anderson (1969); consiste en agregar un gramo de harina de coca a un tubo para centrifuga de 50ml, luego se adicionaron 15 mLde agua destilada a temperatura ambiente (18°C). La mezcla se agito durante 10 minutos seguida de una centrifugación a 5000 rpm durante media hora. Se retira el sobrenadante se filtra, se toman 2mLde filtrado y se colocan en una capsula para trasladarlo a un horno con una temperatura de 120°C durante 2 horas y registra peso seco del sobrenadante.

<sup>90</sup> RODRÍGUEZ, E., Lascano, A. y Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quínoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 15 (1): 199 – 207.

Diagrama 6. Protocolo de laboratorio para determinación del índice de solubilidad de agua de la harina de coca.



Fuente: Elaboración propia

Ilustración 5. Sobrenadante y sobrenadante seco.



Fuente: Elaboración propia

En la ilustración 5 se evidencia el sobrenadante resultante del centrifugado y el sobrenadante luego del proceso de secado, se registrar el peso del sobrenadante seco y se calcula el índice de solubilidad de agua.

En la tabla 4 se presentan los resultados del índice de solubilidad de agua de la harina de coca.

Tabla 4. Resultados del índice de solubilidad de agua de la harina de coca.

Ensayo	Peso muestra (g)	Peso sobrenadante seco (g)	Índice de solubilidad de agua (%)
1	1,005	0,0431	4,296
2	1,019	0,0416	4,087
3	1,011	0,0419	4,147

Fuente: Elaboración propia

Según los datos de la Tabla 3, se obtiene una desviación estándar de 0,001 lo que indica que mediante el procedimiento que se siguió de Anderson (1969) se pudo obtener un resultado confiable de índice de solubilidad de agua promedio de 4,18%, este resultado es superior al índice de solubilidad en agua de la harina de trigo que es de 2,09% de acuerdo a lo desarrollado por Rodríguez, E., Lascano, A. y Sandoval, G. (2012)<sup>91</sup>.

<sup>91</sup> RODRÍGUEZ, E., Lascano, A. y Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quínoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 15 (1): 199 – 207.

### 3.1.6 Determinación del porcentaje de hinchamiento de la harina de coca.

Se realizó la determinación del porcentaje de hinchamiento de acuerdo al método de Anderson (1969); de acuerdo a los resultados obtenidos del índice de absorción de agua y el índice de solubilidad de agua se toman los pesos del gel y los pesos del sobrenadante seco para realizar el cálculo del porcentaje de hinchamiento.

En la tabla 5 se presentan los resultados del porcentaje de hinchamiento de la harina de coca.

Tabla 5. Resultados del porcentaje de hinchamiento de la harina de coca.

Ensayo	Peso muestra (g)	Peso sobrenadante seco (g)	Peso gel (g)	Porcentaje de hinchamiento
1	1,005	0,0431	5,039	5,239
2	1,019	0,0416	5,056	5,173
3	1,011	0,0419	5,041	5,202

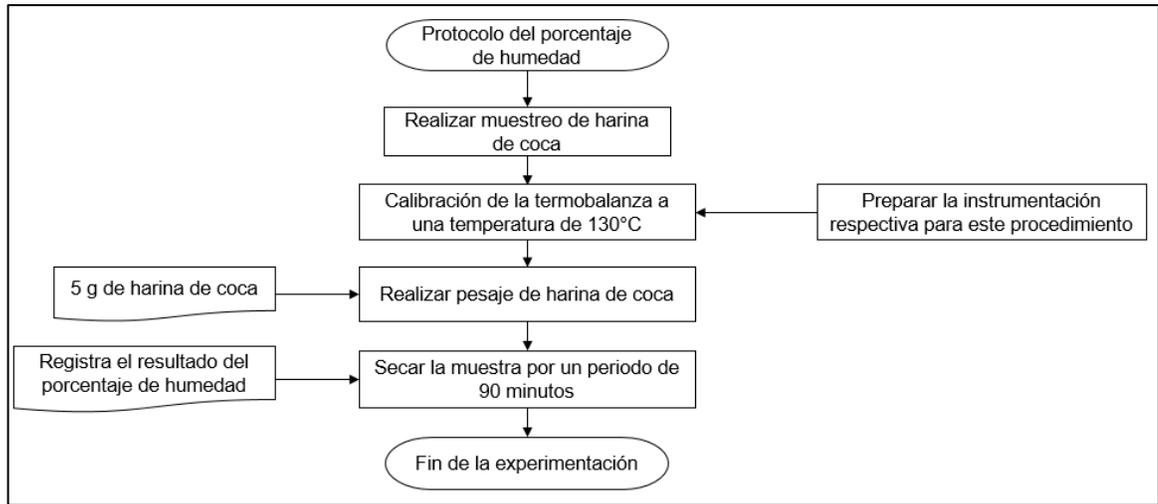
Fuente: Elaboración propia

Según los datos de la Tabla 4, se obtiene una desviación estándar de 0,033 lo que indica que mediante el procedimiento que se siguió de Anderson (1969) se pudo obtener un resultado confiable de porcentaje de hinchamiento promedio de 5,204%. El porcentaje de hinchamiento de la harina de coca es superior al de la harina de trigo (1,96%), harina de quínoa (2,43%) y de la harina de papa (4,84%) de acuerdo a lo desarrollado por Rodríguez, E., Lascano, A. y Sandoval, G. (2012)<sup>92</sup>.

**3.1.7 Determinación del porcentaje de humedad de la harina de coca.** La determinación del porcentaje de humedad se ejecutó bajo la NTC 529 “Cereales y productos de cereales. Determinación del contenido de humedad”; realizar muestreo de 5 gramos de harina de coca, preparar termobalanza a una temperatura de secado de 130°C, dejar secar durante 90 minutos.

<sup>92</sup> RODRÍGUEZ, E., Lascano, A. y Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quínoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica 15 (1): 199 – 207.

Diagrama 7. Protocolo de laboratorio para determinación del porcentaje de humedad de la harina de coca

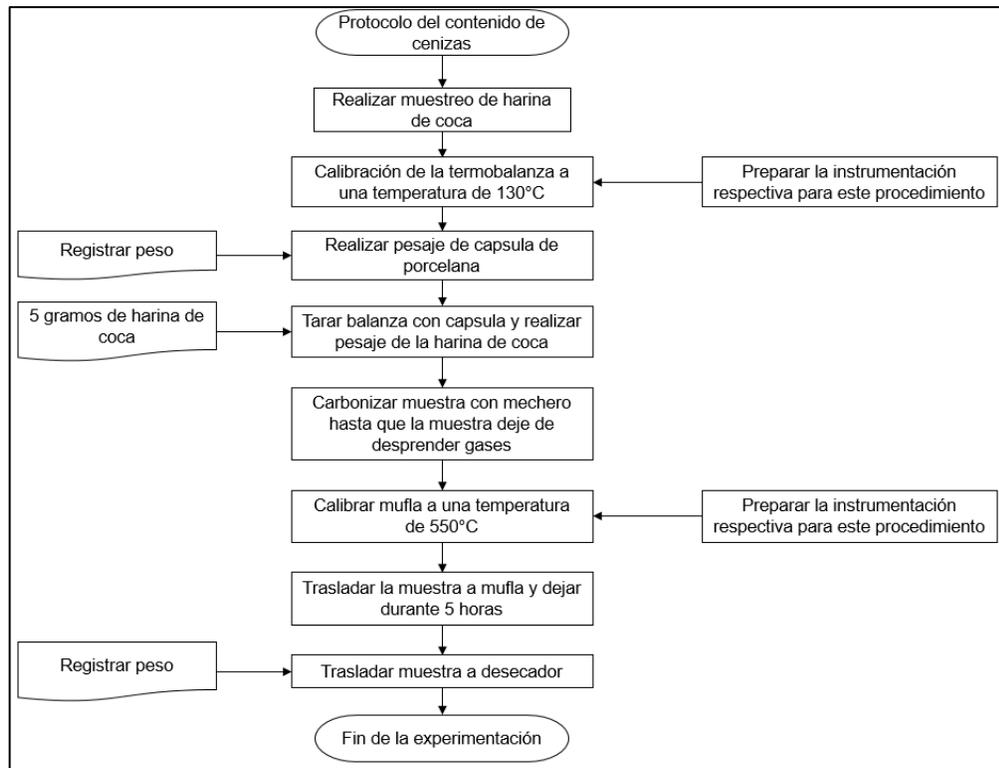


Fuente Elaboración propia

El resultado del porcentaje de humedad de la harina de coca es de 11,57%, este resultado cumple con la norma del Codex para la harina de trigo (CODEX STAN 152-1985) que dicta que la harina de trigo debe tener una humedad máxima de 15,5%.

**3.1.8 Determinación de cenizas de la harina de coca.** La determinación de cenizas de la harina de coca se ejecutó bajo la NTC 282 “Industrias alimentarias. Harina de trigo. Métodos de ensayo”. Pesar muestra de harina de coca en capsula de porcelana previamente tarada; carbonizar muestra con mechero; cuando la muestra deje de desprender vapores trasladarla a mufla a una temperatura de 550°C durante 5 horas; luego se lleva la capsula a un desecador y se pesa a temperatura ambiente hasta masa constante.

Diagrama 8. Protocolo de laboratorio para determinación de cenizas de la harina de coca



Fuente: Elaboración propia

El resultado del contenido de cenizas expresado en porcentaje de la harina de coca es de 1,24%, el contenido de cenizas es a gusto del comprador ya que el Codex no tiene un límite establecido para esta característica.

**3.1.9 Resumen de resultados de la caracterización de la harina de coca.** A continuación, en la tabla 6 se presenta un resumen de los resultados obtenidos en las 8 pruebas realizadas en la caracterización de la harina de coca.

Tabla 6. Resumen de resultados de la caracterización de la harina de coca.

<b>Prueba</b>	<b>Resultado</b>
Densidad aparente [g/ml]	0,429
Densidad aparente empacada [g/ml]	0,566
Granulometría [mm]	<0,212
Índice de absorción de agua	4,987
Solubilidad de agua [%]	4,180
Porcentaje de hinchamiento [%]	5,204
Porcentaje de humedad [%]	11,570
Cenizas [%]	1,240

Fuente: Elaboración propia

### **3.2 FORMULACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA**

En esta sección se realiza el desarrollo de la formulación de la barra energética con harina de coca partiendo de una experimentación exploratoria donde se replica el procedimiento para la producción de una barra energética convencional a nivel laboratorio. Teniendo en cuenta los resultados de esta experimentación, se harán ajustes a las condiciones del proceso, si se observa alguna alteración del producto terminado. Esta sección no busca la mejora de las condiciones de proceso, puesto que estas son caso de estudio del capítulo 4.

La experimentación exploratoria permite dar ajustes pertinentes a las condiciones del proceso y solo tiene por fin la evaluación de las propiedades físicas inherentes a la cohesión de las partículas de las barras; dichas propiedades se evalúan cualitativamente por panelistas seleccionados de acuerdo a la norma ISO 8586 del 2012 “Lineamientos generales para la selección, formación y seguimiento de evaluadores seleccionados y evaluadores expertos”, para tener un margen de aceptabilidad adecuado del producto resultante.

Una vez terminada la evaluación por parte de los panelistas seleccionados para la observación y determinación de los resultados necesarios para la aceptabilidad del producto terminado, se tendrán en cuenta dichas observaciones para el ajuste de las condiciones de los porcentajes de cada uno de los componentes de las barras energéticas según el bloque del proceso; para ello se formula un primer bloque del proceso correspondiente a la mezcla del agente aglomerante, partiendo de un diseño de experimentos con el fin determinar las condiciones adecuadas de cada uno de los ingredientes empleados para la obtención del agente aglomerante; el siguiente bloque consiste en evaluar las necesidades de ajuste a la concentración

de harina de coca; el último bloque es evaluar las necesidades de ajuste para el cuerpo de las barras energéticas.

La formulación final también va a ser evaluada con un panel sensorial de acuerdo a la norma ISO 8586 del 2012 “Lineamientos generales para la selección, formación y seguimiento de evaluadores seleccionados y evaluadores expertos”, el criterio de aceptación o rechazo se da mediante la cuantificación de propiedades sensoriales y sus respectivos niveles frente la percepción de dichas propiedades por parte de los panelistas.

**3.2.1 Experimentación exploratoria.** En esta sección se describen el procedimiento seguido para el desarrollo de la experimentación exploratoria que tiene como fin definir la formulación inicial para el desarrollo de la barra energética con harina de coca, se tomaron los datos de la formulación final de la tesis de Cappella, N. (2016)<sup>93</sup> y se llevará a cabo bajo las condiciones de proceso descritas en el diagrama 1, de la sección 2.1 del presente documento “Descripción del proceso de producción de la barra energética con harina de coca”.

A continuación, se presentan en el cuadro 11 los porcentajes de los componentes de la formulación de la barra de cereal desarrollada por Cappella. Estos porcentajes de los componentes de la presente formulación se ajustaron de acuerdo a los ingredientes seleccionados para la elaboración de la barra energética con harina de coca haciendo que el porcentaje de mezcla aglomerante coincida por la desarrollada por Cappella, N. (2016).

---

<sup>93</sup> CAPPELLA, N. (2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.

Cuadro 11. Formulación barra de cereal de Cappella, N. (2016).

<b>Formulación barra de cereal de Cappella, N. (2016)</b>			
Componentes global de la barra	Porcentaje global	Componente específico	Porcentaje
Mezcla aglomerante	52,13%	Avena	33,20%
		Miel	11,60%
		Aceite de Oliva	6,00%
		Clara de huevo	1,33%
Cuerpo de la barra	47,87%	Copos de maíz	9,96%
		Nueces	5,00%
		Almendras	3,65%
		Maní	4,65%
		Pasas de uva	3,30%
		Ciruelas pasas	4,65%
		Orejones de durazno	6,64%
		Peras deshidratadas	5,00%
		Chips de chocolate	3,32%
		Esencia de vainilla	1,70%
			100,00%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 11 se evidencia un porcentaje de mezcla aglomerante del 52,13%, pero dicha mezcla está distribuida en componentes que no generan un aporte calórico significativo para una barra energética, esta barra está formulada para ser una barra de cereal con bajo contenido calórico.

Para establecer el punto inicial de partida para la experimentación, se realizan modificaciones a la formulación del cuadro 11, aumentando los porcentajes de los componentes que brindar más contenido calórico, es decir al componente graso y al azúcar. Se desea evaluar la funcionalidad de la harina de coca como agente aglomerante, ya que se aumentó los componentes de grasa y azúcar, la proporción del agente aglomerante debe disminuir, el agente aglomerante estará constituido de una mezcla entre harina de coca y harina de avena.

Se prepara una muestra control, el cual no lleva harina de coca, con el fin de tener un comparativo frente a las variaciones de producidas en el proceso de aglomeración de las partículas.

En el cuadro 12 se presentan los porcentajes de la formulación 1A correspondiente al bloque de proceso 1 (Mezcla aglomerante) como muestra control.

Cuadro 12. Formulación 1A (Muestra control).

<b>Formulación 1A (Muestra control)</b>			
Componentes global de la barra	Porcentaje global	Componente específico	Porcentaje
Mezcla aglomerante	53,00%	Margarina	13,00%
		Azúcar blanca	13,00%
		Miel	2,00%
		Harina de avena	25,00%
Cuerpo de la barra	47,00%	Granola comercial	47,00%
			100%

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 13 se presentan los porcentajes de la formulación 1B correspondiente al bloque de proceso 1 (Mezcla aglomerante) con adición de harina de coca al 12%.

Cuadro 13. Formulación 1B (Barra con harina de coca en la mezcla aglomerante).

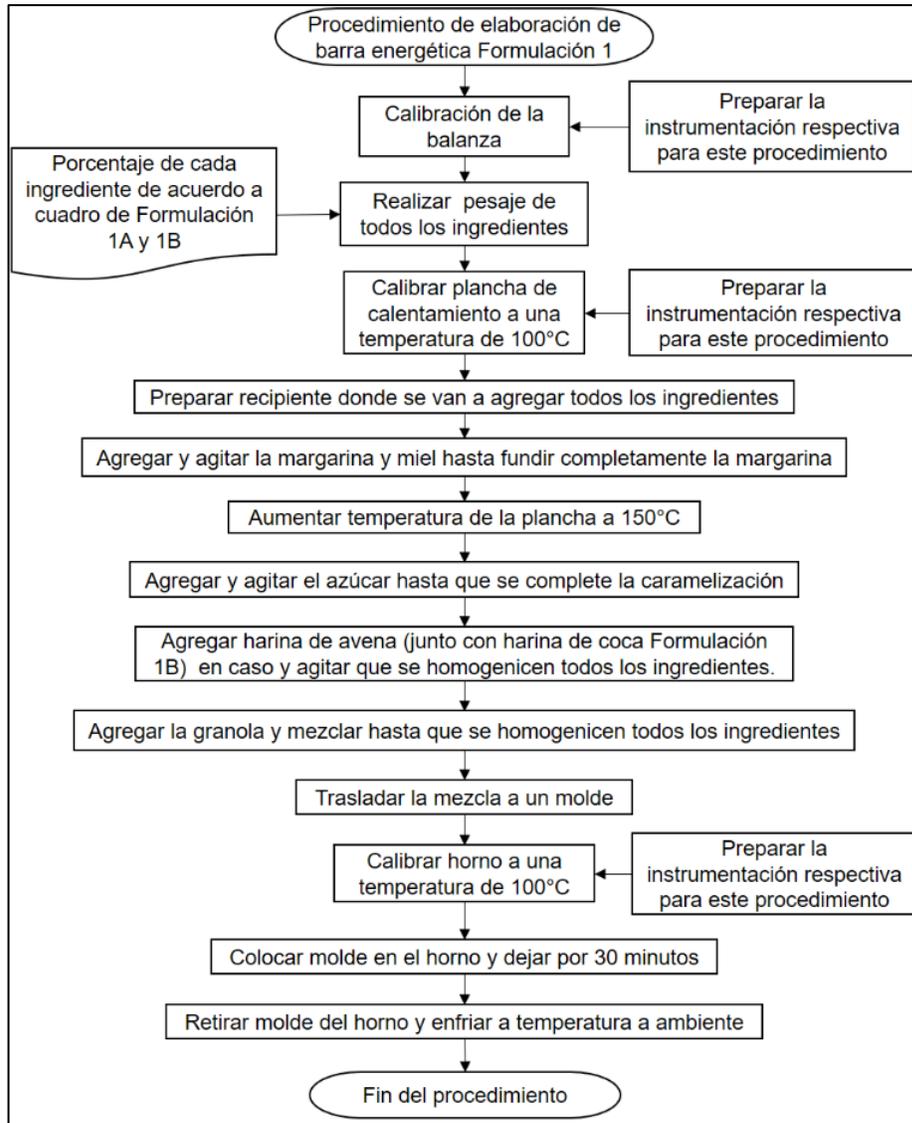
<b>Formulación 1B (Barra con harina de coca en la mezcla aglomerante)</b>			
Componentes global de la barra	Porcentaje global	Componente específico	Porcentaje
Mezcla aglomerante	53,00%	Margarina	13,00%
		Azúcar blanca	13,00%
		Miel	2,00%
		Harina de avena	13,00%
		Harina de Coca	12,00%
Cuerpo de la barra	47,00%	Granola comercial	47,00%
			100%

Fuente: Elaboración propia

Los porcentajes de la mezcla aglomerante se distribuyeron por diferencia partiendo de una adición de harina de coca del 12%, puesto que, por recomendación de Coca Nasa con estudios previos internos de la empresa, la harina de coca no puede exceder este porcentaje ya que, de excederlo se ve afectada la palatabilidad de los productos terminados, los demás componentes de la mezcla aglomerante se distribuyen en proporciones iguales exceptuando la miel que se fija en un 2%. Para el cuerpo de la barra los porcentajes de los componentes será indiferente, se utiliza una granola comercial para simular el cuerpo de la barra y evaluar la cohesión de las partículas y las alteraciones producidas por las variaciones de la formulación de la mezcla aglomerante, las condiciones de proceso serán las mismas del diagrama 1 de la sección 3.1.

A continuación, en el diagrama 9 se presenta el procedimiento de preparación de la barra de la formulación 1A y 1B.

Diagrama 9. Protocolo de preparación de las barras para la formulación 1A y 1B.



Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 14 se presentan un comparativo de las propiedades físicas observadas en las formulaciones 1A y 1B.

Cuadro 14. Comparativo de propiedades físicas de las formulaciones 1A y 1B.

Comparativo entre la formulación 1A y 1B		
<b>Formulación 1A</b>	Propiedades físicas	
Ilustración 6. Resultados formulación 1A. 	Aspecto	Agradable
	Color	Café claro
	Dureza	Alta
	Consistencia	Media
<b>Formulación 1B</b>	Propiedades físicas	
Ilustración 7. Resultados formulación 1B 	Aspecto	Desagradable
	Color	Verde
	Dureza	Baja
	Consistencia	Baja

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos de la experimentación exploratoria, se realiza el siguiente cuadro con las observaciones de cada formulación.

Cuadro 15. Observaciones formulación 1A y formulación 1B.

Formulación 1 <sup>a</sup>	Formulación 1B
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta una dureza alta.</li> <li>• Logra cohesión entre la mezcla aglomerante y el cuerpo de la barra.</li> <li>• Presenta un sabor insípido y con exceso de avena.</li> <li>• Presenta una consistencia media debido a que se fracturaron las barras cuando se sometió al enfriado.</li> <li>• Presenta un color agradable similar a las barras de cereal presentes en el mercado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Presenta dificultad para lograr la cohesión entre de la mezcla aglomerante y el cuerpo de la barra.</li> <li>• Presenta un color y aspecto desagradable.</li> <li>• No fue posible moldearla debido a la falta de cohesión.</li> <li>• Presenta gradientes de concentración de harina de coca o de grumos de harina de coca dispersos en la mezcla aglomerante.</li> <li>• El sabor de la barra tiene un sabor invasivo y desagradable por la concentración del 12% de harina de coca.</li> </ul>

Fuente: Elaboración propia

Según las observaciones anteriores se puede concluir que la harina de coca no tiene propiedades fisicoquímicas funcionales para ser un agente aglomerante adecuado para las barras energéticas, por lo que se propone evaluar la presencia de la harina de coca en el cuerpo de la barra, aprovechando el área superficial de contacto que brindan los componentes del cuerpo de la barra, lo que puede llegar a mitigar los gradientes de concentración observados como grumos en la mezcla aglomerante, generando que la dosificación de la harina de coca sea homogénea y que la mezcla aglomerante se distribuya en todo el cuerpo de la barra.

Para controlar la dureza se plantea agregar agua en la mezcla aglomerante como lo realizado en el trabajo de grado de Fernández, T. y Fariño, M. (2011)<sup>94</sup>, donde se adiciona un porcentaje de 15% de agua como se muestra en el cuadro 16.

Cuadro 16. Formulación barra de cereal de Fernández, T. y Fariño, M. (2011).

<b>Formulación barra de cereal de Fernández, T. y Fariño, M. (2011)</b>			
Componente aglomerante	68,42%	Azúcar morena	44,74%
		Glucosa	7,89%
		Agua total	15,79%
Cuerpo de la barra	31,58%	Granola	26,84%
		Frutilla deshidratada	4,74%
Total	100,00%	Total	100,00%

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo al cuadro 16, se busca agregar 15% de agua a la formulación que se está desarrollando, donde se tiene en cuenta las observaciones de las formulaciones anteriores. Una de las observaciones relevantes de la preparación anterior es que había un exceso de avena (agente aglomerante), por lo que se va a modificar por un porcentaje más bajo y se va a aumentar el porcentaje de azúcar de acuerdo a la formulación de Fernández, T. y Fariño, M. (2011).

Para evaluar este tratamiento se realiza una nueva formulación para evaluar la mejora en la dureza del producto terminado al ser agregada la cantidad de agua sugerida por Fernández, T. y Fariño, M. (2011), adicionalmente se reducirá el porcentaje de agente aglomerante y se evaluará la adición de la harina de coca en el cuerpo de la barra. La nueva formulación es nombrada formulación 2.

<sup>94</sup> FERNÁNDEZ, T., y Fariño, O. (2011). Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil – Facultad de ingeniería química, Guayaquil, Ecuador.

Se realiza otra modificación en cuanto a la temperatura de secado de la barra debido a que a 100°C la barra formulación 1A se carbonizo en algunas partes de su estructura por lo que para el procedimiento de preparación de la formulación 2 el secado se realiza a 80°C.

A continuación, en el cuadro 17 se presentan los porcentajes de la formulación 2 en la cual se realiza una reducción de la concentración de harina de avena, un aumento de la concentración de azúcar, adición de agua y adición de harina de coca en el cuerpo de la barra.

Cuadro 17. Formulación 2 (barra con harina de coca fuera de la mezcla aglomerante).

