

**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

TEMA:

**Desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con
azúcar de coco (*Coco nucífera L.*)**

AUTOR

Guzmán Jaramillo, Juan José

Trabajo de Integración Curricular previo a la obtención del título de

INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TUTOR

Ing. Kuffó García Alfonso Cristóbal, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

24 de febrero del 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente **Trabajo de Integración Curricular**, fue realizado en su totalidad por **Guzmán Jaramillo, Juan José**, como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**.

TUTOR

f. _____

Ing. Kuffó García Alfonso Cristóbal, M. Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2022



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **Guzmán Jaramillo, Juan José**

DECLARO QUE:

El Trabajo de Integración Curricular, **Desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco (Coco nucífera L)**, previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial**, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2022.

EL AUTOR

f. _____

Guzmán Jaramillo, Juan José



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

AUTORIZACIÓN

Yo, **Guzmán Jaramillo, Juan José**

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución el Trabajo de Integración Curricular, **Desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco (Coco nucífera L)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total autoría.

Guayaquil, a los 24 días del mes de febrero del año 2022.

EL AUTOR

f. _____

Guzmán Jaramillo, Juan José



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CERTIFICADO URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Integración Curricular, **Desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco (*Coco nucífera L*)** presentado por el estudiante **Guzmán Jaramillo, Juan José**, de la carrera de **Agroindustria**, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.



Document Information

Analyzed document	FINAL TIC JUAN JOSE GUZMAN.docx (D127744013)
Submitted	2022-02-13T04:36:00.0000000
Submitted by	
Submitter email	jjg2000@hotmail.com
Similarity	0%
Analysis address	noelia.caicedo.ucsg@analysis.urkund.com

Fuente: URKUND-Usuario Caicedo Coello, 2022

Certifican,

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
Director Carreras
Agropecuarias UCSG-FETD

Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.
Revisora – URKUND

AGRADECIMIENTO

A Dios, por permitirme llegar a esta instancia con mi carrera universitaria y por conservarme con salud para poder cumplir con mis objetivos establecidos.

A mis padres, por brindarme la oportunidad de estudiar esta carrera universitaria, por educarme con valores y principios que me permitan ser un excelente profesional.

A mis profesores, por brindarme todos los conocimientos necesarios para poder desenvolverme de la manera mas óptima en el ámbito laboral.

A mis hermanos, por siempre estar a mi lado compartiendo los mejores momentos.

A mi enamorada, por el apoyo incondicional durante mi etapa universitaria y por demostrarme que tengo la capacidad de cumplir todo lo que me propongo.

A mi compañera Michelle Carrillo, por siempre estar dispuesta a ayudar en cualquier problema, por explicarme clases, tareas y metodologías que yo no podía entenderlas o no sabía como realizarlas.

A mis amigos Humberto Lara, Mauricio Villavicencio, Jeremy Barreto, Víctor Arguello, por la buena amistad que conseguimos y por el apoyo mutuo en los trabajos, lecciones y exámenes.

Finalmente agradezco a mi Tutor, quien fue mi guía durante todo este proceso permitiéndome culminar de la mejor manera.

Juan José Guzmán Jaramillo

DEDICATORIA

A mis padres, por su sacrificio durante todos estos años para poder culminar mi carrera universitaria, por motivarme a salir adelante y enseñarme a ser mejor ser humano cada día.

Juan José Guzmán Jaramillo



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN**

Ing. Kuffó García Alfonso Cristóbal, M. Sc.
TUTOR

Ing. John Franco Rodríguez, Ph. D.
DIRECTOR DE LA CARRERA

Ing. Noelia Caicedo Coello, M.Sc.
COORDINADOR DE UTE



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

CALIFICACIÓN

Ing. Kuffó García Alfonso Cristóbal, M. Sc.