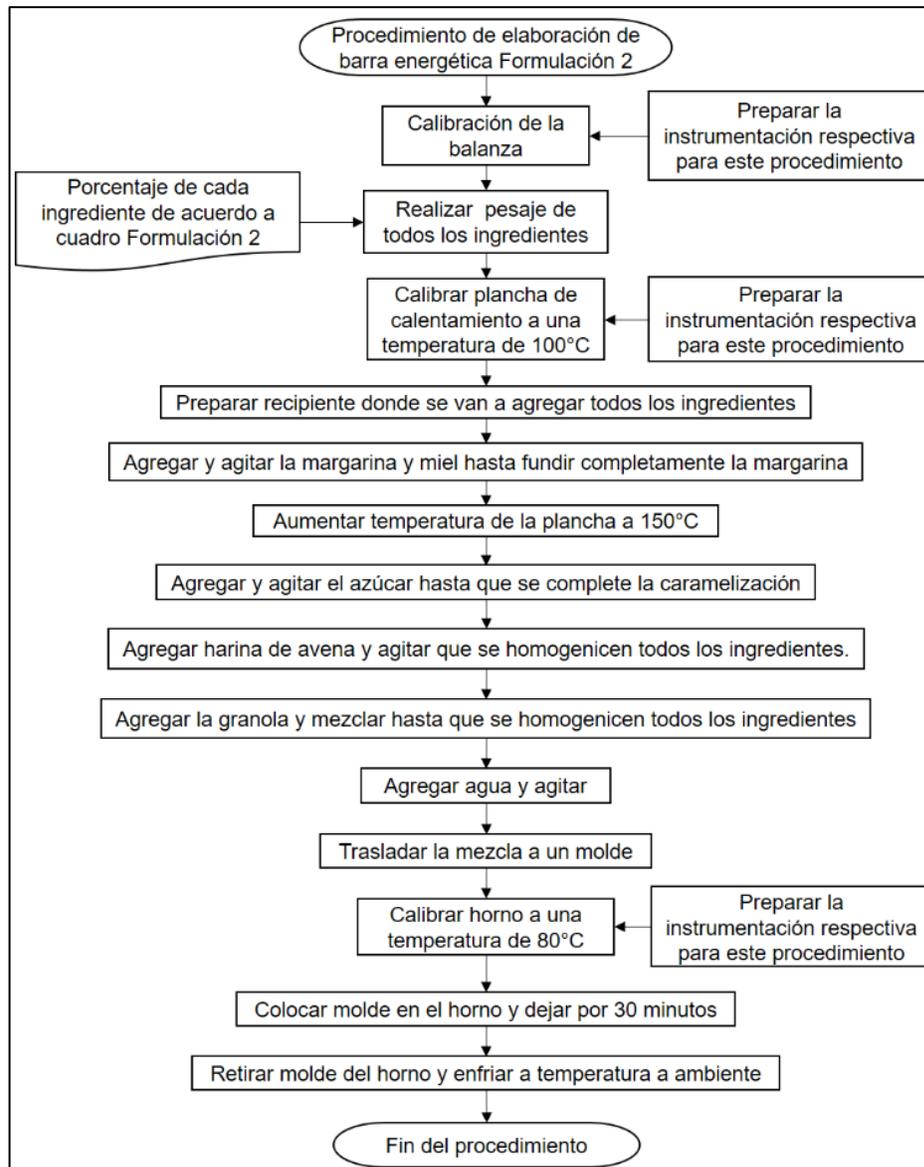
<b>Formulación 2 (barra con harina de coca fuera de la mezcla aglomerante)</b>			
Componentes global de la barra	Porcentaje global	Componente específico	Porcentaje
Componente aglomerante	65,00%	Margarina	13,00%
		Azúcar blanca	25,00%
		Miel	2,00%
		Harina de avena	10,00%
		Agua	15%
Cuerpo de la barra	35,00%	Granola	23,00%
		Harina de coca	12,00%
			100,00%

Fuente: Elaboración propia

La formulación 2 obtuvo buenos resultados en cuanto a la dureza, pero presento un inconveniente cuando se adiciono el agua en la mezcla aglomerante, la cual fue que el aceite tuvo una reacción peligrosa, esto es debido a que el agua tiene un menor punto de ebullición que el aceite y cuando el agua se agrega a la mezcla con la margarina hirviendo se genera un choque térmico fuerte con el agua, generando evaporación y burbujeo en la mezcla, debido a esto se decide que el agua se agregue luego del cuerpo de la barra.

A continuación, en el diagrama 10 se presenta el procedimiento para la producción de la barra energética a nivel laboratorio con la formulación 2.

Diagrama 10. Protocolo de preparación de la barra energética con harina de coca con formulación 2.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en el cuadro 18 se presentan las propiedades físicas que obtuvo la barra con la formulación 2.

Cuadro 18. Propiedades físicas formulación 2.

Formulación 2	Propiedades físicas	
Ilustración 8. Barra preparada con formulación 2. 	Aspecto	Desagradable
	Color	Verde
	Dureza	Media
	Consistencia	Buena

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados obtenidos de la formulación 2 se decide fijar la concentración de agua a 15% como lo realizado por Fernández, T. y Fariño, M. (2011) ya que la dureza en la barra mejoro bastante con respecto a lo desarrollado en las formulaciones 1A y 1B, la concentración de agua se va a adicionar al final de la etapa de mezclado. Además, en la formulación 2 al igual que en la formulación 1A y 1B se comprobó que los ingredientes que afectan directamente la mezcla aglomerante son el azúcar y la margarina y que la concentración de miel y harina de avena no afectan tan directamente la mezcla aglomerante.

Los resultados de estas experimentaciones exploratorias sirven como punto de partida en la formulación de la barra energética ya que la formulación de la barra se va a plantear por partes y no de una manera general debido a la cantidad de variables que hay que considerar.

**3.2.2 Formulación de mezcla aglomerante.** En esta sección se va a desarrollar la formulación de la mezcla aglomerante compuesta por Azúcar, Harina de avena, Margarina y Miel, en la formulación general de la barra energética se fijan el agua, la harina de avena y la miel de acuerdo a la experimentación exploratoria explicada en detalle en la sección 3.2.1. del presente documento. En la formulación de la mezcla aglomerante solo se va a variar las concentraciones de dos componentes que presentan criticidad en la cohesión de las partículas estos son el azúcar y la margarina.

A continuación, en la tabla 7 se presenta los ingredientes con los respectivos porcentajes fijos y que no van a variar durante el resto de experimentaciones tanto de la mezcla aglomerante como del cuerpo de la barra:

Tabla 7. Ingredientes fijos en la formulación de la barra energética.

Ingrediente	Porcentaje en la barra
Agua	15%
Harina de avena	10%
Miel	2%

Fuente: Elaboración propia

Todas las elaboraciones de barra que se realizan en esta sección van a ser de acuerdo al diagrama 10, donde el agua se agrega en la última fase de la etapa del mezclado y el secado se realiza a una temperatura constante de 80°C.

**3.2.2.1 Diseño experimental para formulación de la mezcla aglomerante.** Para el desarrollo del presente proyecto se selecciona un diseño de experimentos factorial debido a que este tipo de diseño de experimentos permite estudiar el efecto de diversos factores sobre una o más variables de respuesta, el efecto del factor se define como el cambio observado en la variable de respuesta debido a un cambio del nivel de tal factor. Por otra parte, los diseños factoriales son más eficientes que el tradicional experimento de mover un factor a la vez<sup>95</sup>, pero posee la desventaja de que requiere un mayor número de pruebas en comparación con otros diseños experimentales que realizan pruebas de manera más aleatoria o teniendo en cuenta factores secundarios como es el caso de los diseños de bloques.

Se va a desarrollar un diseño factorial de 3<sup>2</sup> este tipo de diseño maneja tres niveles y dos factores, el diseño se realiza por duplicado debido que para poder realizar el análisis de la varianza (ANOVA) es necesario que el diseño experimental cuente con dos repeticiones. Los factores seleccionados para el presente diseño experimental son la concentración de azúcar y la concentración del componente graso.

Como parámetros para la experimentación se establecen los siguientes conceptos claves, los cuales son:

- Hipótesis: Si hay efecto de la concentración del azúcar en la aceptabilidad de la barra; si hay efecto de la concentración del componente graso en la aceptabilidad de la barra; si hay efecto de las interacciones del azúcar y el componente graso en la aceptabilidad de la barra.

---

<sup>95</sup> GUTIERREZ, H. y De La Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos, segunda edición. México D.F.: McGraw Hill.

- Hipótesis nula: no hay efecto de la concentración del azúcar en la aceptabilidad de la barra; no hay efecto de la concentración del componente graso en la aceptabilidad de la barra; no hay efecto de las interacciones del azúcar y el componente graso en la aceptabilidad de la barra.
- Niveles: 3 concentraciones de azúcar y componente graso.
- Variables Independientes:
  - ✓ Concentración de azúcar en la barra.
  - ✓ Concentración del componente graso en la barra.
- Variables Dependientes:
  - ✓ Concentración de granola en la barra.
- Réplicas: 2.
- Variable Respuesta: Aceptabilidad.
- Numero de tratamientos: Son los ensayos totales finales; 18 ensayos totales finales.

Los niveles de la concentración de azúcar en la barra se tomaron de acuerdo a los resultados de la experimentación exploratoria realizada en la sección 3.2.1. y a lo realizado por Hernández, M. (2011)<sup>96</sup>, donde el edulcorante tiene una concentración del 20% lo cual es similar a lo que se desarrolló en la experimentación exploratoria. Conforme a esta información se establecen niveles del 15%, 20% y 25% para el azúcar en el presente diseño experimental.

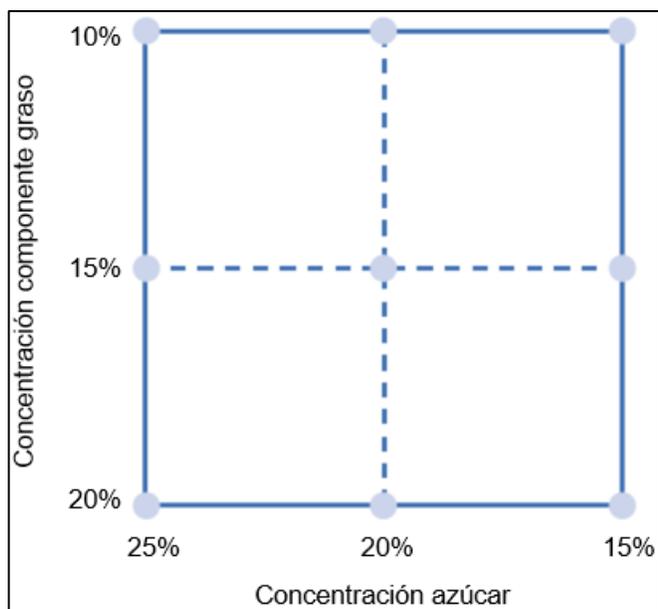
Los niveles de la concentración del componente graso en la barra se tomaron de acuerdo a los resultados de las pre experimentaciones realizadas anteriormente donde se manejó un porcentaje del 13%. A partir del porcentaje del componente graso que se ha manejado se establecen niveles del 10%, 15% y 20% para el componente graso en el presente diseño experimental.

A continuación, la ilustración 9 se ve la representación en el plano del presente diseño experimental.

---

<sup>96</sup> HERNÁNDEZ, M. (2011). Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel (tesis de maestría). Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

Ilustración 9. Representación en el plano del diseño experimental  $3^2$



Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cada una de las combinaciones del diseño experimental se procede a colocar una etiqueta a cada tratamiento con el fin de ordenar e identificar más fácilmente cada una de las pruebas.

A continuación, la tabla 8 se presentan las etiquetas de cada una de las pruebas del diseño experimental.

Tabla 8. Etiquetas de cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

		Azúcar		
		25%	20%	15%
Componente graso	20%	a11	a12	a13
	15%	a21	a22	a23
	10%	a31	a32	a33

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cada una de las pruebas se procede a preparar las formulaciones respectivas para cada prueba, recordamos que la única variable dependiente de este presente diseño experimental es la granola ya que la harina de coca se fija con un 12% en la formulación y como se mencionó anteriormente en la

sección 4.2.2. las demás variables que hacen parte de la mezcla aglomerante también se fijaron.

A continuación, se presentan en el cuadro 19 las fotografías de cada una de las barras que se sometieron posteriormente al análisis estadístico ANOVA.

Cuadro 19. Fotografías de barras resultantes del diseño experimental para la mezcla aglomerante

<p>Ilustración 10. Barra preparada con formulación a11.</p> 	<p>Ilustración 11. Barra preparada con formulación a12.</p> 	<p>Ilustración 12. Barra preparada con formulación a13.</p> 
<p>Ilustración 13. Barra preparada con formulación a21.</p> 	<p>Ilustración 14. Barra preparada con formulación a22.</p> 	<p>Ilustración 15. Barra preparada con formulación a23.</p> 
<p>Ilustración 16. Barra preparada con formulación a31.</p> 	<p>Ilustración 17. Barra preparada con formulación a32.</p> 	<p>Ilustración 18. Barra preparada con formulación a33.</p> 

Fuente: Elaboración propia

En el Anexo C se presentan las tablas con las formulaciones desarrolladas en cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

La aceptabilidad es la variable de respuesta del presente diseño, es una variable cualitativa que es cuantificada mediante la realización de un panel sensorial donde se someten las muestras a pruebas organolépticas por parte de los panelistas y se someten a una evaluación con una calificación de 0 a 10 siendo cero la peor puntuación y diez la mejor puntuación. La aceptabilidad contempla tres características importantes para la mezcla aglomerante que son el dulzor, sensación grasosa y la consistencia del producto.

Los paneles sensoriales se realizaron acorde a la norma ISO 8586 del 2012 “Lineamientos generales para la selección, formación y seguimiento de evaluadores seleccionados y evaluadores expertos”, donde se especifica los criterios para la selección y los procedimientos para la capacitación y el seguimiento de los evaluadores seleccionados y los expertos en evaluaciones sensoriales. Se realizó la selección de una muestra poblacional de 15 personas mayores de edad que se mantendrá durante todas los paneles sensoriales realizados según lo sugerido por la norma ISO 8586 del 2012 que recomienda un grupo mayor a diez personas para realizar los paneles sensoriales, de esta forma se generó una población de panelistas con un 50% más de panelistas para disminuir la variabilidad de los resultados, donde la selección de panelistas depende de los recursos humanos con los que cuenta la empresa; por ello los paneles sensoriales fueron realizados por 5 personas de Coca Nasa, para tener un criterio de expertos en los sabores inherentes a la harina de coca, el resto de los panelistas fueron supervisores y analistas de calidad expertos en paneles sensoriales de la empresa Alimentos Polar S.A.S, para tener un resultado sin sesgo frente a la aceptación o rechazo del sabor característico de la harina de coca frente a los niveles permisibles de un consumidor convencional. contempló una muestra poblacional de 15 personas mayores de edad, los panelistas evaluarán las 18 pruebas desarrolladas en el presente diseño experimental. El formato del panel sensorial se encuentra en el Anexo D.

La cuantificación de la aceptabilidad consistió en sumar la calificación de cada característica, para luego dividir por 3 dicha suma, luego se saca la aceptabilidad promedio de cada prueba, de este modo queda cuantificada la aceptabilidad para la formulación del cuerpo de la barra.

A continuación, en la tabla 9 se presentan los resultados de la aceptabilidad de cada por prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

Tabla 9. Resultados de la aceptabilidad por cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

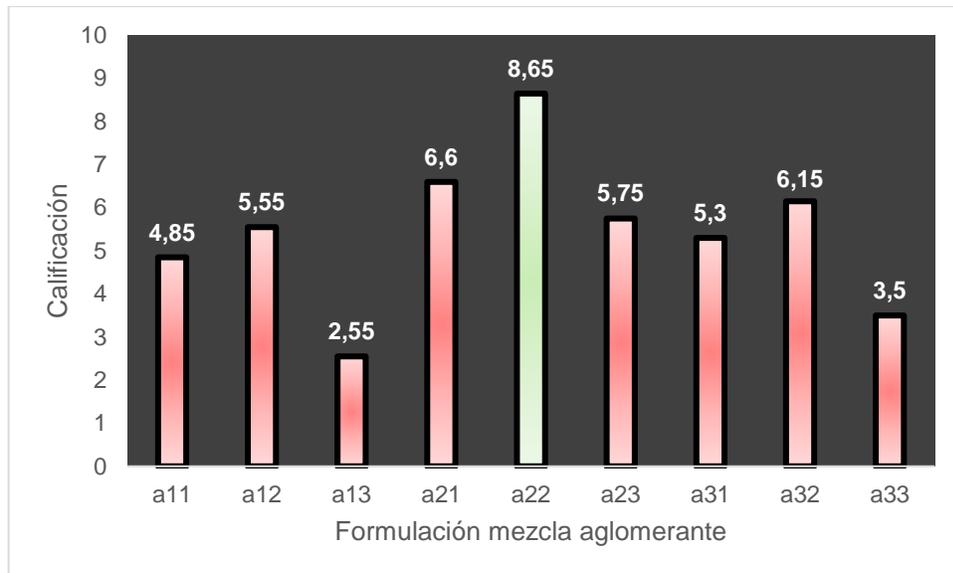
	Azúcar 25%	Azúcar 20%	Azúcar 15%
Componente graso 20%	4,8	5,5	2,6
	4,9	5,6	2,5
Componente graso 15%	6,7	8,6	5,8
	6,5	8,7	5,7
Componente graso 10%	5,2	6,2	3,4
	5,4	6,1	3,6

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la tabla 9 se realiza el análisis de la varianza (ANOVA) para evaluar las hipótesis planteadas en el diseño experimental, los resultados del ANOVA del diseño experimental para la mezcla aglomerante muestran que, existe efecto de cada nivel del azúcar, cada nivel del componente graso y cada interacción entre el azúcar y el componente graso en la variable de respuesta. Si hay efecto entre cada una de las pruebas debido a que estadísticamente hay una diferencia notable en la prueba de Fisher del ANOVA, donde los valores F superan los valores críticos para F. la tabla con los resultados del ANOVA se presenta en el Anexo E.

A continuación, en la gráfica 3 se presenta las calificaciones promedio de cada prueba del diseño experimental.

Gráfica 3. Calificaciones promedio de cada prueba del diseño experimental de formulación de la mezcla aglomerante



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados evidenciados en la gráfica 3, se va a seleccionar la formulación de la mezcla aglomerante de la prueba a22 que fue la que obtuvo la mejor calificación por parte de los panelistas, esta formulación de la mezcla aglomerante es la que se selecciona para desarrollo de la formulación del presente proyecto.

### 3.2.3 Formulación de concentración de harina de coca en la barra energética.

Por sugerencia de los panelistas que realizaron el panel sensorial de la sección 3.2.2 se pudo evidenciar que el producto tiene un sabor vegetal característico e invasivo a causa de la harina de coca; se procede a desarrollar una experimentación para fijar la concentración de harina de coca en la barra energética, para esto se fija todos los ingredientes de la mezcla aglomerante (agua, azúcar, harina de avena, margarina y miel) y se postulan cinco posibles formulaciones con tres concentraciones distintas de harina de coca.

A continuación, en la tabla 10 se presentan las concentraciones de los ingredientes que se van a dejar fijos en el desarrollo de la formulación de la harina de coca en la barra energética.

Tabla 10. Concentraciones de los ingredientes que se van a dejar fijos en el desarrollo de la formulación de la harina de coca.

<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje en la barra</b>
Agua	15%
Azúcar	20%
Harina de avena	10%
Margarina	15%
Miel	2%

Fuente: Elaboración propia

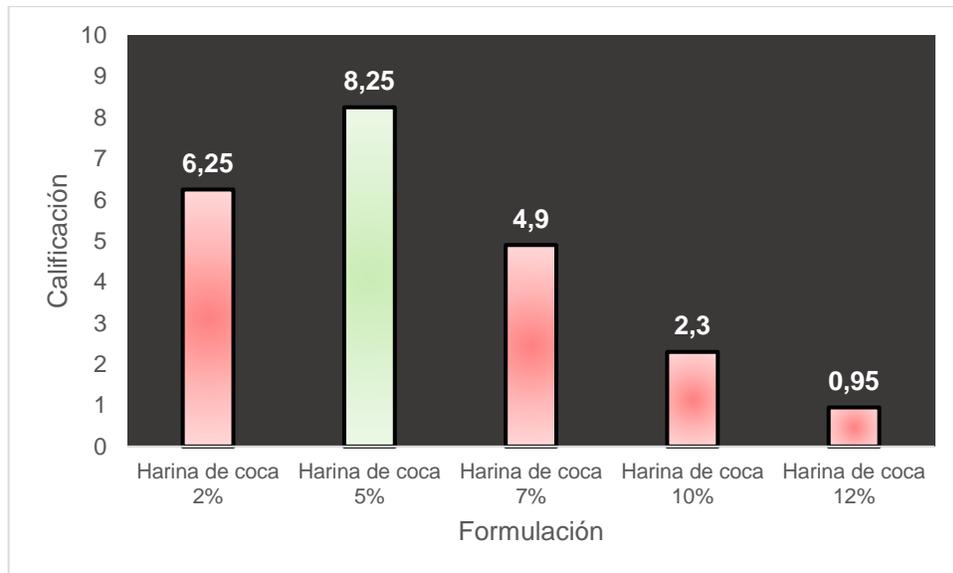
Las concentraciones de harina de coca para la barra energética que se van a evaluar son de 2%, 5%, 7%, 10% y 12%. En el Anexo F están las tablas con las formulaciones correspondientes a cada concentración de harina de coca.

Se va a realizar un panel sensorial de acuerdo a la norma ISO 8586 del 2012 “Lineamientos generales para la selección, formación y seguimiento de evaluadores seleccionados y evaluadores expertos”, en este caso al igual que el panel sensorial desarrollado en la sección 3.2.2., se seleccionó una muestra poblacional de 15 personas.

El panel sensorial de la formulación de concentración de harina de coca califica el sabor vegetal de las cinco concentraciones de harina de coca propuestas. En el Anexo G se presenta el formato utilizado para que los panelistas realizaran el panel sensorial.

A continuación, en la gráfica 4 se presentan las calificaciones promedio de cada concentración de harina de coca.

Gráfica 4. Calificaciones promedio de cada concentración de harina de coca.



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a las calificaciones brindadas por los panelistas se concluye que entre mayor sea la concentración de harina de coca en la formulación de la barra energética más baja es su calificación en el panel sensorial realizado, y que las barras con una concentración de harina de coca relativamente baja obtuvieron la mejor calificación.

La concentración de harina de coca que se selecciona es la del 5% debido a que fue la que obtuvo la mejor calificación en el panel sensorial realizado.

**3.2.4 Formulación del cuerpo de la barra.** El cuerpo de la barra está compuesto por seis ingredientes que son los encargados de ampliar la gama de sabores de la barra energética con harina de coca. Además, son los encargados de dar un mayor volumen y un carácter crocante a la barra energética.

Los ingredientes que conforman el cuerpo de la barra son los seleccionados en la sección 2.3.4., los cuales son los siguientes:

- Arándano rojo seco
- Arroz inflado
- Hojuelas de avena
- Hojuelas de maíz
- Marañón

➤ Quínoa

De los seis ingredientes que conforman el cuerpo de la barra se va a fijar la quínoa con una concentración del 2% debido a que es la que menor volumen aporta a la barra energética.

A continuación, en el cuadro 20 se presentan los ingredientes que están fijos en la formulación de la barra energética.

Cuadro 20. Ingredientes fijos para la formulación del cuerpo de la barra

Ingrediente	Porcentaje en la barra
Agua	15%
Azúcar	20%
Harina de avena	10%
Harina de coca	5%
Margarina	15%
Miel	2%
Quínoa	2%

Fuente: Elaboración propia

**3.2.4.1 Diseño experimental para el cuerpo de la barra.** El diseño experimental seleccionado para desarrollar la formulación del cuerpo de la barra es un diseño factorial, como se mencionó en la sección 3.2.2. este tipo de diseño permite analizar el efecto de cada una de las interacciones entre los distintos niveles de los factores.

Se va a desarrollar un diseño factorial de  $3^2$  este tipo de diseño maneja tres niveles y dos factores, el diseño se realiza por duplicado debido que para poder realizar el análisis de la varianza (ANOVA) es necesario que el diseño experimental cuente con dos repeticiones. Los factores seleccionados para el presente diseño experimental son la concentración de arroz inflado y la concentración de las hojuelas de maíz debido a que estos dos cereales influyen mayormente en el factor crocante del producto y permite que se pueda variar el resto de componentes proporcionalmente (Arándano, Hojuelas de avena y Marañón).

Como parámetros para la experimentación se establecen los siguientes conceptos claves, los cuales son:

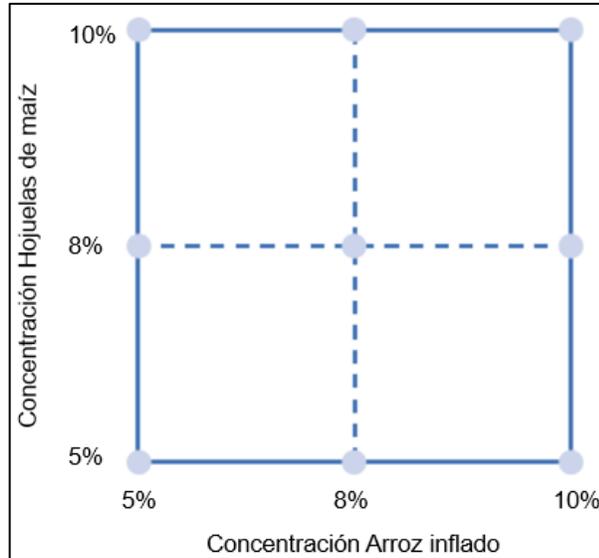
- Hipótesis: si hay efecto de la concentración del arroz inflado en el carácter crocante de la barra; si hay efecto de la concentración de las hojuelas de maíz en el carácter crocante de la barra; si hay efecto de las interacciones del arroz inflado y las hojuelas de maíz en el carácter crocante de la barra.

- Hipótesis nula: no hay efecto de la concentración del arroz inflado en el carácter crocante de la barra; no hay efecto de la concentración de las hojuelas de maíz en el carácter crocante de la barra; no hay efecto de las interacciones del arroz inflado y las hojuelas de maíz en el carácter crocante de la barra.
- Niveles: 3 concentraciones de arroz pop y hojuelas de maíz.
- Variables Independientes:
  - ✓ Concentración de arroz inflado en la barra.
  - ✓ Concentración de las hojuelas de maíz en la barra.
- Variables Dependientes:
  - ✓ Concentración de arándano rojo seco en la barra.
  - ✓ Concentración de hojuelas de avena en la barra.
  - ✓ Concentración de marañón en la barra.
- Réplicas: 2.
- Variable Respuesta: aceptabilidad.
- Numero de tratamientos: Son los ensayos totales finales; 18 ensayos totales finales.

Los niveles que se van a manejar de la concentración de arroz inflado y hojuelas de maíz van a ser de 5%, 8% y 10%. Esos límites se establecen debido a que al cuerpo de la barra le corresponde un 31% y se busca que todos los ingredientes del cuerpo aporten a la sabor, factor crocante y consistencia del producto que son las características que contempla la aceptabilidad del presente diseño experimental.

A continuación, en la ilustración 19 se ve la representación en el plano del presente diseño experimental.

Ilustración 19. Representación en el plano del diseño experimental  $3^2$  formulación cuerpo de la barra



Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cada una de las combinaciones del diseño experimental se procede a colocar una etiqueta a cada tratamiento con el fin de ordenar e identificar más fácilmente cada una de las pruebas.

A continuación, la tabla 11 se presentan las etiquetas de cada una de las pruebas del diseño experimental.

Tabla 11. Etiquetas de cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

		Arroz inflado		
		5%	8%	10%
Hojuelas de maíz	5%	b11	b12	b13
	8%	b21	b22	b23
	10%	b31	b32	b33

Fuente: Elaboración propia

Luego de identificar cada una de las pruebas se procede a preparar las formulaciones respectivas para cada prueba, donde para las concentraciones de arándano rojo seco, hojuelas de avena y marañón estarán de manera proporcional en cada una de las formulaciones del presente diseño experimental.

A continuación, se presentan en el cuadro 21 las fotografías de cada una de las barras que se sometieron posteriormente al análisis estadístico ANOVA.

Cuadro 21. Fotografías de barras resultantes del diseño experimental para la mezcla aglomerante

<p>Ilustración 20. Barra preparada con formulación b11.</p> 	<p>Ilustración 21. Barra preparada con formulación b12.</p> 	<p>Ilustración 22. Barra preparada con formulación b13.</p> 
<p>Ilustración 23. Barra preparada con formulación b21.</p> 	<p>Ilustración 24. Barra preparada con formulación b22.</p> 	<p>Ilustración 25. Barra preparada con formulación b23.</p> 
<p>Ilustración 26. Barra preparada con formulación b31.</p> 	<p>Ilustración 27. Barra preparada con formulación b32.</p> 	<p>Ilustración 28. Barra preparada con formulación b33.</p> 

En el Anexo H se presentan las tablas con las formulaciones desarrolladas en cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

La aceptabilidad es la variable de respuesta del presente diseño, es una variable cualitativa que es cuantificada mediante la realización de un panel sensorial donde se someten las muestras a pruebas organolépticas por parte de panelista y se someten a una evaluación con una calificación de 0 a 10 siendo cero la peor puntuación y diez la mejor puntuación. La aceptabilidad contempla características distintas a la aceptabilidad de la mezcla aglomerante que contempla características distintas, la aceptabilidad del diseño experimental del cuerpo de la barra contempla la palatabilidad, el factor crocante y la consistencia del producto.

Los paneles sensoriales se realizaron acorde a la norma ISO 8586 del 2012 “Lineamientos generales para la selección, formación y seguimiento de evaluadores seleccionados y evaluadores expertos”, se contempló una muestra poblacional de 15 personas mayores de edad, los panelistas evaluarán las 18 pruebas desarrolladas en el presente diseño experimental. El formato del panel sensorial se encuentra en el Anexo I.

La cuantificación de la aceptabilidad consistió en sumar la calificación de cada característica, para luego dividir por 3 dicha suma, luego se calcula la aceptabilidad promedio de cada prueba, de este modo queda cuantificada la aceptabilidad para la formulación del cuerpo de la barra.

A continuación, en la tabla 12 se presentan los resultados de la aceptabilidad de cada por prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

Tabla 12. Resultados de la aceptabilidad por cada prueba del diseño experimental para la mezcla aglomerante.

	Arroz inflado 5%	Arroz inflado 8%	Arroz inflado 10%
Hojuelas de maíz 5%	6,9	7,7	8,3
	6,5	8,0	8,2
Hojuelas de maíz 8%	7,5	9,5	8,9
	7,8	9,7	8,5
Hojuelas de maíz 10%	8,1	8,7	9,0
	8,3	8,4	9,1

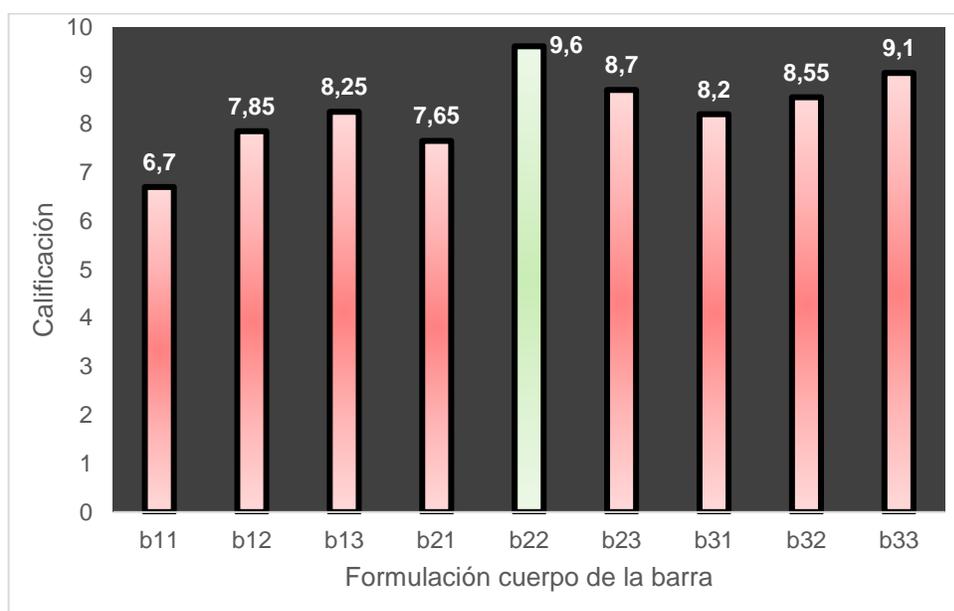
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados de la tabla 12 se realiza el análisis de la varianza (ANOVA) para evaluar las hipótesis planteadas en el diseño experimental para la formulación del cuerpo de la barra, los resultados del ANOVA del diseño experimental para la mezcla aglomerante muestra que, existe efecto de cada nivel de la concentración del arroz inflado, cada nivel de la concentración de las hojuelas

de maíz y cada interacción entre el arroz inflado y las hojuelas de maíz en la variable de respuesta. Si hay efecto entre cada una de las pruebas debido a que estadísticamente hay una diferencia notable en la prueba de Fisher del ANOVA, donde los valores F superan los valores críticos para F. la tabla con los resultados del ANOVA se presenta en el Anexo J.

A continuación, en la gráfica 5 se presenta las calificaciones promedio de cada prueba del diseño experimental.

Gráfica 5. Calificaciones promedio de cada prueba del diseño experimental de formulación del cuerpo de la barra



Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los resultados evidenciados en la gráfica 5, se va a seleccionar la formulación de la barra energética de la prueba b22 que fue la que obtuvo la mejor calificación por parte de los panelistas, esta formulación de la mezcla aglomerante es la que se selecciona para desarrollo de la formulación del presente proyecto.

**3.2.5 Formulación de la barra energética con recubrimiento de chocolate.** Las formulaciones de la barra energética en las secciones anteriores no han contemplado el aspecto de la barra y una observación reincidente por parte de los panelistas fue que el color verde ocasionado por la harina de coca hace que la barra tenga un aspecto desagradable por lo que se decide realizarle un recubrimiento de chocolate con el fin de mejorar la palatabilidad.

La cantidad de chocolate que se va agregar a la barra con una base de 100 gramos de barra energética va a ser de 15 gramos. Donde al ajustar la formulación todos los ingredientes variaron proporcionalmente con respecto a la adición de chocolate realizada.

A continuación, en la tabla 13 se presenta como queda la formulación de la barra energética luego de la adición del chocolate.

Tabla 13. Formulación c barra energética con chocolate

Formulación c barra energética con chocolate	
Agua	13,04%
Azúcar	17,39%
Harina de avena	8,70%
Harina de coca	4,35%
Margarina	13,04%
Miel	1,74%
Quínoa	1,74%
Arroz inflado	6,96%
Hojuelas de maíz	6,96%
Arándano	4,35%
Hojuelas de avena	4,35%
Marañón	4,35%
Chocolate	13,04%

Fuente: Elaboración propia

Para evaluar el recubrimiento con chocolate se realizó un panel sensorial de acuerdo a la norma ISO 8586 del 2012 “Lineamientos generales para la selección, formación y seguimiento de evaluadores seleccionados y evaluadores expertos”, a una muestra poblacional de 15 personas donde se realizó un comparativo entre la barra energética con recubrimiento de chocolate y sin recubrimiento de chocolate.

El resultado del panel sensorial fue que el 93% de los panelistas afirmo que el chocolate mejora el sabor del producto y 100% de los panelistas afirmo que el recubrimiento con chocolate mejora la palatabilidad. En el Anexo K se presenta el formato con el cual se realizó el panel sensorial.

A continuación, en el cuadro 22 se presenta las fotografías de la barra con recubrimiento de chocolate y sin recubrimiento.

Cuadro 22. Fotografías de barras sin recubrimiento y con recubrimiento de chocolate.

Barra energética sin recubrimiento de chocolate	Barra energética con recubrimiento de chocolate
<p data-bbox="342 491 846 541">Ilustración 29. Barra preparada con formulación b22.</p> 	<p data-bbox="954 407 1403 457">Ilustración 30. Barra con recubrimiento de chocolate.</p> 

La producción de la barra energética con harina de coca se va a realizar con la formulación c (tabla 11) de acuerdo a los resultados del panel sensorial.

### 3.3 CARACTERIZACIÓN DE LA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA

En esta sección se detalla los análisis realizados a la barra energética con harina, dichos análisis fueron el análisis bromatológico y el análisis microbiológico, las características que contiene cada uno de los análisis mencionados nos permiten establecer la composición proximal de las barras energéticas para garantizar la salubridad, inocuidad y la calidad del producto terminado. De forma tal que cumpla con la normatividad vigente para productos afines como las barras de cereal o productos derivados de cereales.

**3.3.1 Análisis microbiológicos.** Los análisis microbiológicos contemplan la determinación de distintos microorganismos que pueden afectar la inocuidad del producto, estos análisis son importantes debido a que la sola presencia o exceso de cierto microorganismo puede poner en riesgo la salud del consumidor, provocar multas a las empresas y afectar directamente la imagen del productor. Por eso es importante que todos los productores de alimentos tengan buenas prácticas de manufactura.

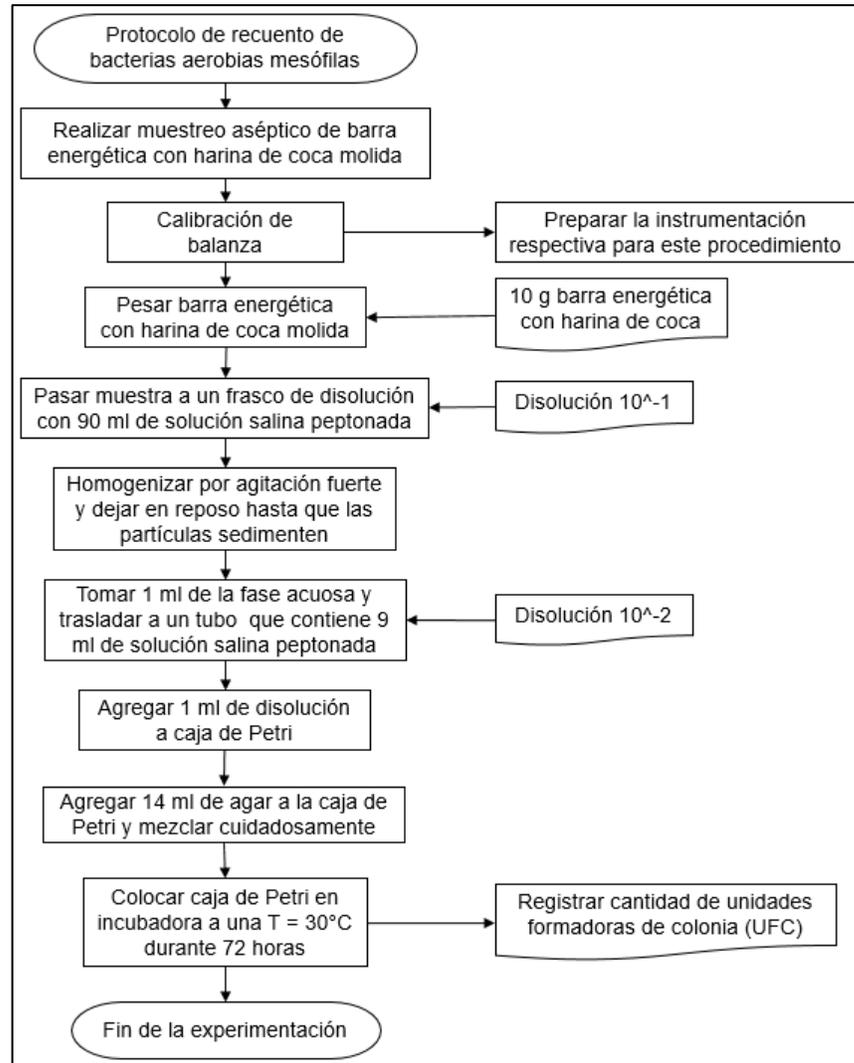
Las pruebas realizadas en los análisis microbiológicos fueron realizadas en los laboratorios microbiológicos de la empresa Alimentos Polar Colombia S.A.S.

Los resultados de los distintos recuentos se verifican que cumplan con el Decreto 3249 de 2006 por el cual se reglamenta el régimen de registro sanitario, de control de calidad, de vigilancia sanitaria y control sanitario de los suplementos dietarios, para ello los resultados se van a comparar con los límites máximos de productos similares.

Las barras energéticas no tienen una norma que establezca los límites microbiológicos, por lo que se toman límites de productos similares y se verifica que el resultado del recuento este dentro de los límites permitidos para los demás productos.

**3.3.1.1 Determinación del recuento de bacterias aerobias mesófilas.** La determinación del recuento de bacterias aerobias mesófilas se realizó según la NTC 4519; tomar una muestra asépticamente de 10 gramos de barra energética con harina de coca molida, luego pasarlos a un frasco de dilución con 90 mL de solución salina peptonada, esta primera dilución es  $10^{-1}$ , luego se homogeniza por agitación fuerte y se deja en reposo hasta que las partículas se sedimenten, luego se toma 1 mL de la fase acuosa y se pasa a un tubo que contiene 9 mL de solución salina peptonada (dilución  $10^{-2}$ ) y así sucesivamente preparar las diluciones necesarias. Para evitar el daño de microorganismos la temperatura del diluyente en las operaciones de preparación de diluciones será la del ambiente. Luego agregar 1 mL de dilución a una caja de Petri vacía y estéril, después agregar 14 mL de agar para recuento en placa mezclando cuidadosamente con el contenido de la placa, luego se coloca la caja de Petri en incubadora a una temperatura de 30°C durante 72 horas.

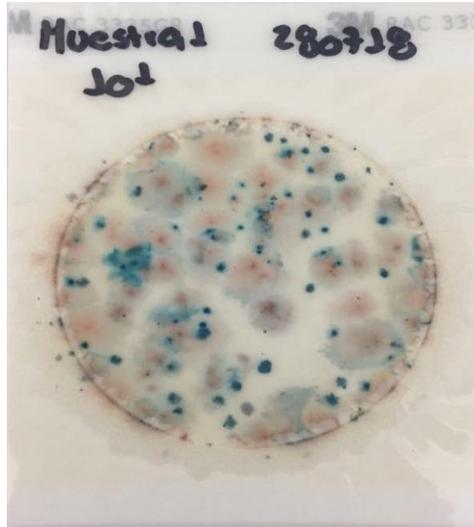
Diagrama 11. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de bacterias aerobias mesófilas.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la ilustración 31 se presenta la fotografía de la placa donde se realizó el recuento de bacterias aerobias mesófilas.

Ilustración 31. Placa del recuento de aerobios mesófilos.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 14 se presentan los límites máximos de aerobios mesófilos para alimentos similares y el resultado del recuento de aerobios mesófilos para la barra energética con harina de coca.

Tabla 14. Límites y resultado de recuento de aerobios mesófilos.

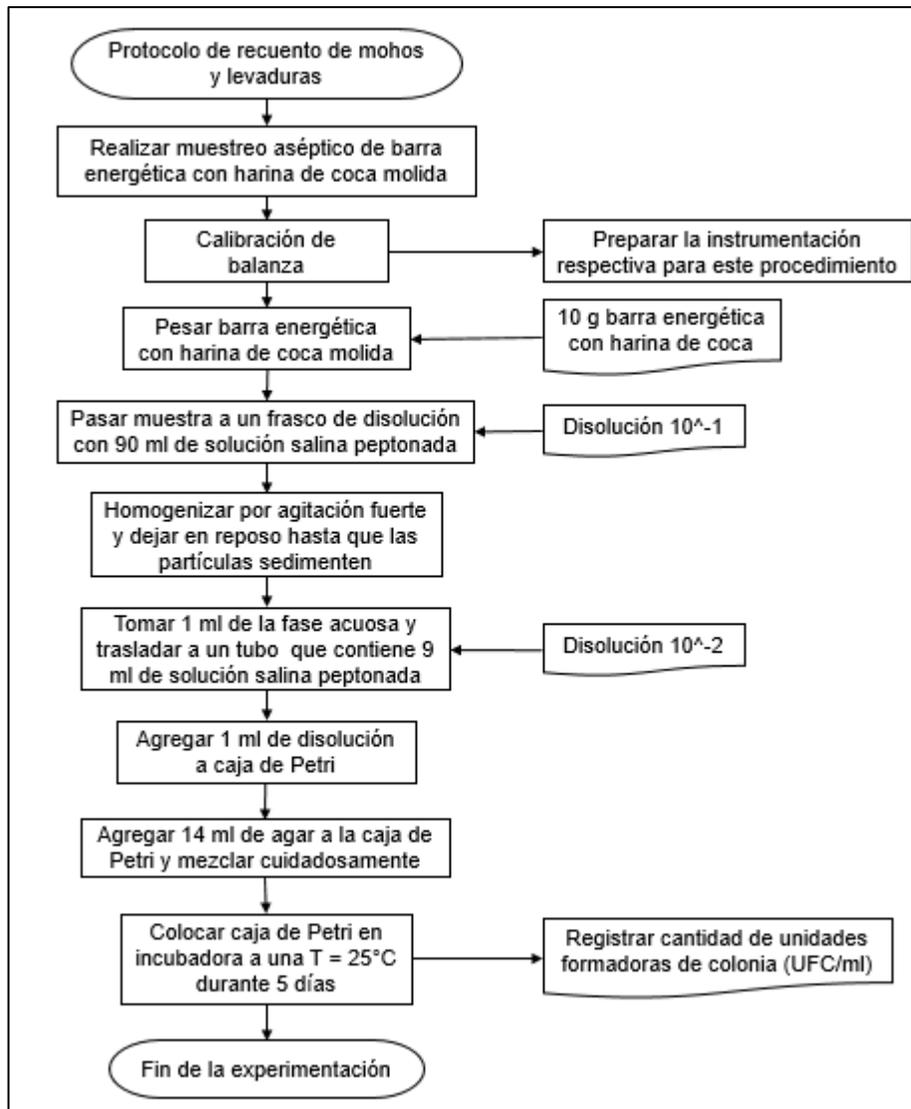
Límite máximo para refrescos, gelatinas y jaleas.	Límite máximo para gramíneas, quenopodiáceas y leguminosas.	Límite máximo para comidas preparadas con tratamiento térmico.	<b>Barra energética con harina de coca</b>
< 10000 UFC/ml	< 10000 UFC/ml	< 10000 UFC/ml	<b>&lt;2000 UFC/ml</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la información contenida en la tabla 14 se concluye que la barra energética cumple con los resultados estándares de Aerobios mesófilos.

**3.3.1.2 Determinación de recuento de mohos y levaduras.** La determinación de recuento de mohos y levaduras se realizó según NTC 4092 “Microbiología de alimentos y productos para alimentación animal. Requisitos generales y directrices para análisis microbiológicos”; tomar una muestra asépticamente de 10 gramos de barra energética con harina de coca molida, luego pasarlos a un frasco de dilución con 90 mL de solución salina peptonada, esta primera dilución es  $10^{-1}$ . luego se homogeniza por agitación fuerte y se deja en reposo hasta que las partículas se sedimenten, luego se toma 1 mL de la fase acuosa y se pasa a un tubo que contiene 9 mL de solución salina peptonada (dilución  $10^{-2}$ ) y así sucesivamente preparar las diluciones necesarias. Para evitar el daño de microorganismos la temperatura del diluyente en las operaciones de preparación de diluciones será la del ambiente. Luego agregar 1 mL de dilución a una caja de Petri vacía y estéril, después agregar 14 mL de agar para recuento en placa mezclando cuidadosamente con el contenido de la placa, luego se coloca la caja de Petri en incubadora a una temperatura de 25°C durante 5 días.

Diagrama 12. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de bacterias aerobias mesófilas.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la ilustración 32 se presenta la fotografía de la placa donde se realizó el recuento de mohos y levaduras.

Ilustración 32. Placa del recuento de mohos y levaduras.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 15 se presentan los límites máximos de mohos y levaduras para alimentos similares y el resultado del recuento de mohos y levaduras para la barra energética con harina de coca.

Tabla 15. Límites y resultado del recuento de mohos y levaduras.

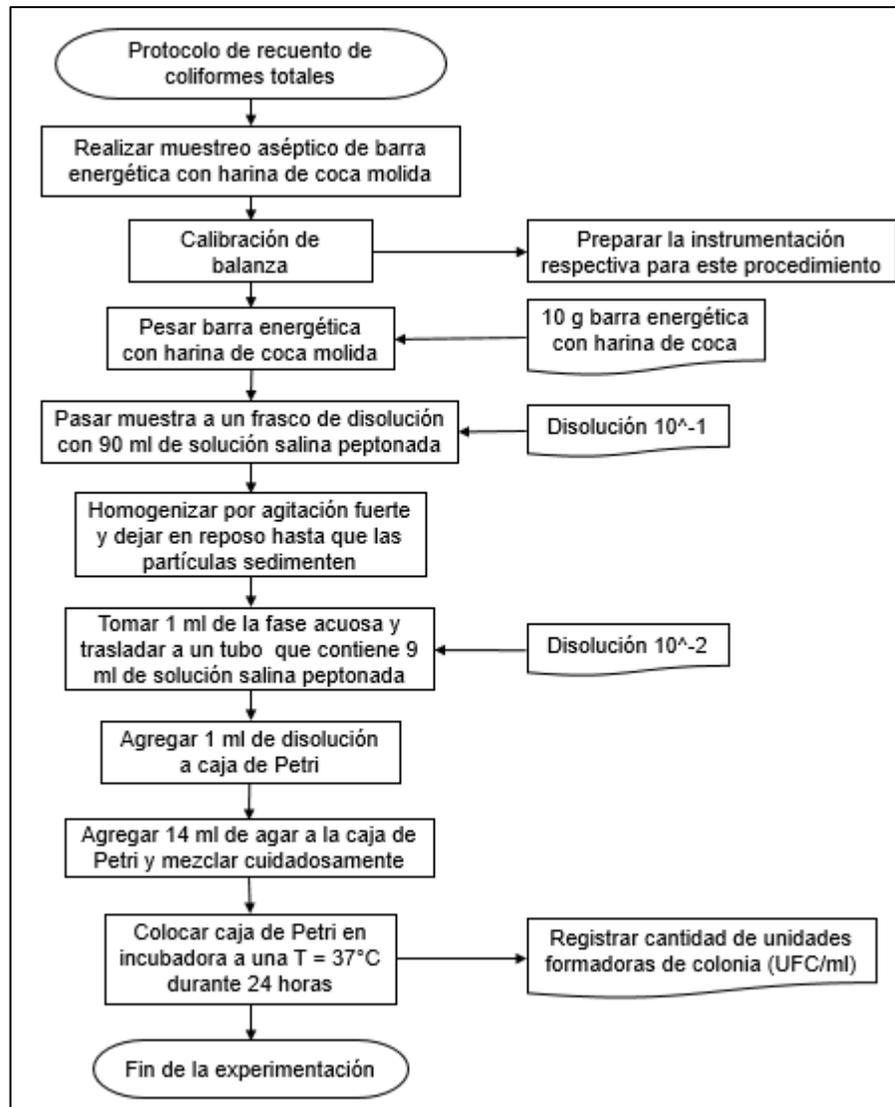
Límite máximo para harinas y sémolas	Límite máximo para gramíneas, quenopodiáceas y leguminosas.	Límite máximo para frutos secos.	<b>Barra energética con harina de coca</b>
< 10000 UFC/ml	< 1000 UFC/ml	< 100 UFC/ml	<b>&lt; 100 UFC/ml</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la información contenida en la tabla 15 se concluye que la barra energética cumple con los resultados estándares de mohos y levaduras.