TUTOR

RESUMEN

El chocolate negro y el azúcar de coco se han convertido en productos tendencia, atractivos a la vista del consumidor por ser productos naturales y de bajo índice glucémico. Debido a este análisis se plantea el siguiente diseño para el desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco. Se utilizó los 10 tratamientos escogidos aleatoriamente para la selección de la formulación idónea. Para obtener la formulación idónea, se tomaron en cuenta los resultados que se obtuvieron del análisis sensorial de los 10 tratamientos e ingresar al programa estadístico los datos obtenidos para que arroje el tratamiento con la mejor formulación. Se realizó a la formulación idónea análisis químicos y microbiológico para comprobar que cumplan con los rangos establecidos por las normas. Por último, se realizó el análisis costo beneficio de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco para conocer cual será la utilidad final del proyecto presentado.

Palabras Claves: cacao, chocolate negro, azúcar de coco

ABSTRACT

Dark chocolate and coconut sugar have become trend products, attractive to the consumer for being natural products with a low glycemic index. Due to this analysis, the following design is proposed for the development of a dark chocolate bar sweetened with coconut sugar. The 10 randomly chosen treatments were used for the selection of the ideal formulation. To obtain the ideal formulation, the results obtained from the sensory analysis of the 10 treatments were taken into account and the data obtained was entered into the statistical program so that it yields the treatment with the best formulation. Chemical and microbiological analyzes were carried out on the ideal formulation to verify that they comply with the ranges established by the standards. Finally, the cost-benefit analysis of the dark chocolate bar sweetened with coconut sugar was carried out to find out what the final utility of the presented project will be.

Keywords: cocoa, dark chocolate, coconut sugar

INDICE GENERAL

RESUMEN	X
ABSTRACT	XI
1 INTRODUCCIÓN	2
1.1 Objetivos	3
1.1.1 Objetivo general	3
1.1.2 Objetivos específicos	3
1.1.3 Hipótesis	3
2 MARCO TEÓRICO	4
2.1 Generalidades del cacao (Theobroma cacao L.)	4
2.1.1 Cacao	4
2.1.2 Taxonomía	5
2.2 Variedades de cacao en Ecuador	5
2.2.1 Cacao nacional	5
2.2.2 Calidad del cacao	6
2.2.3 Composición nutricional	6
2.3 Generalidades de la palma de coco (Coco nucífera L.)	8
2.3.1 Palma de coco	8
2.3.2 Taxonomía	9
2.3.1 Contenido nutricional del cocotero	9
2.4 Generalidades del azúcar de coco	11
2.4.1 Azúcar de coco	11
2.4.2 Beneficios del azúcar de coco	12
2.4.3 Contenido nutricional del azúcar de coco	12
2.5 Proceso para la elaboración del azúcar de coco	13
2.6 Generalidades del chocolate	14
2.6.1 Chocolate	14
2.7 Principales variedades de chocolate	14
2.7.1 Chocolate negro	14
2.8 Proceso de elaboración de chocolate negro	15
2.8.1 Recepción de materia prima y material de empaque	15

2.8.2	Fermentación.....	15
2.8.3	Secado.....	15
2.8.4	Tostado.....	16
2.8.5	Descascarillado.....	16
2.8.6	Molienda.....	16
2.8.7	Templado.....	17
2.8.8	Moldeado.....	17
2.8.9	Empacado.....	17
3	MARCO METODOLÓGICO.....	18
3.1	Ubicación.....	18
3.2	Insumos, materiales, reactivos y equipos.....	18
3.2.1	Insumos.....	18
3.2.2	Equipos.....	18
3.2.3	Materiales.....	19
3.3	Diseño metodológico.....	19
3.3.1	Tipo de investigación.....	19
3.3.2	Objeto de estudio.....	20
3.3.3	Método de investigación.....	20
3.4	Diseño del experimento.....	20
3.5	Esquema del experimento.....	20
3.5.1	Factores de estudio.....	20
3.6	Caracterización física de la pasta de cacao.....	22
3.7	Caracterización física de la manteca de cacao.....	22
3.8	Caracterización física del azúcar de coco.....	23
3.9	Diseño del proceso.....	24
3.10	Obtención del azúcar de coco.....	24
3.11	Obtención de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.....	25
3.12	Combinaciones y tratamientos.....	26
3.13	Análisis sensorial de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.....	26
3.14	Análisis químico, microbiológico de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.....	28
3.14.1	Análisis químico de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco.....	28
3.14.1.1	Humedad.....	28
3.14.1.1	Tamaño de partícula.....	29
3.14.1.2	Viscosidad.....	29
3.14.1.3	Cenizas totales.....	30