**3.3.1.3 Determinación del recuento de coliformes totales.** La determinación del recuento de coliformes totales se realizó según la NTC 4092 “Microbiología de alimentos y productos para alimentación animal. Requisitos generales y directrices para análisis microbiológicos”; tomar una muestra asépticamente de 10 gramos de barra energética con harina de coca molida, luego pasarlos a un frasco de dilución con 90 mL de solución salina peptonada, esta primera dilución es  $10^{-1}$ . luego se homogeniza por agitación fuerte y se deja en reposo hasta que las partículas se sedimenten, luego se toma 1 mL de la fase acuosa y se pasa a un tubo que contiene 9 mL de solución salina peptonada (dilución  $10^{-2}$ ) y así sucesivamente preparar las diluciones necesarias. Para evitar el daño de microorganismos la temperatura del diluyente en las operaciones de preparación de diluciones será la del ambiente. Luego agregar 1 mL de dilución a una caja de Petri vacía y estéril, después agregar 14 mL de agar para recuento en placa mezclando cuidadosamente con el contenido de la placa, luego se coloca la caja de Petri en incubadora a una temperatura de 37°C durante 24 horas.

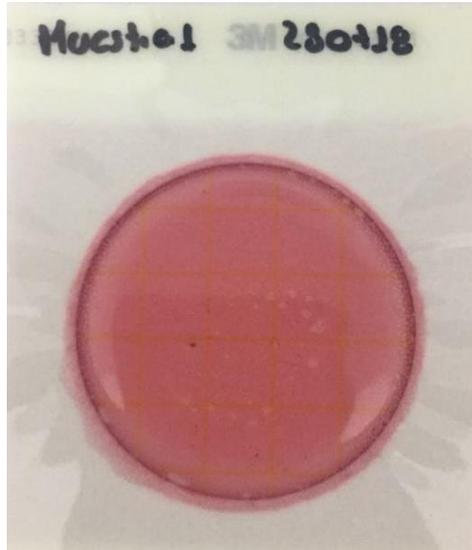
Diagrama 13. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de coliformes totales.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la ilustración 33 se presenta la fotografía de la placa donde se realizó el recuento de coliformes totales.

Ilustración 33. Placa del recuento de coliformes totales.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 16 se presentan los límites máximos de coliformes totales para alimentos similares y el resultado del recuento de coliformes totales para la barra energética con harina de coca.

Tabla 16. Límites y resultado del recuento de recuento de coliformes totales.

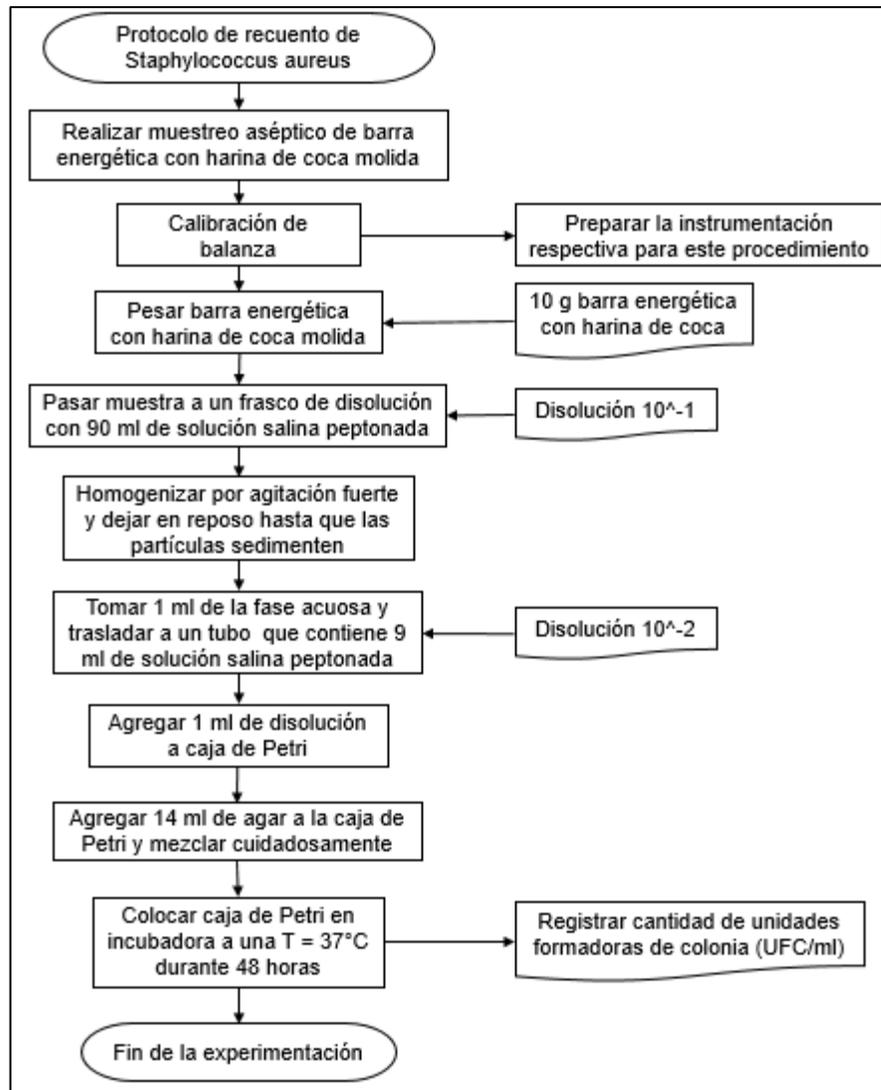
Límite máximo para harinas y sémolas	Límite máximo para gramíneas, quenopodiáceas y leguminosas.	Límite máximo para frutos secos.	<b>Barra energética con harina de coca</b>
< 100 UFC/ml	< 100 UFC/ml	< 100 UFC/ml	<b>&lt; 10 UFC/mL</b>

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la información contenida en la tabla 16 se concluye que la barra energética cumple con los resultados estándares de coliformes totales.

**3.3.1.4 Determinación del recuento de Staphylococcus aureus.** La determinación del recuento del recuento del Staphylococcus aureus se realizó según la NTC 4092 “Microbiología de alimentos y productos para alimentación animal. Requisitos generales y directrices para análisis microbiológicos”; tomar una muestra asépticamente de 10 gramos de barra energética con harina de coca molida, luego pasarlos a un frasco de dilución con 90 mL de solución salina peptonada, esta primera dilución es  $10^{-1}$ . luego se homogeniza por agitación fuerte y se deja en reposo hasta que las partículas se sedimenten, luego se toma 1 mL de la fase acuosa y se pasa a un tubo que contiene 9 mL de solución salina peptonada (dilución  $10^{-2}$ ) y así sucesivamente preparar las diluciones necesarias. Para evitar el daño de microorganismos la temperatura del diluyente en las operaciones de preparación de diluciones será la del ambiente. Luego agregar 1 mL de dilución a una caja de Petri vacía y estéril, después agregar 14 mL de agar para recuento en placa mezclando cuidadosamente con el contenido de la placa, luego se coloca la caja de Petri en incubadora a una temperatura de 37°C durante 48 horas.

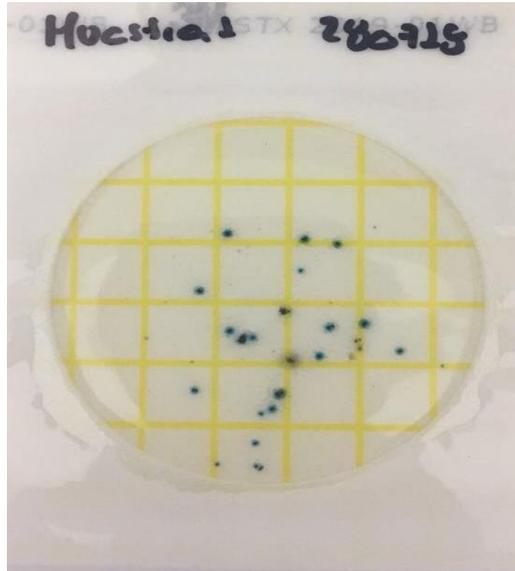
Diagrama 14. Protocolo de laboratorio para determinación del recuento de *Staphylococcus aureus*.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la ilustración 34 se presenta la fotografía de la placa donde se realizó el recuento.

Ilustración 34. Placa de recuento de Staphylococcus aureus.



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 17 se presentan los límites máximos de Staphylococcus aureus para alimentos similares y el resultado del recuento de Staphylococcus aureus para la barra energética con harina de coca.

Tabla 17. Límites y resultado de recuento de recuento de Staphylococcus aureus.

Límite máximo para pastas y masas frescas	Límite máximo para torta de cacao.	Límite máximo para comidas preparadas con tratamiento térmico.	Barra energética con harina de coca
< 100 UFC/ml	< 100 UFC/ml	< 100 UFC/ml	< 100 UFC/ml

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la información contenida en la tabla 17 se concluye que la barra energética cumple con los resultados estándares de Staphylococcus aureus.

**3.3.2 Análisis bromatológicos.** Los análisis bromatológicos comprenden la evaluación química de la materia que compone a los nutrientes, de este análisis se realiza la tabla nutricional de la barra energética con harina de coca.

Los análisis bromatológicos se realizaron en el laboratorio especialista en análisis químicos AGRILAB S.A.S. A continuación, en la tabla 18 se presenta tabla

nutricional de la harina de coca de acuerdo a los resultados del análisis bromatológico.

Tabla 18. Tabla nutricional de la barra energética con harina de coca

Tamaño por porción g	100	
Calorías Kcal	421	
<b>Parámetro</b>	<b>Resultado</b>	<b>Extracción /Método Analítico / Referencia</b>
Humedad	7,39%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Materia seca	92,6%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Cenizas	1,26%	700°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Grasa total	11,8%	Éter / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra cruda	1,78%	Mezcla ácida / Gravimétrico / Bernal 1994
Carbohidratos totales	78,8%	Método interno
Proteína cruda	6,38%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Nitrógeno	1,02%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Fosforo	0,12%	MVH HNO <sub>3</sub> ;HClO <sub>4</sub> / Colorimétrico / NTC 234
Calcio	0,21%	Absorción atómica / Método interno

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo el análisis bromatológico se puede evidenciar que la barra energética cumple con la función para la cual fue fabricada, es decir aportar una gran cantidad de energía, cumple los parámetros de consumo calórico de consumo de 1 día de es decir que aporta menos de 2000 Kcal, tiene un aporte significativo aportado por las grasas, carbohidratos; un aporte significativo de proteína, fibra y adicionalmente una carga de calcio alta, ya que este es un micronutriente en los alimentos convencionales, para hacer un comparativo la leche contiene una cantidad de calcio equivalente a 0,124% y la barra energética con harina de coca posee un valor de 0,21%<sup>97</sup>.

La humedad obtuvo un resultado favorable debido a que este resultado es similar al contenido de humedad de las barras de cereal presentes en el mercado, en la sección 4.1.3. se presenta el mecanismo empleado para lograr siempre llegar a este contenido de humedad en el proceso producción de la barra.

**3.3.3 Resumen de resultados de la caracterización de la barra energética con harina de coca.** En la siguiente tabla se presenta el resumen de resultados de cada uno de los análisis realizados a la barra energética con harina de coca, donde se incluyen los resultados de los análisis microbiológicos y bromatológicos realizados.

<sup>97</sup> Food and Agriculture Organization of the United Nations. Op.cit.,p. 20

Tabla 19. Resumen de resultados de la caracterización de la barra energética con harina de coca

<b>Parámetro</b>	<b>Resultado para porción de 100 gramos</b>
Calorías Kcal	421
Humedad	7,39%
Materia seca	92,6%
Cenizas	1,26%
Grasa total	11,8%
Fibra cruda	1,78%
Carbohidratos totales	78,8%
Proteína cruda	6,38%
Nitrógeno	1,02%
Fosforo	0,12%
Calcio	0,21%
Recuento de bacterias aerobias mesófilas [UFC/ml]	<2000
Recuento de mohos y levaduras [UFC/ml]	< 100
Recuento de coliformes totales [UFC/ml]	< 10
Recuento de Staphylococcus aureus [UFC/ml]	< 100

Fuente: Elaboración propia

#### 4. DETERMINACIÓN Y MEJORA DE CONDICIONES DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN PARA UNA BARRA ENERGÉTICA CON HARINA DE COCA

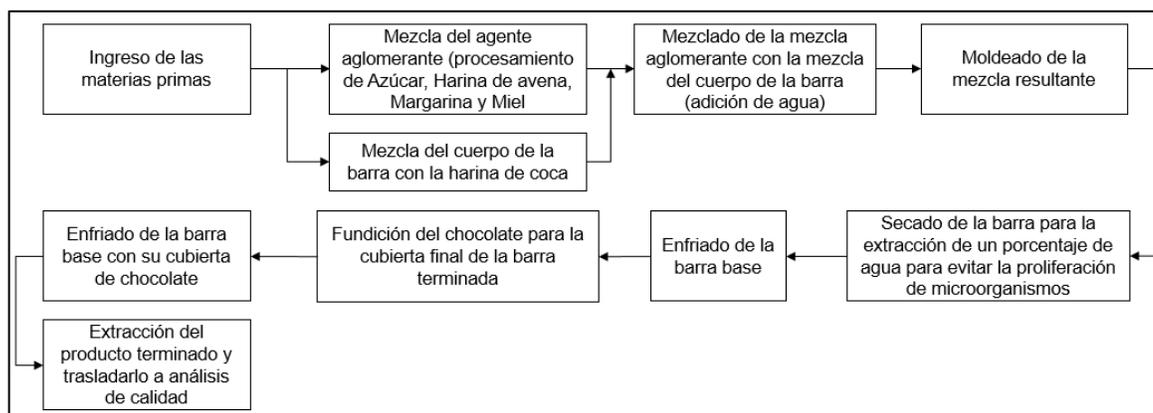
En el presente capítulo se establecen las condiciones del proceso para la producción de una barra energética con harina de coca para la empresa Cosa Nasa a nivel laboratorio, se inicia con la medición de las condiciones en el laboratorio y se aplicara un escalamiento con respecto a los flujos de materia prima necesarios para un mes de producción tomando como base la cantidad mensual de galletas con harina de coca que ya producen, adicionalmente se realiza un balance de masa en cada uno de los bloques de proceso para establecer los rendimientos del proceso.

##### 4.1 DETERMINACIÓN DE CONDICIONES DE PROCESO A NIVEL LABORATORIO

En esta sección se busca evaluar las condiciones del proceso para la producción de una barra energética con harina de coca, para ello se realiza un ensayo con el fin de medir las condiciones más relevantes del proceso, se realiza la elaboración la formulación final tomando una base de cálculo de 100 gramos y haciendo uso del procedimiento de preparación de las barras energéticas presentes en el mercado para la construcción del diagrama de bloques.

A continuación, en el diagrama 15 se presenta del macroproceso para la producción de una barra energética con harina de coca.

Diagrama 15. Macroproceso para la producción de una barra energética con harina de coca



Fuente: Elaboración propia

A continuación, se presentan en el cuadro 23 las condiciones de proceso más relevantes del proceso de producción de las barras energéticas con harina de coca.

Cuadro 23. Condiciones de proceso de la producción de las barras energéticas.

Bloque de proceso	Condición de proceso	Unidades
Mezcla	Temperatura	°C
	Tiempo	Minutos
	Velocidad de agitación	RPM
	%Humedad	-
Moldeado	Temperatura	°C
Secado	Temperatura	°C
	Tiempo	Minutos
	%Humedad	-
Enfriado	Temperatura	°C
	Tiempo	Minutos
Recubrimiento	Temperatura	°C
Enfriado	Temperatura	°C
	Tiempo	Minutos

Fuente: Elaboración propia

Las condiciones de proceso planteadas en el cuadro 23 son las más relevantes para el proceso, en el caso de la temperatura en el proceso de mezcla: da el estado del cuerpo de la barra y el cambio de las fases presentes en la mezcla, además de los cambios fisicoquímicos como las condiciones de la reacción de Maillard; en el moldeado se mide con el fin de establecer trazabilidad de esta condición antes de entrar al siguiente proceso; en el secado es de vital importancia realizar una medición diferencial de esta variable, sin embargo dentro de este capítulo también se desarrolla la parametrización de los gradientes de temperatura y porcentaje de humedad mediante la realización de curvas de secado a 2 temperaturas distintas según condiciones de temperatura bajo una revisión bibliografía debidamente referenciada en los capítulos 1 y 2.

El recubrimiento es importante establecer la temperatura de fusión del chocolate para mantener el sabor sin alteraciones y dar el aspecto deseado para el producto terminado; en ambos bloques de enfriado se establece un diferencial de temperatura y tiempos de enfriado para alcanzar una temperatura de 25°C.

La velocidad de agitación con la cual se realiza la mezcla aglomerante es una condición crucial puesto que a medida que se agregan los ingredientes, cambian las propiedades fisicoquímicas de la barra, por consiguiente, hay un aumento en la demanda de velocidad, por ello para el bloque de proceso de mezcla se determinan las velocidades y tiempos de agitación.

El porcentaje de humedad es importante para todos los bloques de proceso, puesto que es un requisito legal el cual el producto terminado debe cumplir, también nos permite establecer cuánta agua fue evaporada a lo largo del proceso y cuanta debe ser removida en el bloque de secado.

El tiempo es la variable que nos permite establecer el control de la residencia del producto en proceso frente a todas las condiciones previamente establecidas.

Para identificar cuáles son las condiciones de proceso se realiza una serie de ensayos, los procedimientos de cada ensayo se realizan por cada uno de los bloques del macroproceso descrito en el diagrama 10 de la sección 3.1.

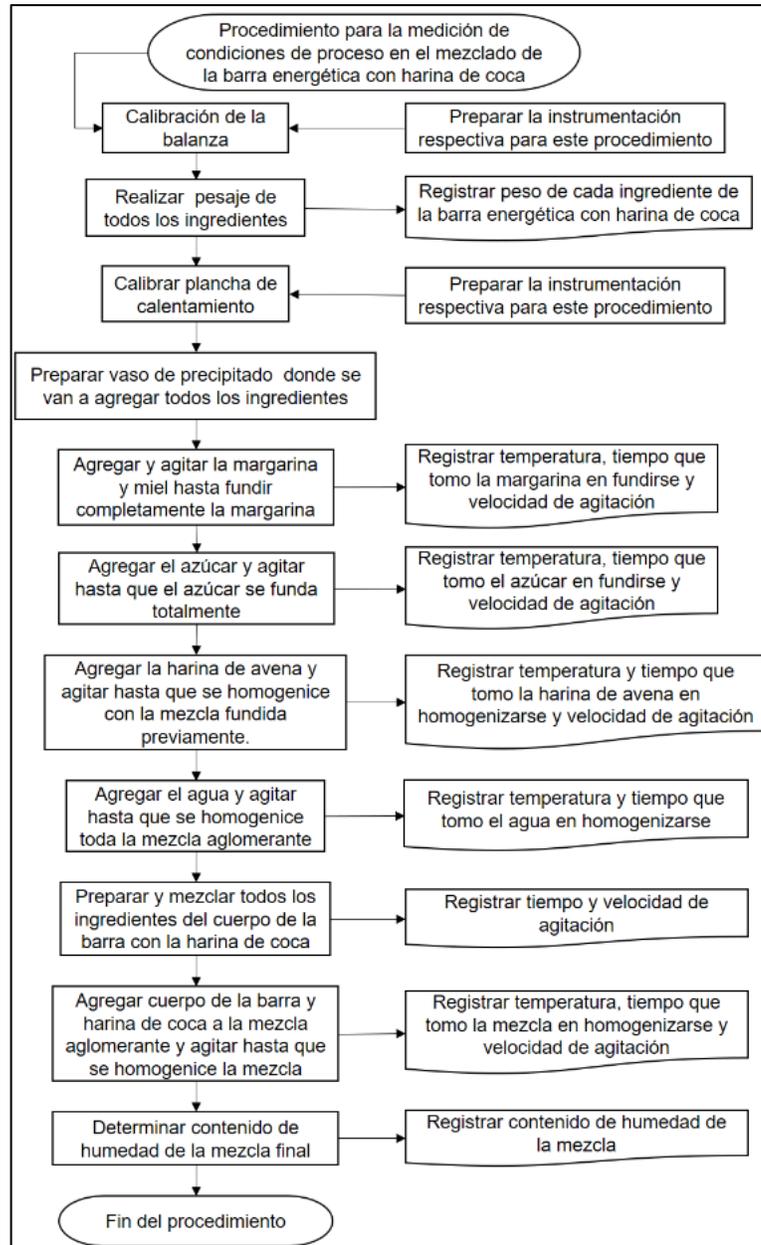
**4.1.1 Condiciones de proceso para el Bloque de Mezclado.** En el bloque del proceso de mezclado se contemplan seis etapas de dosificación de materias primas, donde las condiciones fisicoquímicas cambian con respecto al incremento de temperatura de la mezcla aglomerante en proceso: las etapas de dosificación son las siguientes:

1. Margarina-Miel
2. Margarina-Miel-Azúcar
3. Margarina-Miel-Azúcar-Agente Aglomerante
4. Margarina-Miel-Azúcar-Agente Aglomerante-Agua
5. Margarina-Miel-Azúcar-Agente Aglomerante-Agua-Cuerpo de la barra.

Este ensayo busca establecer el tiempo de agitación y calentamiento, velocidad de agitación y temperatura de cada una de las etapas de dosificación, para ello se realiza el procedimiento de mezclado con su respectiva medición.

A continuación, el diagrama 16 muestra el procedimiento para realizar el ensayo para la determinación de condiciones para el proceso de mezcla.

Diagrama 16. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de mezclado.



Fuente: Elaboración propia

El procedimiento se llevó satisfactoriamente obteniendo los siguientes resultados para las variables contempladas en la sección 3.1., obteniendo los siguientes resultados presentados en el cuadro 24.

Cuadro 24. Resultados del procedimiento para la medición de condiciones del proceso de mezclado.

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Velocidad de Agitación (RPM)	%H	Mezcla	Descripción del proceso
0	25	50	13,41	1	Agitación de Mezcla Margarina-Miel hasta alcanzar punto de fusión de la margarina
2	60	50	N/A		
7	75	80	N/A	2	Dosificación del azúcar a la mezcla 1
12	110	80	N/A		Inicio de fusión del azúcar
20	160	80	N/A		Fusión total del azúcar
21	140	100	N/A	3	Se adiciona el agente aglomerante se generando un choque térmico
22	140	100	N/A		Se termina la homogenización del agente aglomerante logrando el color pardo característico de la reacción de Maillard
22	120	200	N/A	4	Se dosifica el cuerpo de la barra
24	120	200	N/A		Se termina de homogenizar la mezcla y se para el sistema de agitación y calentamiento
24	110	100	N/A	5	Se dosifica el agua a la mezcla lo que genera otro choque térmico
26	130	100	N/A		Se termina de homogenizar la mezcla
35	70	0	8,59		La barra se enfría por convección del ambiente hasta ser transportada al molde

Fuente: Elaboración propia

Se observa en el cuadro 24 que el proceso de mezcla tiene una duración total de 26 minutos y trabaja con rangos de temperaturas de 0 a 160°C, las cuales deben ser controladas en cada una de las dosificaciones, puesto que la variación de alguna de estos parámetros generaría un cambio fisicoquímico no deseado en el producto, en proceso y en el producto terminado.

La agitación con la que se va a trabajar varía de acuerdo al ingrediente de la mezcla aglomerante que se esté agregando teniendo un mínimo de 80rpm y un máximo de 200rpm, estos rangos se definieron mediante observación y el criterio de aceptación fue la evidencia de homogeneidad de la mezcla, donde en cada una de las etapas

no se debía observar acumulaciones de sedimento toda la masa debe estar en movimiento para tener una agitación constante.

Se utiliza una termobalanza para determinar la humedad de la muestra proveniente del proceso de mezcla, se pudo establecer que el porcentaje de humedad a la salida del mezclador es de 8,59%.

**4.1.1.1 Perdidas en el proceso de mezclado** Se tomó una muestra compuesta de las materias primas en la proporción formulada en el proceso de mezcla sin someterla a ningún tratamiento y se realiza una prueba de humedad utilizando una termobalanza, con lo cual se pudo establecer que la humedad inicial de las materias primas en el proceso de mezcla es de 13,41%.