3.14.2	Análisis microbiológicos para la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco	30
3.14.2.1	Análisis de aerobios mesófilos	31
3.14.2.2	Análisis de coliformes	31
3.14.2.3	Mohos y levaduras.....	31
3.14.2.4	Salmonella	31
3.15	Análisis financiero	32
3.15.1	Análisis costo/beneficio	32
4	RESULTADOS	34
4.1	Caracterización física de la pasta de cacao	34
4.2	Caracterización física de la manteca de cacao	34
4.3	Caracterización física del azúcar de coco	35
4.4	Análisis sensorial de los tratamientos	35
4.5	Análisis de la varianza en parámetros sensoriales	37
4.5.1	Olor	37
4.5.2	Color	39
4.5.3	Sabor	40
4.5.4	Textura	42
4.5.5	Retrogusto	44
4.6	Soluciones	45
4.6.1	Análisis sensorial	48
4.6.2	Análisis químico.....	49
4.6.2.1	Cenizas	49
4.6.2.2	Humedad	49
4.6.2.3	Grasa	49
4.6.3	Análisis microbiológico	49
4.6.3.1	Salmonella spp.....	49
4.6.3.2	Levaduras y Mohos	50
4.6.3.3	Aerobios mesófilos	50
4.6.3.4	Coliformes totales.....	50
4.7	Análisis Costo / Beneficio	51
4.7.1	Costo unitario y de producción	51
4.7.2	Costo beneficio	53
5	DISCUSIÓN	54
6	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	57
6.1	Conclusiones	57
6.2	Recomendaciones	57
7	Referencias bibliográficas	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Taxonomía del cacao.....	5
Tabla 2. Componentes químicos de los granos de cacao secos sin fermentar ..	6
Tabla 3. Composición nutricional del Cacao	7
Tabla 4. Se muestra el valor nutricional del cacao	8
Tabla 5. Taxonomía de la palma de coco	9
Tabla 6. Contenido nutricional de una muestra de 100 ml de agua de coco	10
Tabla 7. Contenido nutricional de una muestra de 100 g de la copra o la carne del coco tierna o madura.....	10
Tabla 8. Contenido nutricional de una muestra de 5 g de azúcar de coco	12
Tabla 9. Tratamiento de referencia para la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco	21
Tabla 10. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 621:2010. Chocolates. Requisito	21
Tabla 11. Restricción de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco	22
Tabla 12. Formato para resultados de análisis físico de materia prima.....	22
Tabla 13. Formato para resultados de análisis físico de materia prima.....	23
Tabla 14. Formato para resultados de análisis físico de materia prima.....	23
Tabla 15. Tratamientos de barra de chocolate negra endulzada con azúcar de coco	26
Tabla 16. Formato para panel de degustación.....	28
Tabla 17. Requisitos microbiológicos establecidos para los chocolates.....	30
Tabla 18. Resultados obtenidos de la caracterización física de la materia prima	34
Tabla 19. Resultados obtenidos de la caracterización física de la materia prima	34
Tabla 20. Resultados obtenidos de la caracterización física de la materia prima	35
Tabla 21. Escala para análisis sensorial.....	35
Tabla 22. Resultados del análisis sensorial a los tratamientos	36
Tabla 23. Formulación ideal para el chocolate negro.....	36
Tabla 24. Anova para el parámetro de olor	37
Tabla 25. Estadísticas de ajuste	38
Tabla 26. Anova para el parámetro color	39
Tabla 27. Estadística de ajuste	39
Tabla 28. Anova para el parámetro sabor	41
Tabla 29. Estadística de ajuste	41
Tabla 30. Anova para el parámetro textura.....	42
Tabla 31. Estadística para el ajuste	43
Tabla 32. Anova para el parámetro retrogusto.....	44
Tabla 33. Estadística de ajuste	44
Tabla 34. 83 soluciones arrojadas por el programa Desgin expert 11	46