Para el cálculo de las perdidas en el proceso de mezclado se realizó la medición de las pérdidas de la materia prima sólida antes y después del proceso de mezclado por adherencia de la materia prima al recipiente en el cual fue agitado, adicionalmente con el cálculo de la humedad después del proceso de secado, se pudo establecer la cantidad de agua perdida en el proceso de mezcla.

A continuación, en la tabla 20 se muestran las materias primas alimentadas.

Tabla 20. Materias primas alimentadas en el proceso de mezclado

<b>Materia Prima</b>	<b>Peso en gramos</b>
Miel	1,74
Margarina	13,04
Agua	13,04
Harina de avena	8,70
Azúcar	17,39
Hojuelas de maíz	6,96
Arroz inflado	6,96
Marañón	4,35
Hojuelas de avena	4,35
Quínoa	1,74
Harina de coca	4,35
Arándano	4,35
Total	86,97

Fuente: Elaboración propia

Se realiza el cálculo de la humedad perdida en el proceso de amasado usando la siguiente formula:

$$\text{Diferencia de \%Humedad} = \%Humedad\ inicial - \%Humedad\ final$$

$$\text{Diferencia de \%Humedad} = 13,41\% - 8,59\% = 4,82\%$$

Se puede establecer que las pérdidas de agua en este caso se calculan de la siguiente forma:

$$\begin{aligned} \text{Perdidas de agua en el proceso de mezclado} &= \text{Mezcla humeda} \times \text{Diferencia de \%Humedad} \\ \text{Perdidas de agua en el proceso de mezclado} &= 86,97g \times 4,82\% = 4,19g \end{aligned}$$

Se midió la diferencia de peso entre las materias primas antes y después del proceso de mezclado, estableciendo la pérdida de masa en este.

Después del proceso de mezclado se pesó la masa que será transportada al proceso de moldeado, con lo cual se pudo establecer unas pérdidas de 11,65 gramos.

Siendo está pérdida de masa la correspondiente a las pérdidas de agua y a las pérdidas de solidos por adherencia al recipiente en el cual se realizó el proceso de mezclado.

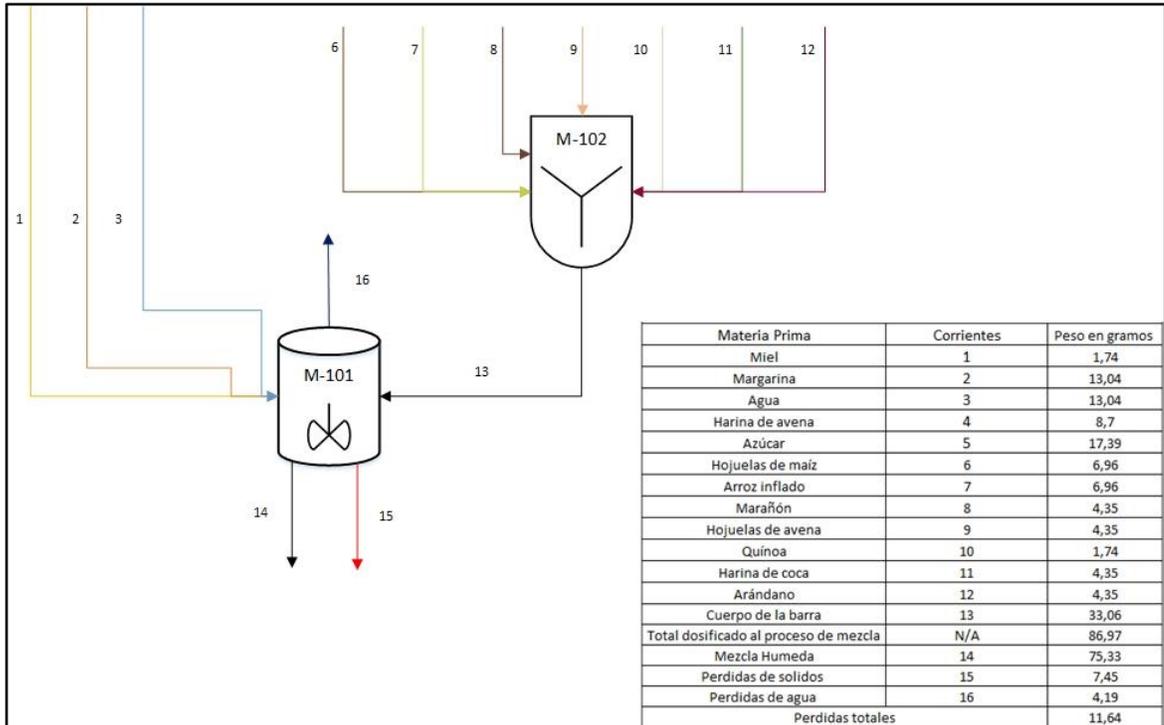
Se calculan las pérdidas de solidos por adherencia de en el recipiente de la siguiente manera:

$$\begin{aligned} \text{Perdidas de solidos} &= \text{Perdidas de masa} - \text{Perdidas de agua en el proceso de secado} \\ \text{Perdidas de solidos} &= 11,65g - 4,19g = 7,46g \end{aligned}$$

Se establece que del proceso de mezclado existen unas pérdidas de 13,38% sobre la masa dosificada en este que equivalen a 4,82% en pérdidas de agua y 8,57% a pérdidas de solidos por adherencia en el recipiente.

A continuación, se muestra el diagrama 17 el diagrama del proceso y la tabla resumen del balance de masa para este proceso.

Diagrama 17. Balance de masa en el proceso de mezclado



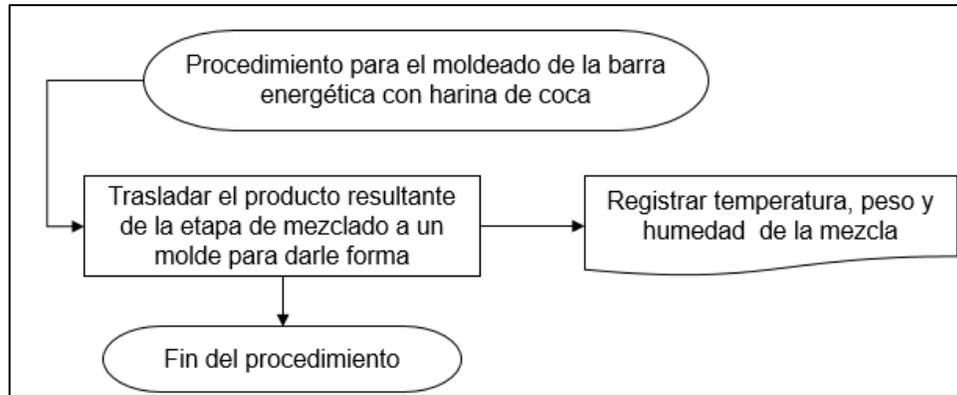
Fuente: Elaboración propia

Se puede establecer que en el proceso de mezcla se genera pérdidas equivalentes a 11,64% equivalentes a 4,19% por pérdidas de agua y 7,45% en pérdidas de sólidos en el balance global del proceso.

**4.1.2 Condiciones de proceso para el Moldeado.** El proceso de moldeado es el más sencillo dentro de todos los procesos, consiste en dosificar el bache proveniente del proceso de mezcla en un molde con el fin de dar la forma a las barras; las dimensiones de las barras serán producto de esta operación unitaria, se realiza la medición de la temperatura con el fin establecer trazabilidad de esta propiedad durante el proceso. por otra parte, se registra el peso de la mezcla con el fin de cuantificar las pérdidas en la etapa de mezclado.

A continuación, en el diagrama 18 se muestra el procedimiento la determinación de condiciones para el proceso de moldeado.

Diagrama 18. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de moldeado.



Fuente: Elaboración propia

El proceso de moldeado es un procedimiento sencillo en el cual solo se dosifica la mezcla proveniente del mezclado, las variables cuantificadas las temperaturas de residencia en los moldes presentadas a continuación en el cuadro 25.

Cuadro 25. Cuantificación de las temperaturas de residencia en los moldes.

Tiempo	Temperatura	%H	Descripción del subproceso
0	70	8,59	Se dosifica el producto proveniente del proceso de mezclado al molde
2	50	8,59	Se desmolda el producto y se pone sobre la bandeja del secador

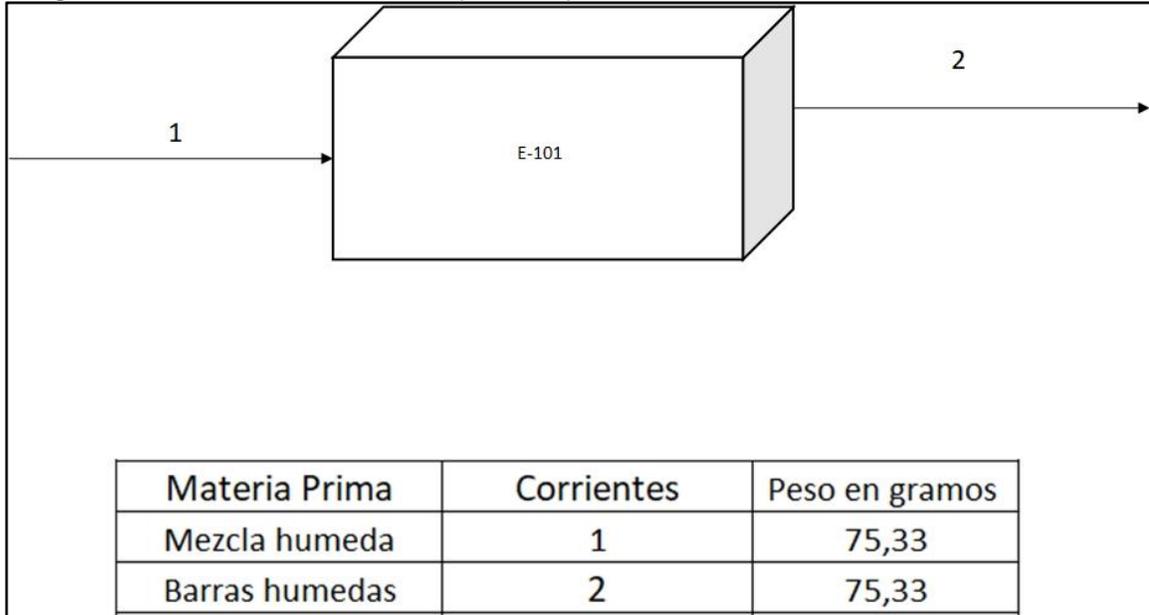
Fuente: Elaboración propia

Se puede concluir que en el proceso existen pérdidas de calor por conducción con el molde y las bandejas del secador, por tal motivo los gradientes de temperatura están entre 50°C y 70°C; por otra parte, se asume que la humedad será constante al sufrir un proceso de pérdida de calor y no ser sometido a una operación unitaria diferente a un cambio de forma mediante un procedimiento mecánico.

En este bloque no se presentan pérdidas significativas de peso por ello se hace la suposición que el peso permanecerá constante.

A continuación, se presenta el diagrama 19 que muestra el resumen del balance de masa para este bloque de proceso.

Diagrama 19. Balance de masa para el proceso de secado



Fuente: Elaboración propia

A continuación, en la tabla 21 se presentan las dimensiones de una barra energética con harina de coca producto del proceso de moldeado.

Tabla 21. Dimensiones y peso de una barra energética con harina de coca.

Dimensión	Medida
Largo (cm)	8
Ancho (cm)	2,5
Alto (cm)	1
Volumen (cm <sup>3</sup> )	20

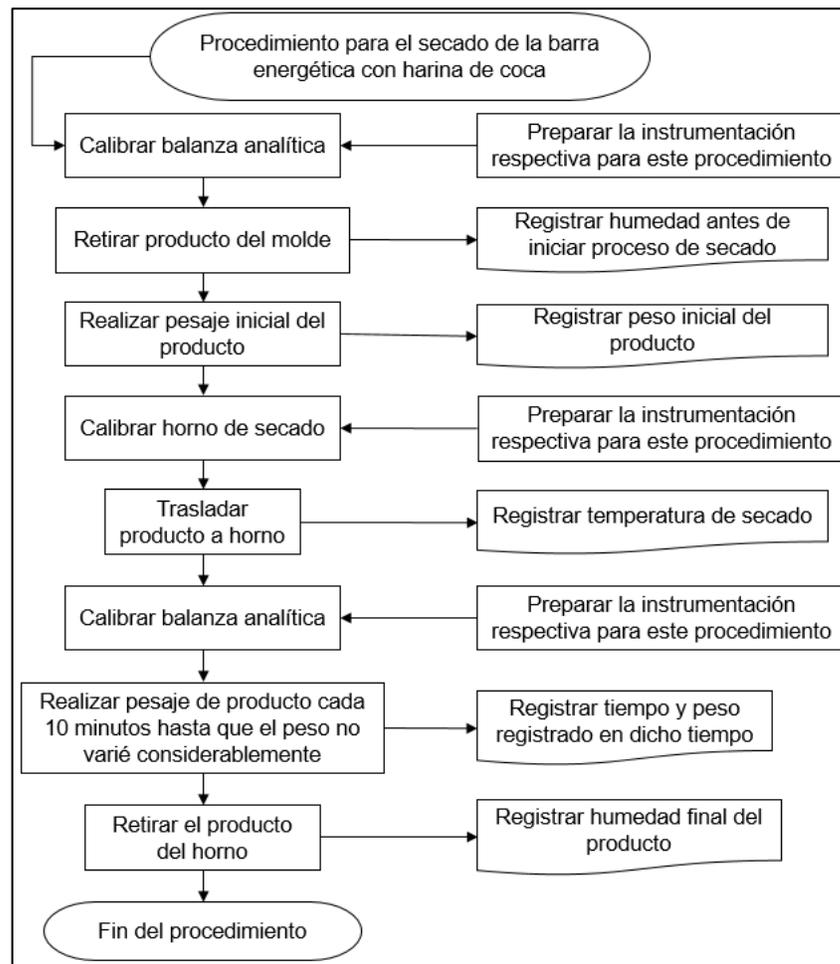
Fuente: Elaboración propia

**4.1.3 Condiciones de proceso para el Secado.** El proceso de secado es uno de los ejes principales del proceso puesto que con la remoción de la humedad presente en la mezcla se logra dar la consistencia deseada a las barras; el tiempo y las temperaturas utilizadas para esta operación tiene una repercusión directa en los costos de producción.

En este ensayo se desea establecer el tiempo de secado de las barras a diferentes temperaturas, evaluando el cambio de la humedad hasta llegar a un peso constante.

A continuación, en el diagrama 20 se muestra el procedimiento para la determinación de condiciones para el proceso de secado.

Diagrama 20. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de secado.

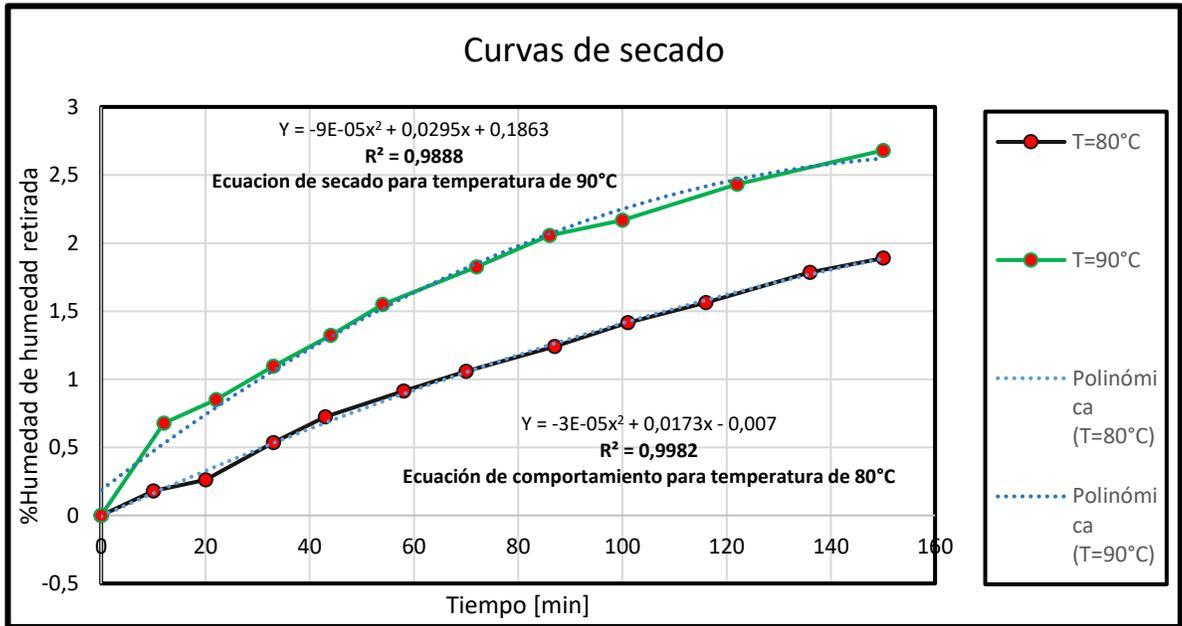


Fuente: Elaboración propia

Se realizó la determinación de las curvas de secado de las barras energéticas a la salida del proceso de moldeado tomando como base de cálculo la humedad registrada en la etapa de las condiciones del moldeado y temperaturas constantes de 80°C y 90 °C, según lo desarrollado en los trabajos de grado de Cappella, N. (2016) y Fernández, T. y Fariño, M. (2011), debido a que estas temperaturas aseguran la eliminación de la carga microbiana que pueda contener la mezcla; el procedimiento de realizar las curvas de secado consistió en tomar mediciones de las pérdidas de peso cada 10 min en una balanza analítica hasta llegar a peso constante.

A continuación, en la gráfica 6 se presenta el comportamiento de la humedad con respecto al tiempo de las barras energéticas con harina de coca.

Gráfica 6. Curva de secado barras energéticas con harina de coca.

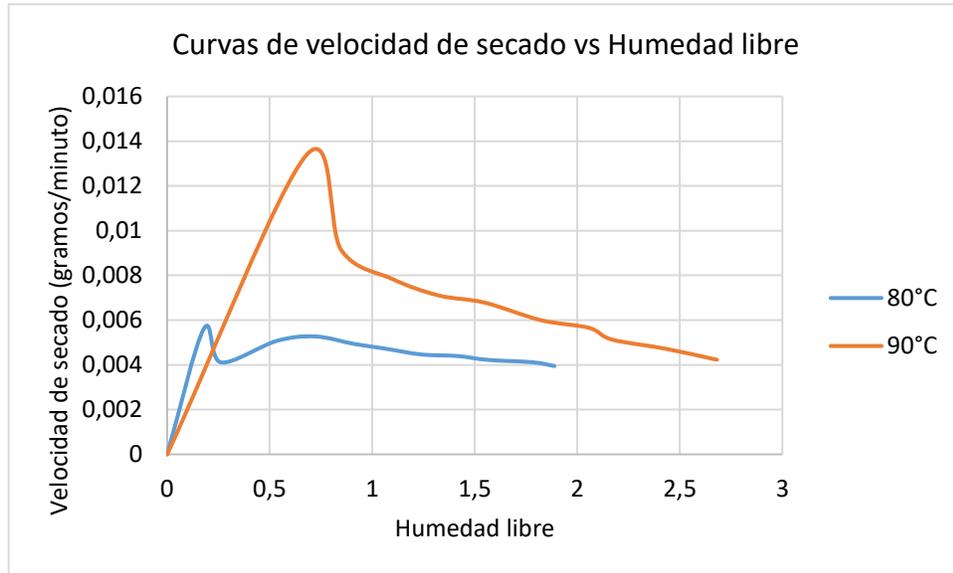


Se evaluó el comportamiento de la barra a una temperatura de 90°C para establecer si se podía volver más efectivo el proceso de secado, lo cual fue posible sin que la barra perdiera sus propiedades organolépticas y físicas, ya que la temperatura a la cual se realizaron los ensayos de las secciones 3.2.2. a 3.2.5 del capítulo 4 fue de 80°C, se realizó la curva con el fin de tener un control del proceso inicial; se evaluó en la experimentación exploratoria en el desarrollo de la formulación 1A y 1B con un secado a 100°C pero las barras sufrieron cambios fisicoquímicos no deseados como la carbonización en partes de su estructura por ello se suspendió dicho procedimiento; se toma como porcentaje de humedad inicial el valor registrado a la salida del proceso de moldeado el cual fue de 8,59%, es decir que en la gráfica 6 en el plano cartesiano el valor 0% realmente corresponde al valor 8,59%.

Se construye un gráfico de velocidad de secado contra humedad libre con el fin de evaluar el punto donde la velocidad permanecerá constante con respecto a la temperatura evaluada.

A continuación, en la gráfica 7 se presenta el comportamiento de la velocidad de secado vs la humedad libre de las barras energéticas con harina de coca.

Gráfica 7. Curva de Velocidad de secado vs Humedad libre



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica El proceso de secado más adecuado para la producción de las barras se da a una temperatura de 90°C siendo esta curva la que menos tiempo de residencia requiere en el secador, y en la cual se puede obtener una velocidad de secado mayor.

Se toma como referencia la humedad de las barras de cereal presentes en el mercado, se pudo establecer que el valor promedio del porcentaje de humedad de las barras es de un 7,20%, para ello se diseña el procedimiento en términos de tiempo de residencia de las barras al cual son sometidas y a una temperatura de 90°C para llegar una porcentaje igual o muy cercano al presentado por estos productos comerciales.

Para calcular el tiempo que debe transcurrir para alcanzar este valor deseado de humedad se debe despejar la variable del tiempo de la ecuación de secado (1) de la curva de 90°C y de esta forma obtendremos la ecuación de tiempo (2) de secado para el proceso.

$$\%H_{90} = 9 * 10^{-5}t^2 + 0,0295t + 0,1863 \quad (1)$$

$$t = 17,414 * \%H_{90}^2 + 7,8577 * \%H_{90} + 0,807 \quad (2)$$

Se calcula el porcentaje de humedad que debe ser removido para llegar a 7,20% aplicando la ecuación 3:

$$\text{Diferencia de \%Humedad} = \%Humedada a inicial - \%Humedad objetivo \quad (3)$$

$$\text{Diferencia de \%Humedad} = 8,59\% - 7,20\% \quad (3)$$

$$\text{Diferencia de \%Humedad} = 1,39\%$$

Y se reemplaza la diferencia del porcentaje de humedad en la de tiempo.

$$t = 17,414 * (1,39)^2 + 7,8577 * (1,39) + 0,807 \quad (2)$$

$$t = 45,37min$$

Donde:

$\%H_{90}$  es el porcentaje de humedad que debe removerse a las barras a 90°C.

$t$  es el tiempo de secado en minutos a 90°C.

De esta forma se puede establecer que para el proceso de elaboración de las barras energéticas con harina de coca requiere someter las barras provenientes del proceso de moldeado a una temperatura constante de 90°C durante un tiempo de 45,37 minutos contemplando que la humedad de la mezcla sea de 1,39%, si la humedad de la mezcla es superior se debe aplicar nuevamente la ecuación de tiempo de secado para realizar el cálculo del secado.

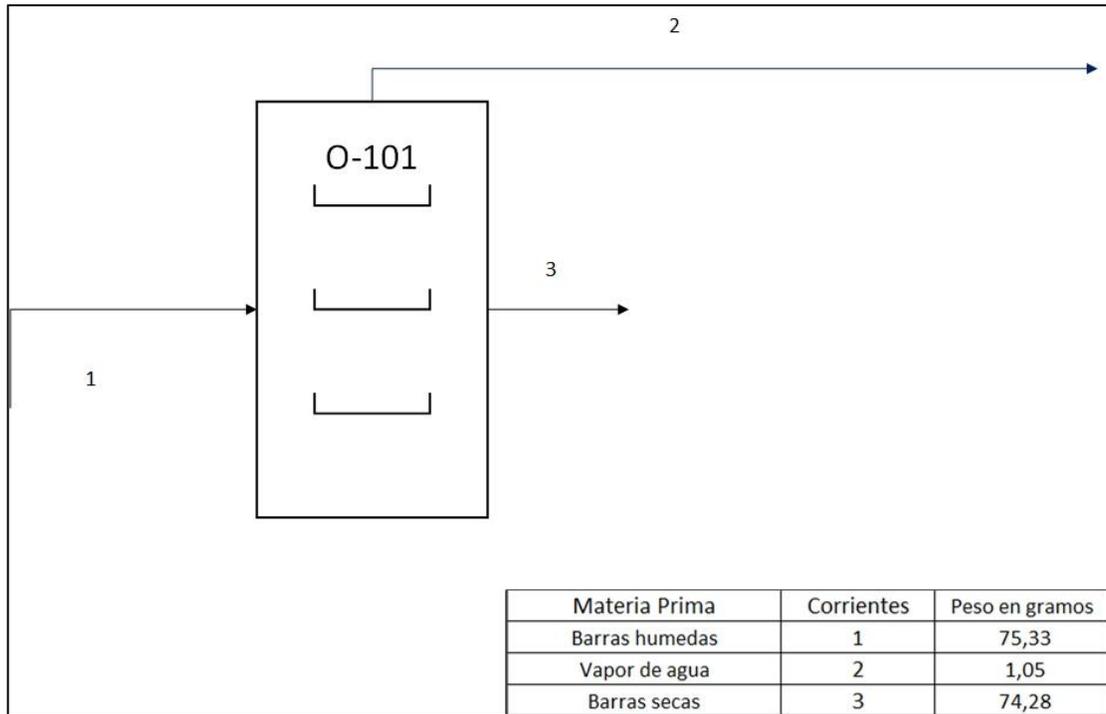
Se calcularon las pérdidas del proceso de secado realizando la medición de las diferencias de peso antes y después de este proceso, con lo cual se pudo evidenciar una diferencia de 1,04 gramos.

No se obtuvo repetibilidad de los datos por disponibilidad de los equipos en el laboratorio, sin embargo, los datos son consistentes con los análisis de humedad posteriores al proceso de secado.

Se realiza una prueba de humedad después del proceso de secado con lo que se pudo establecer una humedad de 1.36%, que es consistente con la humedad objetivo en el proceso de secado.

A continuación, en el diagrama 21 se muestra el balance de masa para el proceso de secado.

Diagrama 21. Balance de masa en el proceso de secado



Fuente: Elaboración propia

Con los datos de la humedad antes y después del proceso de secado se pudo establecer que las pérdidas de masa en el proceso de secado corresponden al agua retirada a las barras y que las pérdidas de sólidos no son significativas por lo cual se asume que en el proceso de secado no hay pérdidas de sólidos.

Se calcula el consumo energético del secador tomando como suposición inicial el Capacidad calorífica de Pastel de chocolate<sup>98</sup> para lograr dar una aproximación al Cp de las barras energéticas con harina de coca, puesto que se desconoce esta propiedad termodinámica y se asumirá que el horno tendrá un precalentamiento a hasta llegar a 90°C antes de ingresar las barras al proceso.

$$Q = Q_s + Q_L$$

$$Q_s = m(b)C_p(b)\Delta(T)$$

$$Q_L = Hfg(a) * m(a)$$

<sup>98</sup> UXON. Tablas de propiedades térmicas de los alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de enero de 2018]. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1261/capitulo7.pdf>

Donde Q es el calor en KJ necesario para secar las barras a una temperatura de 90°C

Qs es el calor sensible en KJ

QL es el calor latente en KJ

m(b) es la masa de barra energética a secar en kilogramos

Cp(b) es la capacidad calorífica de la barra energética

ΔT es el diferencial de temperatura en el calentamiento

Hfg(a) es la entalpia de vaporización del agua a 90°C

m(a) es la cantidad de agua removida en el proceso de secado

$$Q_{sensible} = (0,07531Kg) \times \left( \frac{2,57KJ}{Kg^{\circ}C} \right) \times (90^{\circ}C - 50^{\circ}C) = 7,74KJ$$

$$Q_{Latente} = (0,00139Kg) \times \left( \frac{1378,9KJ}{Kg} \right) = 1,92KJ$$

$$Q_1 = (7,74KJ) \times (1,92) = 9,66KJ$$

Se deja expresado el calor específico para secar las barras energéticas dividiendo el calor consumido en la cantidad de masa dosificada en este proceso.

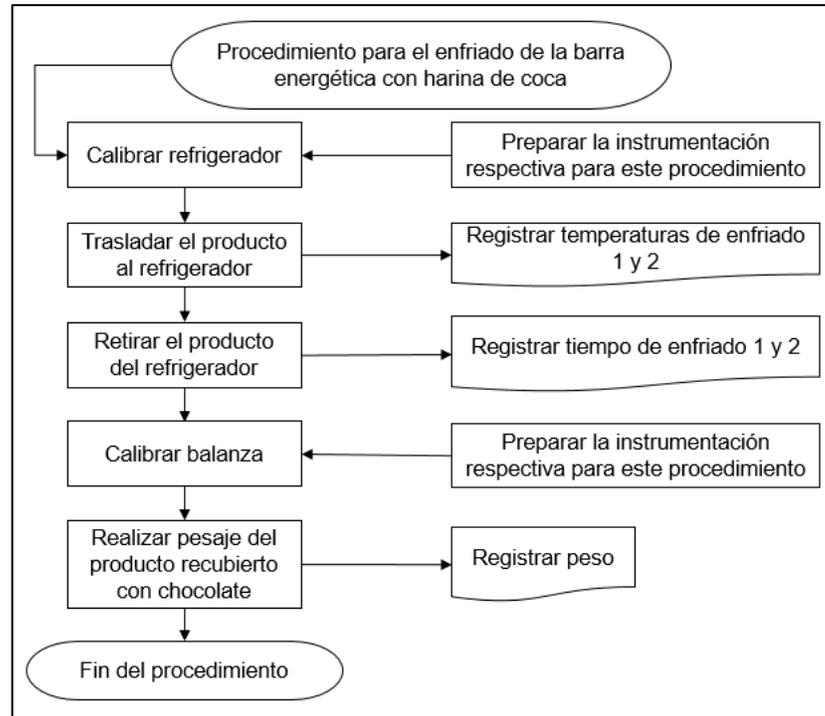
$$q_1 = \frac{Q}{m(b)} = \frac{9,66KJ}{0,07531Kg} = 128,27 \frac{KJ}{Kg}$$

Siendo q el calor específico para secar las barras energéticas.

**4.1.4 Condiciones de proceso para el Enfriado 1 y 2.** Este bloque de proceso tiene como finalidad llevar las barras provenientes de los procesos de secado y recubrimiento a una temperatura moderada, en el caso de las barras provenientes del secado pueden perder estabilidad si se encuentran a una temperatura elevada; al ingresar al proceso de recubrimiento y las que salen del mismo requieren una temperatura inferior a la del punto de fusión para solidificar y fijar el recubrimiento sin pérdidas de materia prima por escurrido.

A continuación, en el diagrama 22 se muestra el procedimiento para la determinación de condiciones para el proceso de enfriado.

Diagrama 22. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de enfriado.



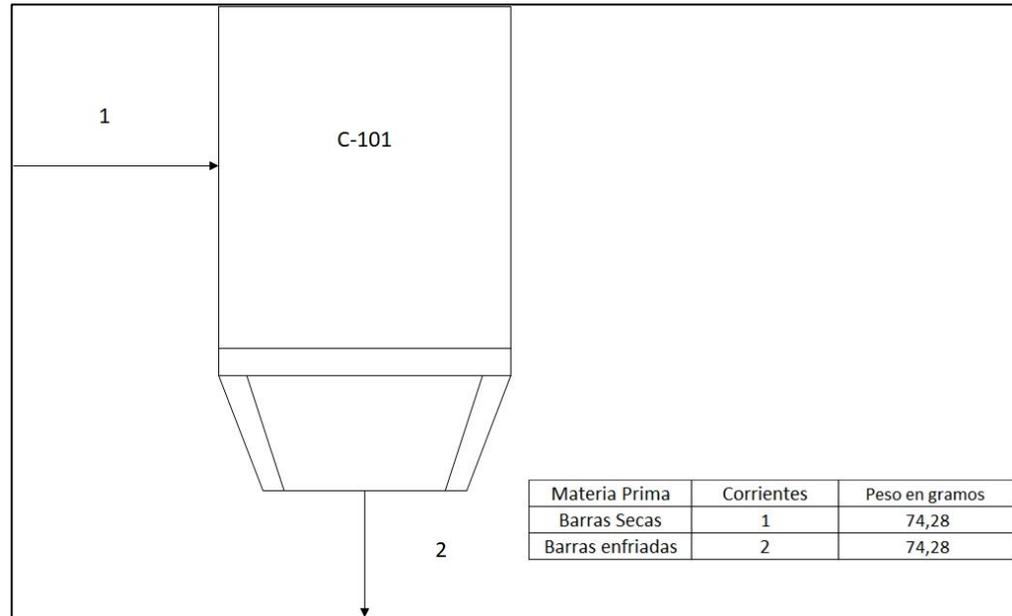
Fuente: Elaboración propia

De las pruebas del enfriado en ambos bloques de proceso se pudo observar que se necesitaba un tiempo de residencia para llegar a una temperatura de 25°C de 15 min, y para el proceso de solidificación del chocolate se requiere un tiempo de residencia de 10 min. Por otra parte, se registra el peso del producto recubierto con chocolate para así en el balance de masa cuantificar las pérdidas en el recubrimiento del chocolate.

**4.1.4.1 Balance de masa para el proceso de Enfriado 1.** Se realiza una medición del peso antes y después del proceso de enfriado 1 en el cual no se evidenciaron pérdidas significativas de peso, por ende, se asumirá que en este proceso no hay pérdidas de materia.

A continuación, en el diagrama 23 se muestra el balance de materia para el proceso de enfriado 1.

Diagrama 23. Balance de materia en el proceso de enfriado 1



Fuente: Elaboración propia

El balance del proceso en el enfriador 2 se planteará en la sección 4.1.5.1 para seguir un orden en el proceso.

Se calcula el calor que se retira de la barra seca en esta primera etapa de enfriamiento tomando como suposición inicial el Capacidad calorífica de Pastel de chocolate<sup>99</sup> para lograr dar una aproximación al Cp de las barras energéticas con harina de coca, puesto que se desconoce esta propiedad termodinámica, las barras secas ingresan a una temperatura de 90°C y se retiran cuando la barra seca alcanza una temperatura de 25°C. Se calcula solo el calor sensible ya que en esta etapa no se presenta ningún cambio de fase en la barra seca es decir que el calor sensible es equivalente al calor retirado en esta primera etapa de enfriado.

Donde  $Q_2$  es el calor retirado en esta primera etapa de enfriamiento en KJ

$m(b)$  es la masa de barra energética a enfriar en kilogramos

$Cp(b)$  es la capacidad calorífica de la barra energética

$\Delta T$  es el diferencial de temperatura en el enfriamiento

$$Q = m(b)Cp(b)\Delta(T)$$

<sup>99</sup> UXON. Tablas de propiedades térmicas de los alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de enero de 2018]. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1261/capitulo7.pdf>

$$Q_2 = (0,07426Kg) \times \left( \frac{2,57KJ}{Kg^{\circ}C} \right) \times (25^{\circ}C - 90^{\circ}C) = 7,74KJ$$

$$Q_2 = -12,41KJ$$

El signo negativo significa que en esta etapa se retiró calor a la barra seca y ahora se procede a dejar expresado el calor específico para enfriar las barras energéticas dividiendo el calor consumido en la cantidad de masa dosificada en este proceso de enfriamiento.

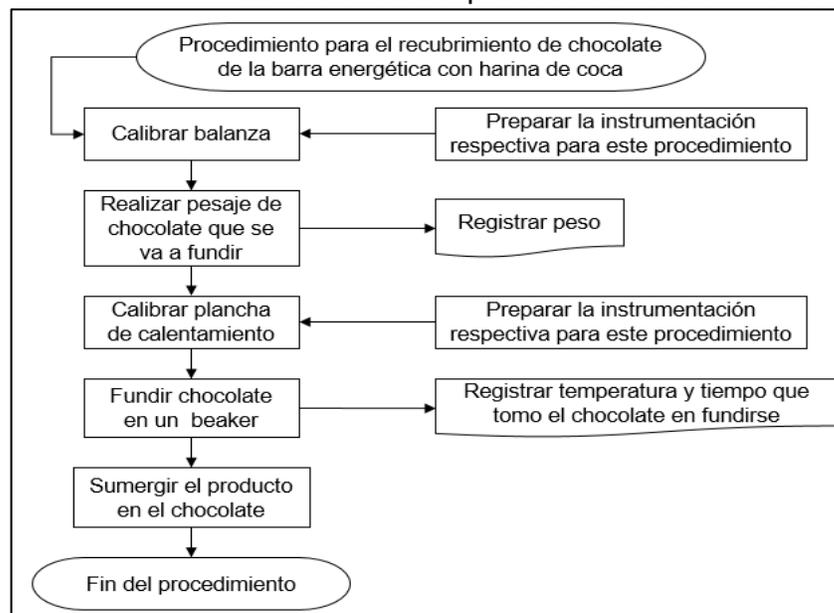
$$q_2 = \frac{Q}{m(b)} = \frac{12,41KJ}{0,07426Kg} = 167.05 \frac{KJ}{Kg}$$

Siendo q el calor específico retirado en esta primera etapa de enfriado de las barras energéticas.

**4.1.5 Condiciones de proceso para el recubrimiento de chocolate.** El proceso de recubrimiento tiene como finalidad fijar el chocolate a la superficie de la barra con harina de coca, como se mencionó en la sección 3.2.5. del capítulo 3 es necesario generar un recubrimiento con el fin de mejorar la palatabilidad el producto terminado. Además de evaluar la temperatura de fusión del chocolate para realizar el recubrimiento de la barra terminada.

A continuación, en el diagrama 24 se muestra el procedimiento para realizar el ensayo para la determinación de condiciones para el proceso de recubrimiento.

Diagrama 24. Procedimiento para la medición de condiciones del proceso de recubrimiento.



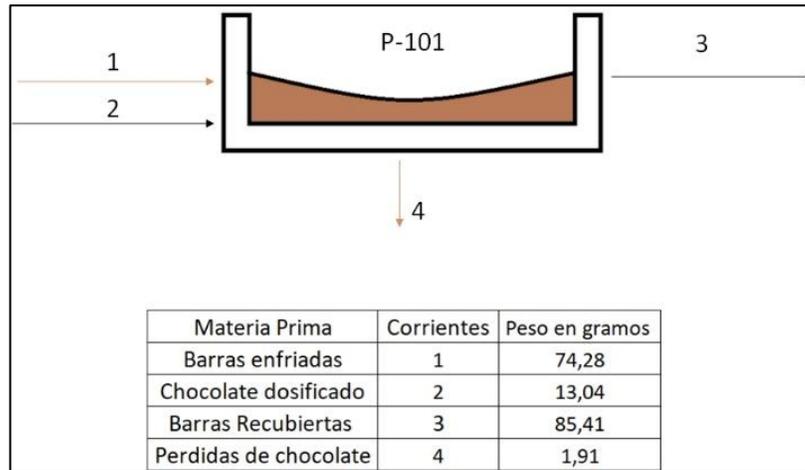
Fuente: Elaboración propia

Se pudo establecer que el chocolate funde a 45°C, el tiempo de residencia de la barra en el proceso se hará mediante inmersión en el fluido y un tiempo de residencia corto de 3 segundos aproximadamente.

**4.1.5.1 Balance de masa para el proceso de recubrimiento.** Se realizó la medición de la diferencia en peso antes y después del recubrimiento, evidenciando una ganancia de masa de 11,13 gramos, después del proceso de recubrimiento, también se pudo observar chocolate adherido al recipiente por lo cual se realizó el pesaje de este material, evidenciando pérdidas de chocolate de 1,91 gramos, por otra parte, desde la formulación inicial se dosificaron 13,04 gramos de chocolate y no se presentan pérdidas de sólidos en el proceso de recubrimiento.

A continuación, en el diagrama 25 se presenta el balance de masa para el proceso de recubrimiento.

Diagrama 25. Balance de masa en el proceso de recubrimiento



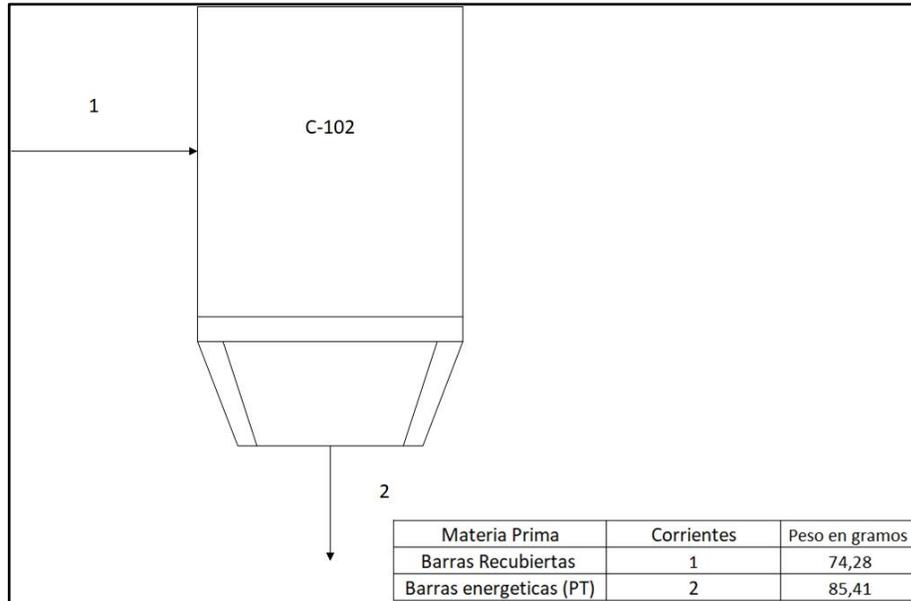
Fuente: Elaboración propia

Al terminar el proceso de producción de la barra energética con harina de coca, cada barra tiene un peso de 30 gramos.

**4.1.5.2 Balance de masa para el proceso del enfriador 2.** Se realizó el pesaje de las barras antes y después del proceso del enfriador 2, con lo cual se pudo establecer que no se presentan pérdidas significativas de peso, por lo cual se asume que en este proceso no hay pérdidas de masa.

A continuación, en el diagrama 26 se presenta el balance de masa en el proceso del enfriador 2.

Diagrama 26. Balance de masa para el proceso de enfriado 2



Fuente: Elaboración propia

Este es el último bloque de proceso y por ende este es el producto terminado por lo cual se puede evidenciar que se tuvo un rendimiento del 85,41% y pérdidas durante el proceso de 14,59%, con estos datos podemos planear la metodología para el escalamiento a nivel industrial, hay que resaltar que, este proyecto es una propuesta para la producción de una barra energética con harina de coca, pero para iniciar e implementar el proyecto se requiere un estudio técnico con los equipos disponibles en Coca Nasa.

Se calcula el calor que se retira de la barra seca en esta segunda etapa de enfriamiento tomando como suposición inicial el Capacidad calorífica de Pastel de chocolate<sup>100</sup> para lograr dar una aproximación al Cp de las barras energéticas con harina de coca, puesto que se desconoce esta propiedad termodinámica, las barras secas ingresan a una temperatura aproximada de 45°C y se retiran cuando la barra seca alcanza una temperatura de 25°C. Se calcula solo el calor sensible ya que al igual que en la primera etapa de enfriamiento no se presenta ningún cambio de fase en la barra seca es decir que el calor sensible es equivalente al calor retirado en esta primera etapa de enfriado.

Donde  $Q_3$  es el calor retirado en esta primera etapa de enfriamiento en KJ

<sup>100</sup> UXON. Tablas de propiedades térmicas de los alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de enero de 2018]. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1261/capitulo7.pdf>

$m(b)$  es la masa de barra energética a enfriar en kilogramos  
 $Cp(b)$  es la capacidad calorífica de la barra energética  
 $\Delta T$  es el diferencial de temperatura en el enfriamiento

$$Q = m(b)Cp(b)\Delta(T)$$

$$Q_3 = (0,08541Kg) \times \left( \frac{2,57KJ}{Kg^{\circ}C} \right) \times (25^{\circ}C - 45^{\circ}C) = -4,39KJ$$

$$Q_3 = -4,39KJ$$

El signo negativo significa que en esta etapa se retiró calor a la barra seca recubierta con chocolate y ahora se procede a dejar expresado el calor específico para enfriar las barras energéticas dividiendo el calor consumido en la cantidad de masa dosificada en este proceso de enfriamiento.

$$q_3 = \frac{Q}{m(b)} = \frac{4,39KJ}{0,08541Kg} = 51,40 \frac{KJ}{Kg}$$

Siendo  $q$  el calor específico retirado en esta segunda etapa de enfriado de las barras energéticas.

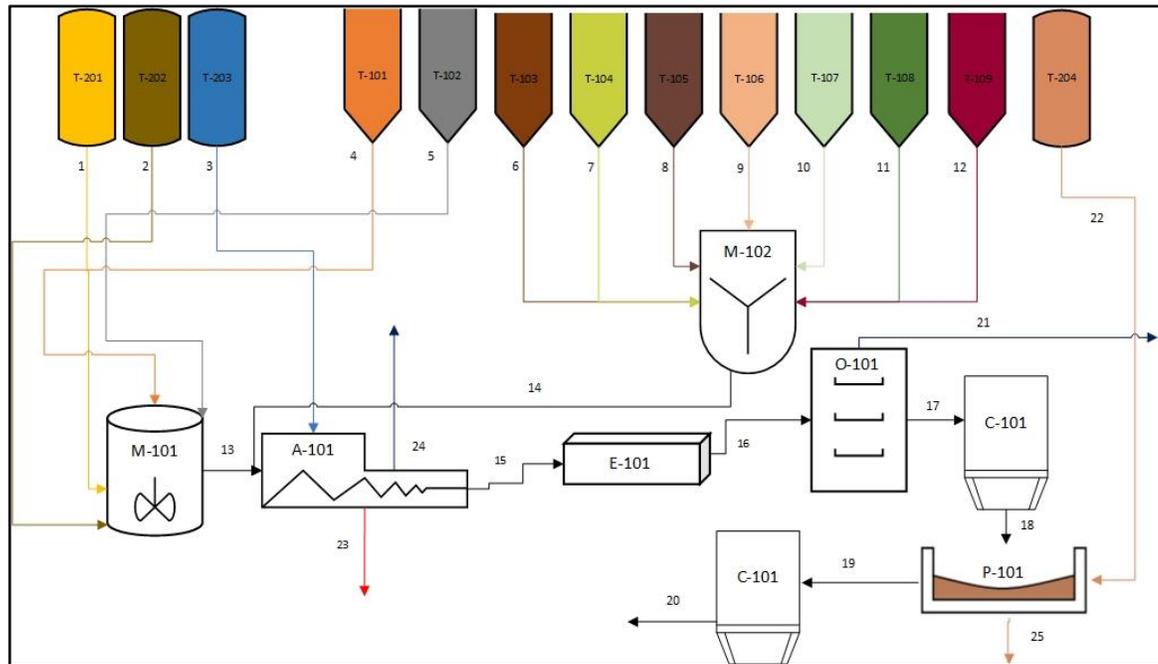
## **4.2 METODOLOGÍA DE ESCALAMIENTO PARA LA PRODUCCIÓN DE LAS BARRAS ENERGÉTICAS CON HARINA DE COCA**

En esta sección se realiza el desarrollo de la metodología de escalamiento del proceso de producción de las barras energéticas con harina de coca.

Se toma como base de cálculo un valor inicial de 3 kilogramos de producto terminado, que es el flujo de materia prima que se utiliza en la producción de galletas con harina de coca para realizar el escalamiento a la capacidad instalada de Coca Nasa por bache. Se establece esta cantidad ya que la capacidad del equipo de mezclado que posee la empresa es de 4,5 kilogramos contemplando el rendimiento del 85.

El proceso de producción de la barra energética con harina de coca se encuentra descrito en el diagrama 21 que se presenta a continuación, teniendo en cuenta los balances de masa por bloques presentados en la sección 4.1 tomando como base de cálculo porcentual los flujos de materia prima del proceso a nivel laboratorio, escalado a los flujos de materia prima estipulados anteriormente.

Diagrama 27. Proceso de producción de Barras energéticas con harina de coca



Fuente: Elaboración propia

El primer bloque de proceso consiste en dosificar la margarina y miel a un tanque de agitación (M-101) calentando la mezcla progresivamente de 0°C a 60°C con un mecanismo de agitación constante a 50 rpm por 2 minutos hasta la fundición y homogenización de las dos sustancias; la siguiente materia prima que se agrega es el azúcar, se agitar durante 18 minutos hasta la fundición total de la misma, esta condición se logra cuando la mezcla llega a una temperatura de 160°C.

Al homogenizar la mezcla de todos estos componentes, se añade el agente aglomerante para lo cual es requerido el incremento de la velocidad de agitación a 100 rpm por un aumento en la densidad de la mezcla, se debe agitar por un periodo de 8 minutos manteniendo la temperatura constante de 140°C.

En paralelo en un dispositivo de mezcla con un tambor rotatorio (M-102) se debe realizar el proceso de pre-mezclado de los componentes del cuerpo de la barra para posteriormente añadirlos a la mezcla aglomerante por un tiempo de 4 minutos.

La mezcla aglomerante y el cuerpo de la barra son añadidos a una amasadora (A-101) que trabaja a una velocidad 100rpm durante 2 minutos a una temperatura de 130°C y al finalizar la homogenización de la mezcla aglomerante y el cuerpo de la barra se hidrata la mezcla con agua generando un choque térmico hasta llegar a

una temperatura de equilibrio de 110°C, se debe mezclar la mezcla hidratada durante 2 minutos más.

Una vez terminado el mezclado, la masa húmeda resultante es trasladada al sistema de moldeado manual (E-101) para dar forma del producto terminado, una vez moldeadas las barras son trasladadas a las bandejas de secado.

Las bandejas son trasladadas a el horno secador (O-101) a una temperatura de 90°C por un periodo de 45.37 minutos.

Las barras secas en las bandejas son trasladadas a el sistema de refrigeración (C-101), que se encuentra a una temperatura de 3°C por un periodo de 15 minutos.

Las barras a enfriadas son trasladadas a la piscina de recubrimiento (P-101) de chocolate que se encuentra a una temperatura de 45°C y son sumergidas completamente y sacadas inmediatamente, el tiempo en el cual son sumergidas las barras es de 3 segundos.

A continuación, en la tabla 22 se presenta el balance de masa global y la identificación de cada corriente del proceso de producción de la barra energética con harina de coca representado en el diagrama 27.

Tabla 22. Balance de masa del proceso de producción de la barra energética con harina de coca.

Corrientes	Materia Prima	Formulación	Peso de bache (g)	Equipos	Descripción
1	Miel	1,74%	74,15	T-201	Unidad de almacenamiento de miel.
2	Margarina	13,04%	556,11	T-202	Unidad de almacenamiento de margarina.
3	Agua	13,04%	556,11	T-203	Unidad de almacenamiento de agua.
4	Harina de Avena	8,70%	370,74	T-101	Unidad de almacenamiento de harina de avena.
5	Azúcar	17,39%	741,48	T-102	Unidad de almacenamiento de azúcar.
6	Hojuela de maíz	6,96%	296,59	T-103	Unidad de almacenamiento de hojuelas de maíz.
7	Arroz pop	6,96%	296,59	T-104	Unidad de almacenamiento de arroz inflado.
8	Marañón	4,35%	185,37	T-105	Unidad de almacenamiento de marañón.
9	Hojuela de avena	4,35%	185,37	T-106	Unidad de almacenamiento de hojuela de avena.
10	Quinoa	1,74%	74,15	T-107	Unidad de almacenamiento de quinoa.

Tabla 22. Continuación

Corrientes	Materia Prima	Formulación	Peso de bache (g)	Equipos	Descripción
11	Harina de coca	4,35%	185,37	T-108	Unidad de almacenamiento de harina de coca.
12	Arándano	4,35%	185,37	T-109	Unidad de almacenamiento de arándano rojo seco.
13	Mezcla aglomerante	40,87%	1742,47	M-101	Tanque de mezclado.
14	Cuerpo de la barra	33,04%	1408,81	M-102	Mezclador de tambor rotatorio.
15	Mezcla Húmeda	75,31%	3438,92	A-101	Unidad de amasado.
16	Barras húmedas	75,31%	3438,92	E-101	Unidad de moldeado.
17	Barras Secas	74,26%	3391,12	O-101	Horno secador.
18	Barras enfriadas	74,26%	3391,12	C-101	Enfriador.
19	Barras Recubiertas	85,41%	4465,03	P-101	Piscina de recubrimiento.
20	Barras energéticas (PT)	85,41%	4465,03	C-101	Enfriador.
21	Vapor de agua del secador	1,05%	47,80	O-101	Horno secador.
22	Chocolate	13,04%	1130,43	T-204	Unidad de almacenamiento de chocolate.
23	Pérdidas de mezcla amasado	8,00%	113,13	A-101	Unidad de amasado.
24	Vapor de agua a la salida de la amasadora	3,64%	155,34	A-101	Unidad de amasado.
25	Perdidas de chocolate por escurrido	1,89%	56,52	P-101	Piscina de recubrimiento.
	Total Dosificado	100,00%	4263,50	N/A	N/A
	Perdidas	14,59%	1243,57	N/A	N/A
	Rendimiento	85,41%	3019,93	N/A	N/A

Fuente: Elaboración propia

## 5. ANÁLISIS FINANCIERO

Este capítulo tiene como fin determinar el monto de la inversión inicial y establecer si proyecto viable para la empresa Coca Nasa, para poner en marcha se necesitan hallar los costos y gastos en los cuales incurrirá la organización para la implementación de las barras energéticas con harina de coca en su portafolio de servicios.

### 5.1 INVERSIÓN INICIAL

Luego de todo el análisis en el proceso productivo de las barras energéticas realizado hasta este punto se deben establecerse activos fijos, activos diferidos y un capital de trabajo; la infraestructura actual de la empresa Coca Nasa cuenta con los equipos requeridos para la elaboración de dicho producto, sin embargo, de acuerdo al diagrama 27 del capítulo 4 del presente documento es necesario la adquisición de dos equipos.

En la tabla 23 se presentan los equipos que hacen falta para la producción de la barra energética dichos equipos hacen parte de los activos fijos, las cotizaciones de dichos equipos se realizaron directamente con el proveedor.

Tabla 23. Activos fijos.

<u>Inversión activos fijos</u>	<u>Valor</u>
Piscina de recubrimiento	\$3.000.000
Mezcladora de tambor	\$2.500.000

Fuente: Elaboración propia

También se tiene en cuenta los costos de instalar los equipos y realizar las adecuaciones necesarias a las instalaciones de la empresa para la puesta en marcha de dichos equipos, esta inversión hace parte de los activos diferidos.

En la tabla 24 se presenta la inversión a realizar, la inversión contempla señalización, pruebas pre operativas, capacitaciones para los empleados, adecuación de los equipos nuevos y puesta en marcha.

Tabla 24. Activos diferidos.

<u>Inversión activos diferidos</u>	<u>Valor</u>
Adecuaciones necesarias	\$800.000

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla 25, se encuentra el resumen de la inversión total que es la suma de los activos fijos y los activos diferidos.

Tabla 25. Inversión total

<b>Inversión total</b>	<b>Valor</b>
Piscina de recubrimiento y mezcladora de tambor	\$5.500.000
Adecuaciones necesarias	\$800.000
Mezclador de tambor	\$2.500.000
<b>Total</b>	<b>\$8.800.000</b>

Fuente: Elaboración propia

## 5.2 ÍNDICE DE PRECIOS AL CONSUMIDOR

Ya que la organización aun es pequeña se realizan los pronósticos con ayuda del IPC que se encarga de medir estadísticamente los productos de la canasta familiar, como el consumo de los colombianos, de esta manera se espera que crezca el consumo de barras con harina de coca.

Tabla 26. IPC Anual.

<b>Año</b>	<b>IPC</b>
2018	3,40%
2019	3,10%
2020	3,15%
2021	3,00%
2022	3,00%
2023	2,95%

Fuente: BANCOLOMBIA. Tabla de macroeconómicos proyectados. [Sitio web]. [Consultado 18 de septiembre de 2018]. Disponible en: <https://www.grupobancolombia.com/wps/port al/empresas/capitalinteligente/investigacione seconomicas/publicaciones/tablas-macroeconomicos-proyectados>

## 5.3 DEMANDA

Para conocer la demanda se tiene en cuenta la disposición de la materia prima más importante y esta es la harina de coca; la empresa ha decidido que por mes se producirán 2400 unidades, este monto aumentará o disminuirá según como se comporte la demanda en la tabla 27, se evidencia la proyección de unidades para

la venta. Se espera que la demanda insatisfecha con respecto a otras barras en el mercado aumente para poder captar estos clientes, aumentar la demanda y así mejorar los ingresos.

Tabla 27. Proyección de producción

Proyección de producción 2400 [Unidades / Mes]					
IPC	3,10%	3,15%	3,00%	3,00%	2,95%
Año	2019	2020	2021	2022	2023
Cantidad	21.600	29.707	30.598	31.516	32.446

Fuente: Elaboración propia

## 5.4 COSTOS

Estos equivalen al monto que la empresa va a gastar para elaborar el producto; existen costos directos que están directamente implicados con la fabricación de la barra y los indirectos que son necesarios para realizar la labor, pero no hacen parte de la barra.

**5.4.1 Costos directos.** Cuando se habla de costos directos se contemplan los costos de producción y a su vez estos costos consideran el valor de la mano de obra y de las materias primas para cada barra.

En la tabla 28 se coloca cada materia prima para elaborar una barra energética con harina de coca de 30 gramos y su respectiva proyección de costos.

Tabla 28. Proyección de costos de cada materia prima.

IPC Año	0,031 2019	0,0315 2020	0,03 2021	0,03 2022	0,0295 2023
Avena en Hojuelas [\$]	31,50	32,49	33,47	34,47	35,49
Avena Molida (instantánea) [\$]	54,00	55,70	57,37	59,09	60,84
Quinua Inflada [\$]	18,00	18,57	19,12	19,70	20,28
Arroz Inflado [\$]	72,00	74,27	76,50	78,79	81,12
Hojuelas de Maíz [\$]	38,40	39,61	40,80	42,02	43,26
Margarina [\$]	67,95	70,09	72,19	74,36	76,55
Azúcar Blanca [\$]	18,60	19,19	19,76	20,35	20,95
Miel de abejas [\$]	14,10	14,54	14,98	15,43	15,89
Marañón [\$]	143,70	148,23	152,67	157,25	161,89
Chocolate [\$]	6,30	6,50	6,69	6,89	7,10
Arándanos [\$]	75,15	77,52	79,84	82,24	84,66
Agua [\$]	10,65	10,98	11,31	11,65	11,99
Harina de coca [\$]	60,00	61,89	63,75	65,66	67,60
Empaque [\$]	18,00	18,57	19,12	19,70	20,28
Total [\$]	628,35	648,14	667,58	687,61	707,90

Fuente: Elaboración propia

En cuanto a la mano de obra la empresa ha decidido asignar 2 colaboradores que trabajaran 6 días de la semana las 8 horas es decir 48 horas semanales. Según la ley 1819 de 2016 empresas con colaboradores que devenguen menos de 10 salarios mínimos quedan exentas de pagar ICBF, SENA y el 8,5% que hace el empleador como aporte a la salud. En la Tabla 29 se presenta los resultados de la proyección de los costos de la mano de obra.

Tabla 29. Proyección costos de mano de obra.

IPC	3,10%	3,15%	3,00%	3,00%	2,95%
Año	2019	2020	2021	2022	2023
Sueldos [\$]	1.792.818	1.849.292	1.904.771	1.961.914	2.019.790
<b>Seguridad Social</b>					
Pensión (12%) [\$]	193.311	199.401	205.383	211.544	217.785
ARL 3% [\$]	48.328	49.850	51.346	52.886	54.446
<b>Prestaciones sociales</b>					
Prima 8,33% [\$]	149.342	154.046	158.667	163.427	168.249
Cesantías 8,33% [\$]	149.342	154.046	158.667	163.427	168.249
Interés de cesantías 1% [\$]	1.493	1.540	1.587	1.634	1.682
Vacaciones 4,17% [\$]	74.761	77.115	79.429	81.812	84.225
<b>Parafiscales</b>					
caja de compensación 4% [\$]	107.569	110.958	114.286	117.715	121.187
Total 2 operarios mes [\$]	2.516.964	2.596.248	2.674.136	2.754.360	2.835.613
Total 2 operarios año [\$]	22.652.675	31.154.979	32.089.629	33.052.318	34.027.361

Fuente: Elaboración propia

**5.4.2 Costos indirectos.** Los costos indirectos contemplan los servicios, arriendo y seguros, que a pesar de no estar directamente relacionados con la barra energética con harina de coca son necesarios para el proceso, ya que la empresa tiene más líneas de producción se acomodan los costos que están incidiendo directamente sobre la barra. En la tabla 30 se presenta la proyección de los costos indirectos.

Tabla 30. Proyección costos indirectos.

Costos indirectos	2019	2020	2021	2022	2023
Servicios [\$]	1.425.000	1.959.850	2.018.646	2.079.205	2.140.541
Arriendo [\$]	1.350.000	1.856.700	1.912.401	1.969.773	2.027.881
Seguro [\$]	135.000	185.670	191.240	196.977	202.788
Diversos [\$]	142.500	195.985	201.865	207.920	214.054
Total [\$]	3.052.500	4.198.205	4.324.151	4.453.876	4.585.265

Fuente: Elaboración propia

**5.4.3 Costos totales.** Ya que todos los costos tienen incidencia en proceso de la barra se calculan los costos totales al hacer una barra y al realizar todas las barras que se ofertaran en el mercado, para el costo total de cada barra energética con harina de coca se incluye los costos de mano de obra, costos indirectos y el costo de la materia prima.

Tabla 31. Proyección costos totales.

Costos	2019	2020	2021	2022	2023
Costos Materia prima [\$]	13.572.295	19.254.423	20.427.017	21.671.022	22.968.472
Costos mano de obra [\$]	22.652.675	31.154.979	32.089.629	33.052.318	34.027.361
Costos indirectos [\$]	3.052.500	4.198.205	4.324.151	4.453.876	4.585.265
<b>Costos totales [\$]</b>	<b>39.277.470</b>	<b>54.607.607</b>	<b>56.840.797</b>	<b>59.177.215</b>	<b>61.581.098</b>
Costo por barra [\$]	1.818	1.838	1.858	1.878	1.898

Fuente: Elaboración propia

## 5.5 INGRESOS

Los ingresos serán los dineros que ingresarán a la compañía por la venta únicamente de las barras.

**5.5.1 Precio de venta.** Para identificar el precio de venta se tiene en cuenta que es un producto único que solo lo puede producir la empresa Coca Nasa por lo que se tiene un margen contributivo del 34% sobre el costo.

Tabla 32. Proyección precio de venta.

Año	2019	2020	2021	2022	2023
Precio de venta [\$]	2.400	2.450	2.500	2.550	2.600

Fuente: Elaboración propia

### 5.5.2 Ingresos totales según demanda.

En la tabla 33 se presenta la proyección del ingreso total al vender todas las barras proyectadas.

Tabla 33. Proyección ingresos totales.

	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos [\$]	51.840.000	72.782.640	76.496.040	80.366.740	84.359.864

Fuente: Elaboración propia

## 5.6 ESTADO DE RESULTADOS

Por medio de un informe de pérdidas y ganancias solo para las barras energéticas con harina de coca, es necesario conocer las utilidades que se obtendrían del proyecto al incrementar esto en su portafolio de servicio se debe tener en cuenta que la empresa cuenta con gran parte de los equipos necesarios para la producción de la barra energética ya que solo se plantea adquirir la piscina de recubrimiento y una mezcladora de tambor.

Tabla 34. Estado de resultados.

ESTADO DE RESULTADOS	2019	2020	2021	2022	2023
Ingresos operacionales [\$]	51.840.000	72.782.640	76.496.040	80.366.740	84.359.864
Costo de operación [\$]	36.224.970	50.409.402	52.516.646	54.723.340	56.995.833
Costo indirecto [\$]	3.052.500	4.198.205	4.324.151	4.453.876	4.585.265
Utilidad bruta [\$]	12.562.530	18.175.033	19.655.243	21.189.524	22.778.766
(%) Margen bruto	24%	25%	26%	26%	27%
Gastos de administración [\$]	5.000.000	5.157.500	5.312.225	5.471.592	5.633.004
Utilidad operacional [\$]	7.562.530	13.017.533	14.343.018	15.717.932	17.145.762
(%) Margen Operativo	15%	18%	19%	20%	20%
Utilidad antes de impuestos [\$]	7.562.530	13.017.533	14.343.018	15.717.932	17.145.762
Renta (25%) [\$]	2.495.635	4.295.786	4.733.196	5.186.918	5.658.102
<b>Utilidad neta [\$]</b>	<b>5.066.895</b>	<b>8.721.747</b>	<b>9.609.822</b>	<b>10.531.015</b>	<b>11.487.661</b>

Fuente: Elaboración propia

## 5.7 FLUJO DE CAJA

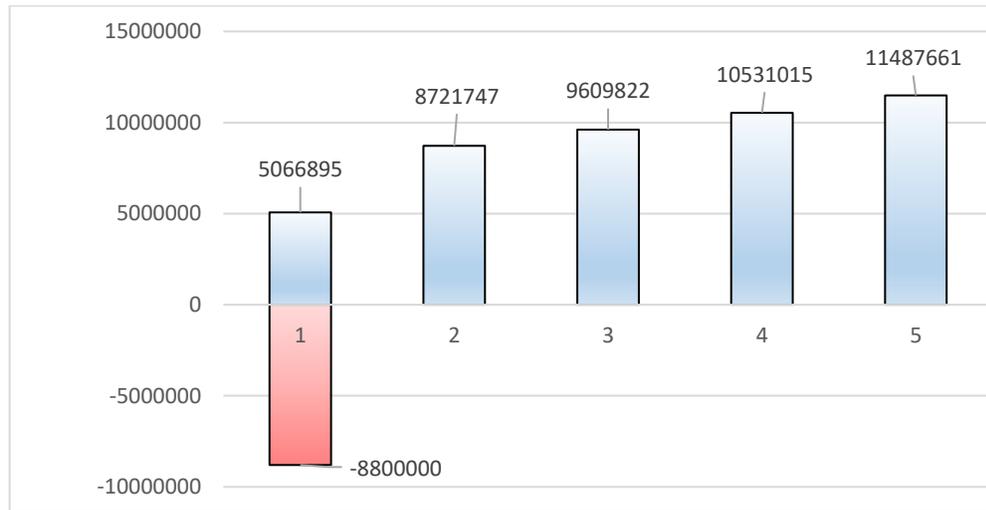
Con ayuda del flujo de caja se designan los flujos de ingresos y egresos que tendrá el proyecto con la demanda proyectada.

Tabla 35. Flujo de caja.

Flujo de caja	1	2	3	4	5
Ingresos [\$]	51.840.000	72.782.640	76.496.040	80.366.740	84.359.864
Costos operación [\$]	39.277.470	54.607.607	56.840.797	59.177.215	61.581.098
Gastos administrativos [\$]	5.000.000	5.157.500	5.312.225	5.471.592	5.633.004
Utilidad antes de impuestos [\$]	7.562.530	13.017.533	14.343.018	15.717.932	17.145.762
Renta (25%) [\$]	2.495.635	4.295.786	4.733.196	5.186.918	5.658.102
Utilidad después de impuestos [\$]	5.066.895	8.721.747	9.609.822	10.531.015	11.487.661
saldo del periodo [\$]	5.066.895	8.721.747	9.609.822	10.531.015	11.487.661
Inversión [\$]	-8.800.000				

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 8. Flujo de caja.



Fuente: Elaboración propia

## 5.8 EVALUACIÓN FINANCIERA

Para establecer si el presente proyecto puede o no ser factible por medio de indicadores conocidos y aprendidos a lo largo de la carrera en diferentes asignaturas se realiza la evaluación por medio de indicadores como TIO, TIR y VPN.

**5.8.1 Tasa interna de oportunidad.** La tasa interna que han decidido manejar en la organización es de 23% efectivo anual teniendo en cuenta la aceptación del mercado.

**5.8.2 Valor presente neto (VPN).** Para que la propuesta de valor sea aceptable este debe ser mayor a 0, evalúa el proyecto a largo plazo y define cuanto incrementará la inversión.

**5.8.3 Tasa interna de retorno (TIR).** Es la tasa de interés de pérdida o beneficio que puede tener un proyecto durante su ejecución, para el proyecto fue de 80% al ser mayor que la TIO es viable.

Tabla 36. Evaluación financiera.

Indicador	Neto
TIO	23%
VPN	14.929.914
TIR	80%

Fuente: Elaboración propia

Todos los indicadores muestran la viabilidad en el proyecto que la empresa cuente con la maquinaria necesaria para realizar la labor ayuda mucho y es importante para que esto disminuya costos en la inversión inicial.

**5.8.4 Nombre del producto.** Al evidenciar que el proyecto desde la evaluación financiera realizada es viable se quiere dar a la empresa el nombre e imagen del producto con el fin de dejar constancia de la autoría intelectual del producto terminado; el producto desarrollado en este proyecto se llamara “Energética Nasa”, en honor a los indígenas de la tribu Nasa del resguardo de calderas en tierra adentro que se encargarán de producirlas y comercializarlas.

En la ilustración 35 se muestran los planos mecánicos del material de empaque como prototipo de “Energética Nasa”.

Ilustración 35. Plano mecánico "Energética Nasa"



Fuente: Elaboración propia

La información del material de empaque se realizó teniendo en cuenta la resolución 5109 de 2005 del INVIMA la cual da las pautas para el rotulado y etiquetado de productos alimenticios.

## 6. CONCLUSIONES

- Se seleccionaron 10 materias primas adecuadas para la producción de la barra energética con harina de coca, evaluando todas las ventajas y desventajas de su uso en el presente proyecto, donde cada una de las materias primas seleccionadas cumple con los criterios de selección a los cuales fueron sometidas de esta forma se pudo demostrar cuantitativamente la superioridad de estas frente a las demás.
- Se estableció la formulación de la barra energética con harina de coca mediante una metodología de diseños experimentales sometidos a paneles sensoriales para evaluar la aceptación del producto, donde fue necesario la adición de chocolate para mejorar el sabor y la palatabilidad del producto, cumpliendo con todos los requisitos de inocuidad, siendo este un producto con características nutricionales favorables para el cuerpo humano, alta carga calórica, proteica, mineral, vitamínica comprobando mediante el análisis bromatológico, cumpliendo la función para la cual fue diseñado; ser una barra energética.
- Se establecieron las condiciones técnicas del proceso a nivel laboratorio entre ellas las pérdidas durante el proceso, estas se presentan principalmente en el proceso de mezclado y secado, siendo en su gran mayoría agua evaporada, al realizar el balance de masa global se puede establecer rendimientos del 83%, el producto terminado es sensible a cambios fisicoquímicos y texturométricos por cambios en las variables de proceso.
- Se realiza el análisis de la formulación final postulada y de aplicar la metodología de escalamiento a nivel industrial para realizar los estudios y comparaciones pertinentes a los aspectos financieros del proyecto, se pudo determinar los ingresos y egresos que se podrían presentar, gracias a los resultados del Valor Presente Neto (VPN) siendo este superior a cero (0) y que el porcentaje de la Tasa Interna de Retorno (TIR) es mayor a la Tasa Interna de Oportunidad (TIO), se concluyó que el proyecto es económicamente viable para los intereses de la empresa Coca Nasa.

## 7. RECOMENDACIONES

- Es necesario generar un estudio de la digestibilidad de la barra energética con el fin de comprobar la absorción y eliminación de la ecgonina del organismo humano, con el fin de comprobar si la barra energética puede ser suministrada a deportistas de alto rendimiento sin generar reacciones secundarias y problemas en su imagen por temas de doping deportivo.
- Se abre la posibilidad para un nuevo proyecto para realizar la evaluación técnica del proceso de producción para una barra energética con harina de coca para la empresa Coca Nasa, en el cual se realicen las pruebas de un bache de producción para establecer la funcionalidad de los equipos de la empresa para el proceso de producción, rendimientos y gastos energéticos, con el fin de realizar mejoras en el proceso postulado en este proyecto.
- Se sugiere realizar un estudio e implementación de un sistema de inocuidad alimentaria que detecte los puntos críticos de control del proceso de producción para el aseguramiento de la calidad del producto, así mismo planes de calidad, planes higiénicos de limpieza y desinfección para evitar contaminación cruzada con otros productos generados por la misma línea de producción, mitigación de microorganismos, planes de saneamiento, manejo integral de plagas, controles metrológicos, metodologías adecuadas de almacenamiento, recepción de materias primas, rotación del producto en el mercado y aseguramiento de buenas prácticas de manufactura por parte de los colaboradores del proceso todo esto con el fin de garantizar la calidad e inocuidad del producto terminado tal cual se plantea en este proyecto.
- Es posible generar nuevas líneas de producto con barras de cereales que estén dirigidas a personas que no quieran obtener una carga energética alta por el consumo del producto como la de una “barra energética”, sino generar el efecto inverso, reducir la cantidad de calorías consumidas y elevar la carga de otros nutrientes, para ello sería un buen comienzo la exploración de una propuesta para la producción de una barra de cereal con harina de coca baja en calorías y explorar nuevas líneas de producción variando los ingredientes de las barras para generará una gama distinta de sabores.
- La empresa requiere ampliar la capacidad instalada para la producción de las barras energéticas, pero de debe generar un estudio de mercados para la exploración de nuevos nichos de mercado y definir la población objetivo; de esta forma se podría definir el rango máximo de la demanda para evaluar la viabilidad de ampliar la capacidad instalada, de esta forma poder dar mayor rentabilidad al proceso y generar más ingresos por esta línea de producción.

## BIBLIOGRAFÍA

ABILÉS, J., Ramón, N., Moratalla, G., Pérez, R., Morón, J. y Ayala, A. (2009). Efectos del consumo de aceites termo-oxidados sobre la peroxidación lipídica en animales de laboratorio. *Nutrición hospitalaria* 24 (4).

AIGSTER, Annelisse, DUNCAN, Susan, CONFORTI, Frank, y BARBEAU, William. (2011). Propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales de barras de cereales y cereales suplementados con almidón resistente. *Revista LWT – Food Science and Technology*, vol. 44, 2159 – 2165.

ALCARAZ, Raúl. Tiloom. Ensayos microbiológicos. 2016. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: [https://www.tiloom.com/ensayos\\_microbiologicos/](https://www.tiloom.com/ensayos_microbiologicos/)

ALIMENTOS POLAR S.A.S. Catálogo de alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://empresaspolar.com/negocios-y-marcas/alimentos-polar-colombia>

ANDERSON, R., Conway, V., Pfeifer, V. y Griffin, E. (1969). Gelatinization of corn grits by roll – and extrusion – cooking. *Cereal Sci. Today*. 14:4-12.

ARIJA, I., Viveros A., Brenes, A. y Canales, R. (1999). Estudio del valor nutritivo de la semilla de girasol entera descascarillada en raciones de pollos broiler y su efecto sobre la concentración de ácidos grasos en la grasa abdominal. *Archivos de zootecnia* 48 (183). 249-259.

ASOCIACIÓN DE CULTIVADORES DE CAÑA DE AZÚCAR DE COLOMBIA. Precios disponibles según cultivadores. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.asocana.org/Default.aspx>

BARTUANO, L., Castulovich, B., Franco, J, González, M. y Correa J. (2016). Elaboración de mantequilla a base de semilla de marañón. *Revista de iniciación científica* 2 (1). 7-11.

BLANCO, Hugo. Artículo científico “Koka mama – MUNDO ANDINO: HISTORIA, CULTURA Y REBELIÓN”, Universidad autónoma de México (2006)

BOLETÍN DIARIO DE PRECIOS. Precios de corabastos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/crearpdf.php>

\_\_\_\_\_. Precios históricos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.corabastos.com.co/sitio/historicoApp2/crearpdf.php>

BUINAMA, J. (1998). El espíritu de la selva. Paris, Francia. Planeta.

CABEZAS, C., Hernández, B. y Vargas M. (2016). Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura. Revista de la facultad de medicina 64 (2). 319-329.

CAPPELLA, N. (2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.

\_\_\_\_\_. (2016). Desarrollo de barra de cereal con ingredientes regionales, saludable nutricionalmente (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Cuyo – Facultad de Ciencias Agrarias, Mendoza, Argentina.

Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramirez, V. y Arcos R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses;

\_\_\_\_\_. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. Nutrición hospitalaria 26. 161-169.

Cerezal, P., Urtuvia, V., Ramirez, V. y Arcos R. (2011). Desarrollo de producto sobre la base de harinas de cereales y leguminosa para niños celíacos entre 6 y 24 meses; II: Propiedades de las mezclas. Nutrición hospitalaria 26. 161-169.

CLASIFICACIÓN EUROPEA DE MERCANCIAS. Referencia para arroz inflado. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2013/may/tradoc\\_151317.pdf](http://trade.ec.europa.eu/doclib/docs/2013/may/tradoc_151317.pdf)

COLPO, Anthony (2005). «LDL Cholesterol: Bad Cholesterol, or "Bad Science"». Journal of American Physicians and Surgeons (en inglés) 10 (3): 83-90. CONCEPTO DEFINICION DE. Definición de Carbohidratos. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/carbohidratos/>

CONCEPTO DEFINICION. Definición de Carbohidratos. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://conceptodefinicion.de/fibra/>.

DEFINICIÓN DE. Que es aglomerar. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://definicion.de/?s=aglomerar>

\_\_\_\_\_. Que es emulsión. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://definicion.de/emulsion/>.

\_\_\_\_\_. Que son alcaloides. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://definicion.de/alcaloides/>.

DEVLIN, T. M. 2004. Bioquímica, 4ª edición. Reverté, Barcelona.

Dirección de Impuesto y Aduanas Nacionales. Colombia Circular interna. [Sitio web] [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Decreto%20000005%20de%2027-02-2018.pdf#search=ACEITE%20DE%20PALMA%202018>

\_\_\_\_\_. Normatividad en aceites. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.dian.gov.co/normatividad/Normatividad/Decreto%20000005%20de%2027-02-2018.pdf#search=ACEITE%20DE%20PALMA%202018>  
Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/014/am401s/am401s07.pdf>

ECOLATINO. Milenaria y sagrada hoja de coca. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [http://www.ecolatino.ch/index.php?option=com\\_content&view=article&id=70:la-coca-hoja-sagrada-de-los-incas&catid=40:reportaje&Itemid=66](http://www.ecolatino.ch/index.php?option=com_content&view=article&id=70:la-coca-hoja-sagrada-de-los-incas&catid=40:reportaje&Itemid=66)

EDICIONES UNIVERSIDAD DE SALAMANCA. Que es disacárido. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/disacarido>

\_\_\_\_\_. Que es monosacárido. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/monosacarido>

\_\_\_\_\_. Que es oligosacárido. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/oligosacarido>.

\_\_\_\_\_. Que es polisacárido. . [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/polisacarido>.

\_\_\_\_\_. Que es proteína. . [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://dicciomed.eusal.es/palabra/proteina>

EMPRESA COCA NASA. Inicio y contacto. [Sitio web]. [Consultado el 8 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://cocanasa.org/>

EMPRESA DISTRIBUIDORA DE MIEL PRODUCTOS EL DORADO. Productos disponibles. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://productoseldorado.com/index.php?id=6>

EMPRESA INSUALIMENTOS. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

\_\_\_\_\_. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

\_\_\_\_\_. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

\_\_\_\_\_. Tienda virtual. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.insualimentos.com/index.html>

Empresa PROCEARROZ S.A. Proceso del arroz. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://procearrozsa.blogspot.com/>

EMPRESA RIOPAILA CASTILLA. Contacto. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://www.riopaila-castilla.com/productos/melaza-de-cana/>

EMPRESA TEAM. Inicio y Contacto. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <https://team.co/>

EMPRESA VITAL GRAINS S.A.S. Productos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.cerealesydeshidratados.com/productos-1>

FALASCO, Oliva. Colesterol Bueno (HDL). ¿Qué es el colesterol HDL? [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://colesterol.org.es/hdl>

FEDEPANELA. Precios de la panela. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fedepanela.org.co/index.php/publicacion/blog/107-los-secretos-nutricionales-de-la-panela>

FERNÁNDEZ, T., y Fariño, O. (2011). Elaboración de una barra alimenticia rica en macronutrientes para reemplazar la comida chatarra (tesis de pregrado). Universidad de Guayaquil – Facultad de ingeniería química, Guayaquil, Ecuador.

FLORES, F., Lozano, F., Ramos, A., Salgado, R., Guerrero, V., Ramírez, S., Bello, L. y Zamudio, P. (2013). Caracterización fisicoquímica, reológica y funcional de harina de avena (Avena sativa L. cv Bachíniva) cultivada en la región de Cuauhtémoc, Chihuahua. *Tecnociencia Chihuahua* 8 (3).

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. Definición de alimento sano. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018].

FUNDACIÓN ESPAÑOLA DE LA NUTRICIÓN. Aceite de colza, Madrid, España. [Sitio web] [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/aceitecolza.pdf>

\_\_\_\_\_. Propiedades de la margarina. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/margarina.pdf>

GAEDCKE, F. (1855). «Ueber das Erythroxylin, dargestellt aus den Blättern des in Südamerika cultivirten Strauches Erythroxyton Coca»

GARRIDO, M. (2014). Arándano rojo I (*Vaccinium macrocarpon* Ait.). Reduca (Biología). Serie Botánica. 7 (2). 100-112

GÓMEZ, A., Ceballos, I., Ruiz, E., Rodríguez, P., Valero, T., Ávila, J. y Varela, G. (2017). Datos actuales sobre las propiedades nutricionales de la avena. Fundación española de la nutrición. Madrid, España.

GUTIERREZ, H. y De La Vara, R. (2008). Análisis y diseño de experimentos, segunda edición. México D.F.: McGraw Hill.

HENMAN, ANTHONY (2005), Mamacoca (Un estudio completo de la coca) (Sexta edición), Lima: Juan Gutemberg Editores Impresors IRL, p. 355

HERNÁNDEZ, G. (2011). Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel (tesis de maestría). Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

HERNÁNDEZ, M. (2011). Diseño y formulación de una barra alimenticia a base de frutos secos, avena y miel (tesis de maestría). Universidad Simón Bolívar, Caracas, Venezuela.

HIPERBARIC. Actividad del agua. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.hiperbaric.com/es/actividad-de-agua-aw>  
II: Propiedades de las mezclas. Nutrición hospitalaria 26. 161-169.

JAMES A. Duke, David Aulik and Timothy Plowman. "Nutritional value of coca". Botanical Museum Leaflets, Harvard University Vol. 24, No. 6 [Octubre 31, 1975]. p. 113-119.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio de normas para trabajos escritos. NTC-1486-6166. Bogotá D.C.:El instituto, 2018. ISBN 9789588585673 153p.

\_\_\_\_\_. "Nutritional value of coca". Botanical Museum Leaflets, Harvard University Vol. 24, No. 6 (October 31, 1975), pp. 113-119.

JIMÉNEZ, A. (2007). Composición y Procesamiento de la Soya para Consumo Humano. Investigación y ciencia de la Universidad Autónoma de Aguascalientes (37).

KUMAR, MBBS, MD, FRCPath, V.; Abul K. Abbas, MBBS, Nelson Fausto, MD and Jon Aster, MD (2009). «Ch.11 Blood vessels: Atherosclerosis». En Saunders (Elsevier). Robbins & Cotran Pathologic Basis of Disease (8th edición). ISBN\_978-1-4160-3121-5.

LABORDE, M., Barreto, G. y Pagano A. (2015). Pasas de uva de bajas calorías obtenidas por deshidratación combinada: optimización del proceso y evaluación de la eficiencia antioxidante. Avances en Ciencias e Ingeniería 6(1). 17-30.

LAVET, Juan. LAVET excelencia en veterinaria. Analizando alimentos: Los Análisis bromatológicos. [Sitio web]. [Consultado el 1 de noviembre de 2018]. Disponible en: <http://www.lavet.com.mx/analizando-alimentos-analisis-bromatologicos/>

LÓPEZ, R. y Ureña, J. (2012). Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL- colesterol. Revista costarricense de salud pública 21 (2). 87-91.

\_\_\_\_\_. (2012). Propiedades antioxidantes de los frutos secos y la disminución del colesterol total y LDL- colesterol. Revista costarricense de salud pública 21 (2). 87-91.

LOSADHESIVOS.COM. Que es polímero. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.losadhesivos.com/definicion-de-polimero.html>

MAMA COCA. Legislación y retiro de la hoja de coca en el país. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [http://www.mamacoca.org/docs\\_de\\_base/Legislacion\\_tematica/Sustento\\_retiro\\_Hoja\\_de\\_Coca\\_Convencion\\_Unica\\_julio2008.htm](http://www.mamacoca.org/docs_de_base/Legislacion_tematica/Sustento_retiro_Hoja_de_Coca_Convencion_Unica_julio2008.htm)

MCCABE, W., Smith, J, y Harriot, P. (2007). Operaciones unitarias en ingeniería química, 7ed. McGraw-Hill.

MINISTERIO DE SALUD. Inocuidad de alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.minsalud.gov.co/salud/Paginas/inocuidad-alimentos.aspx>

MONTOYA, J., Giraldo, G. y Lucas, J. (2012). Caracterización física de harina de trigo y pan mediante determinación de calorimetría diferencial de barrido y análisis termogravimétrico. *Vitae* 19 (1). 417-419.

OLIVEIRA, M., Ferreyra, V., Giacomino, S., Curia, A., Pellegrino, N., Fournier M., y Apro, N. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto procesado en la calidad proteica. *Revista chilena de nutrición* vol.39, N° 3, 18 – 25.

ONMIDIA LTDA. Definición colesterol malo. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/salud/hdl-ldl-ldl-colesterol.php>

\_\_\_\_\_. Definición de edulcorante. [Sitio web]. [Consultado el 2 de noviembre de 2018]. Disponible en: <https://www.definicionabc.com/salud/edulcorantes.php>.

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN. La Quínoa: Cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/017/aq287s/aq287s.pdf>

OSSA, J., Vanegas, M. y Badillo, A. (2010). Evaluación de la melaza de caña como sustrato para el crecimiento de *Lactobacillus plantarum*. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 13 (1). 97-104.

PARTEARROYO, T., Sánchez, E. y Varela, G. (2013). El azúcar en los distintos ciclos de la vida: desde la infancia hasta la vejez. *Nutrición hospitalaria* 28 (4).

PÉREZ, A. (2012). Efecto de compuestos fenólicos presentes en aceites sometidos a un proceso estandarizado de fritura, sobre la respuesta postprandial de personas obesas (tesis doctoral). Universidad de Córdoba. Córdoba, España.

PÉREZ, F., Chacón, Y., Torres, R., Gómez, D. y Palma, J. (2012). Estudio del valor nutritivo de hojuelas de maíz bajo una perspectiva interdisciplinaria de las ciencias. *Revista Química Viva* (2). 129-143.

PINEDA, P., Coral, D., Ramos, D. y Rosales, A. (2011). Estudio de las propiedades térmicas de harinas de maíz producidas por tratamiento térmico-alcalino. *Ingeniería y Ciencia* 7 (14). 119-142.

PORTAL SOLIDARIO. Adicción a las sustancias. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: [https://www.portalsolidario.net/docu/2campos2.php?rowid=23&nombd=adicciones\\_sustancias &menu=1](https://www.portalsolidario.net/docu/2campos2.php?rowid=23&nombd=adicciones_sustancias &menu=1)

PREVENSYTEM. Alteración de los alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de agosto de 2018]. Disponible en: <http://www.preventsystem.com/internacional/705/noticia-alteracion-de-los-alimentos-reaccion-de-maillard-y-acrilamida.html>

RAMÍREZ, C., Gómez, B., Suatena, A., Martínez, J., Cardona, L. y Rojano, B. (2012). Contenido de compuestos polares totales en aceites de cocina previo uso más vendidos en Medellín (Colombia). *Perspectivas en nutrición humana*, 14(1). 59-69.

REECE, Jane; Urry, Lisa; Cain, Michael; Wasserman, Steven; Minorsky, Peter; Jackson, Robert (2011). *Campbell biology / Jane B. Reece. [et al.]*. (9th ed. edición). Boston: Benjamin Cummings. pp. 164-181.

RODRÍGUEZ, E., Lascano, A. y Sandoval, G. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quínoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 15 (1): 199 – 207.

\_\_\_\_\_. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quínoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 15 (1): 199 – 207.

\_\_\_\_\_. (2012). Influencia de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de quínoa y papa en las propiedades termomecánicas y de panificación de masas. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 15 (1): 199 – 207.

SMITH RJ (1964) *Methods in Carbo-hydrate Chemistry*. Vol. IV. Aca-demy Press. Nueva York, EEUU. pp. 101-103.

ULLOA, J., Mondragón, P., Rodríguez, R., Reséndiz, J. y Rosas, P. (2010). La miel de abeja y su importancia. *Revista Fuente Año 2* (4).

ULLOA, Jorge Juan y Antonio, "Noticias secretas de america". Ed. Banco Popular. Bogotá, 1983.

UXON. Tablas de propiedades térmicas de los alimentos. [Sitio web]. [Consultado el 7 de enero de 2018]. Disponible en: <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1261/capitulo7.pdf>

VALENZUELA, A., Yáñez, C., y Golusda, C. (2010). ¿Mantequilla o margarina? Diez años después. *Revista chilena de nutrición* 37 (4). 505-513.

VENEREO, J. (2002). Daño oxidativo, radicales libres y antioxidantes. *Revista cubana de medicina militar* 31 (2).

# **ANEXOS**

## ANEXO A ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE PROPIEDADES GRANULOMÉTRICAS

Ecuación para el cálculo del diámetro de partícula:

$$Dp_i = \frac{\text{Abertura de tamiz}_{i-1} + \text{Abertura de tamiz}_i}{2}$$

Ecuación para el cálculo del diámetro medio de masa:

$$Dm = \sum_{i=1}^n x_i * Dp_i$$

Ecuación para el cálculo del diámetro medio de superficie volumen:

$$Ds = \frac{1}{\sum_{i=1}^n \frac{x_i}{Dp_i}}$$

Ecuación para el cálculo del diámetro medio de volumen:

$$Dv = \frac{1}{\left( \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{Dp_i^3} \right)^{1/3}}$$

Donde:

Dp es el diámetro de partícula

$x_i$  es la fracción másica

Dm es el diámetro medio de masa

Ds es el diámetro medio de superficie volumen

Dv es el diámetro medio de volumen

**ANEXO B.**  
**ILUSTRACIONES DE LA CARACTERIZACIÓN DE LA HARINA DE COCA**

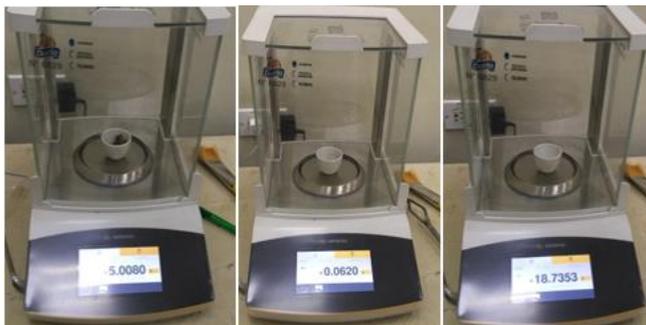
Ilustración 36. Probeta con embudo; determinación de la densidad aparente y la densidad aparente empacada



Ilustración 37. Determinación de la humedad de la harina de coca en termobalanza



Ilustración 38. Determinación de cenizas de la harina de coca; pesos de muestra, cenizas y capsula.



**ANEXO C.**  
**TABLAS CON LAS FORMULACIONES DEL DISEÑO DE EXPERIMENTAL**  
**PARA LA FORMULACIÓN DE LA MEZCLA AGLOMERANTE**

Tabla 37. Formulaciones del diseño experimental de la mezcla aglomerante I

Formulación	Prueba a11	Prueba a12	Prueba a13	Prueba a21	Prueba a22
Azúcar Blanca	25,00%	20,00%	15,00%	25,00%	20,00%
Harina de Avena	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%
Margarina	20,00%	20,00%	20,00%	15,00%	15,00%
Miel	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Agua	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
Harina de coca	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Cuerpo de la barra	15,00%	20,00%	25,00%	20,00%	25,00%

Tabla 38. Formulaciones del diseño experimental de la mezcla aglomerante II

Formulación	Prueba a23	Prueba a31	Prueba a32	Prueba a33
Azúcar Blanca	15,00%	25,00%	20,00%	15,00%
Harina de Avena	11,00%	11,00%	11,00%	11,00%
Margarina	15,00%	10,00%	10,00%	10,00%
Miel	2,00%	2,00%	2,00%	2,00%
Agua	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
Harina de coca	12,00%	12,00%	12,00%	12,00%
Cuerpo de la barra	30,00%	25,00%	30,00%	35,00%

**ANEXO D.  
FORMATO PANEL SENSORIAL ACEPTABILIDAD DE LA MEZCLA  
AGLOMERANTE**

Nombre:

Edad:

Sexo:

Formulación:

1. Califique de 0 a 10 ¿Qué tan grasoso siente el producto? Siendo 0 muy grasoso y diez que no percibe sensación grasosa.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. Califique de 0 a 10 ¿Qué tan agradable siente el dulzor del producto? Siendo 0 muy desagradable y 10 muy agradable.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3. Califique de 0 a 10 la ¿Qué tan buena es la consistencia del producto? Siendo 0 muy mala y 10 muy buena.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

**ANEXO E.  
ANOVA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL FORMULACIÓN MEZCLA  
AGLOMERANTE**

Tabla 39. Análisis de varianza del diseño experimental formulación mezcla aglomerante.

ANÁLISIS DE VARIANZA						
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	23,42333	2	11,71166667	1171,166667	1,32794E-11	4,2564947
Columnas	24,57	2	12,285	1228,5	1,07182E-11	4,2564947
Interacción	1,496667	4	0,374166667	37,41666667	1,29309E-05	3,6330885
Dentro del grupo	0,09	9	0,01	-	-	-
Total	49,58	17	-	-	-	-

## ANEXO F

### TABLAS CON LAS FORMULACIONES DEL DISEÑO DE EXPERIMENTAL PARA LA FORMULACIÓN DE LA MEZCLA AGLOMERANTE

Tabla 40. Formulaciones para las distintas concentraciones de harina de coca

Agua	15%	15%	15%	15%	15%
Azúcar	20%	20%	20%	20%	20%
Harina de avena	10%	10%	10%	10%	10%
Margarina	15%	15%	15%	15%	15%
Miel	2%	2%	2%	2%	2%
Harina de coca	<b>12%</b>	<b>10%</b>	<b>7%</b>	<b>5%</b>	<b>2%</b>
Granola	26%	28%	31%	33%	36%

## ANEXO G

### FORMATO PANEL SENSORIAL CONCENTRACIÓN DE HARINA DE COCA EN LA BARRA ENERGÉTICA

Nombre:

Edad:

Sexo:

Formulación:

1. Califique. ¿Qué tan agradable es el sabor vegetal en la muestra? Siendo 0 muy desagradable y 10 muy agradable.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

## ANEXO H

### TABLAS CON LAS FORMULACIONES DEL DISEÑO DE EXPERIMENTAL PARA LA FORMULACIÓN DEL CUERPO DE LA BARRA

Tabla 41. Formulaciones del diseño experimental del cuerpo de la barra I

Formulación	Prueba b11	Prueba b12	Prueba b13	Prueba b21	Prueba b22
Agua	15%	15%	15%	15%	15%
Azúcar	20%	20%	20%	20%	20%
Harina de avena	10%	10%	10%	10%	10%
Harina de coca	5%	5%	5%	5%	5%
Margarina	15%	15%	15%	15%	15%
Miel	2%	2%	2%	2%	2%
Quínoa	2%	2%	2%	2%	2%
Arroz inflado	5%	8%	10%	5%	8%
Hojuelas de maíz	5%	5%	5%	8%	8%
Arándano	7%	6%	5%	6%	5%
Hojuelas de avena	7%	6%	5%	6%	5%
Marañón	7%	6%	5%	6%	5%

Tabla 42. Formulaciones del diseño experimental del cuerpo de la barra II

Formulación	Prueba b23	Prueba b31	Prueba b32	Prueba b33
Agua	15%	15%	15%	15%
Azúcar	20%	20%	20%	20%
Harina de avena	10%	10%	10%	10%
Harina de coca	5%	5%	5%	5%
Margarina	15%	15%	15%	15%
Miel	2%	2%	2%	2%
Quínoa	2%	2%	2%	2%
Arroz inflado	10%	5%	8%	10%
Hojuelas de maíz	8%	10%	10%	10%
Arándano	4%	5%	4%	4%
Hojuelas de avena	4%	5%	4%	4%
Marañón	4%	5%	4%	4%

## ANEXO I

### FORMATO PANEL SENSORIAL ACEPTABILIDAD DE LA FORMULACIÓN DEL CUERPO DE LA BARRA

Nombre:

Edad:

Sexo:

Formulación:

1. Califique de 0 a 10 la ¿Qué tan buena es la consistencia del producto? Siendo 0 muy mala y 10 muy buena.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

2. Califique de 0 a 10 ¿Qué tan crocante siente el producto? Siendo 0 No crocante y 10 muy crocante.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

3. Califique de 0 a 10 ¿Qué tan agradable considera el sabor de la barra energética? Siendo 0 muy desagradable y 10 muy agradable.

0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
---	---	---	---	---	---	---	---	---	---	----

## ANEXO J

### ANOVA DEL DISEÑO EXPERIMENTAL FORMULACIÓN DEL CUERPO DE LA BARRA

Tabla 43. Análisis de varianza del diseño experimental formulación del cuerpo de la barra.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Probabilidad	Valor crítico para F
Muestra	4,21	2	2,105	54,91304348	9,05708E-06	4,256494729
Columnas	5,29	2	2,645	69	3,47667E-06	4,256494729
Interacción	1,84	4	0,46	12	0,001182884	3,633088511
Dentro del grupo	0,345	9	0,038333333	-	-	-
Total	11,685	17	-	-	-	-

## ANEXO K

### FORMATO PANEL SENSORIAL DE LA BARRA ENERGÉTICA CON RECUBRIMIENTO DE CHOCOLATE

Nombre:

Edad:

Sexo:

Formulación:

1. ¿Mejora el aspecto de la barra con el recubrimiento de chocolate?

Si	No
----	----

2. En cuanto al sabor ¿Cuál de las dos barras le parece más agradable?

Sin recubrimiento de chocolate	Con recubrimiento de chocolate
-----------------------------------	-----------------------------------

## ANEXO L

### CERTIFICADO DE ANÁLISIS BROMATOLÓGICO

Ilustración 39. Certificado de análisis bromatológico.



#### CERTIFICADO DE ANALISIS BROMATOLOGICO

Sr. EDWAR ANDRES CONTRERAS

<b>Remitente:</b> Sr. EDWAR ANDRES CONTRERAS		<b>Dirección de Contacto:</b> eaca25@gmail.com		
<b>Número de Certificado:</b>	<b>ABR 5561</b>		<b>Fecha Ingreso</b>	
Cultivo / Variedad	No Especificado - No Especificado		19/10/2018	
Departamento / Municipio / Finca	Bogota - Bogota, D.C. - No Especificado		<b>Fecha Emisión</b>	
Identificación	No Especificado - No Especificado		02/11/2018	
Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Humedad	-	7,39	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Materia Seca	-	92,6	%	70°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Cenizas	Fración mineral	1,26	%	700°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Pérdidas por volatilización	-	98,7	%	700°C / Gravimétrico / Bernal 1994
Fración Orgánica				
Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Extracto Etéreo	Grasa	11,8	%	Etar / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra Cruda	FC	1,78	%	Mezcla ácida / Gravimétrico / Bernal 1994
Fibra detergente ácida	FDA	N.S	%	Método Interno
Fibra detergente neutra	FDN	N.S	%	Método Interno
Nitrógeno	N <sub>T</sub>	1,02	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Proteína Cruda	PC	6,38	%	Micro-Kjeldahl / Volumétrico / Bernal 1994
Extracto no nitrogenado	-	78,8	%	Cálculo
Nutrientes				
Parámetro	Expresión	Resultados	Unidades	Extracción / Método analítico / Referencia
Fósforo	P	0,12	%	M/H HNO <sub>3</sub> /HClO <sub>4</sub> /Colorimétrico / NTC 254
Calcio	Ca	0,21	%	Absorción Atómica / Método Interno