Tabla 35. Solución presentada por el programa	48
Tabla 36. Resultados análisis microbiológicos, salmonella spp	50
Tabla 37. Resultados análisis microbiológicos, levaduras y mohos	50
Tabla 38. Resultados análisis microbiológicos, aerobios mesófilos	50
Tabla 39. Resultados análisis microbiológicos, coliformes totales	50
Tabla 40. Precio por kilo al por menor de materia prima utilizada para la elaboración del producto	51
Tabla 41. Costo unitario para elaboración de 100 gramos de barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco.....	51
Tabla 42. Beneficio costo	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Olor	38
Figura 2. Color	40
Figura 3. Sabor	42
Figura 4. Textura	43
Figura 5. Retrogusto.....	45

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Diagrama de flujo para la obtención del azúcar de coco	24
Gráfico 2. Diagrama de flujo para la obtención de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.....	25

1 INTRODUCCIÓN

En la actualidad existe una gran problemática de salud que va en crecimiento acelerado relacionados con la mala alimentación que manejan las personas, como lo son el sobrepeso, la obesidad y la diabetes (Azabache, 2020). A pesar de que en los últimos años se ha evidenciado un cambio en el estilo de vida de las personas apuntando al cuidado personal, ejercicios personalizados y dietas de verduras con proteínas, en América Latina y el Caribe por cada seis personas que sufren de sobrepeso u obesidad hay un adulto que padece de hambre. En Ecuador se tiene el mismo panorama seis de cada diez adultos se encuentran con sobrepeso u obesidad siendo propensos a otras enfermedades como la diabetes, hipertensión (FAO, 2019).

El Ecuador es un país muy diverso con una amplia variedad de especies vegetales con excelentes propiedades organolépticas óptimas para el desarrollo de subproductos. La palmera cocotera es una de ellas, con la capacidad de brindarnos a partir de la savia de sus flores el azúcar de coco. Este es un edulcorante con un índice glucémico bajo que permite ser consumido de mejor manera por personas afectadas con enfermedades como diabetes, obesidad, problemas cardiovasculares y cálculos biliares (Bará y Hernández, 2014).

Por otro lado, la actividad cacaotera y chocolatera en el Ecuador está en crecimiento. El país se posicionó como el primer exportador del grano de América y el cuarto a nivel mundial (Alvarado, 2020). De igual manera el cambio en las tendencias del consumo de chocolate posicionan de manera positiva la ventas de chocolate, existe un aumento en la demanda de consumo por el chocolate negro el cual se caracteriza por contener entre un 70 % y 80 % de cacao, convirtiéndolo en un producto mas saludable para el consumidor (Reyes, 2016).

Debido a lo mencionado, hay una posibilidad de desarrollar un producto que se encuentra en crecimiento en los últimos años agregándole el diferenciador de una materia prima poco conocida y con un aporte nutricional mejorado para el consumidor.

Por lo cual, se pretende desarrollar una barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo general

Desarrollar una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco (*Coco nucífera* L).

1.1.2 Objetivos específicos

- Determinar las características físicas de la materia prima.
- Establecer la metodología y formulación del chocolate negro endulzado con azúcar de coco.
- Determinar las características físicas, químicas y microbiológicas de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.
- Establecer costo-beneficio de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.

1.1.3 Hipótesis

H0: El Azúcar de coco no es una alternativa como endulzante para el desarrollo de una barra de chocolate negro

H1: El Azúcar de coco es una alternativa como endulzante para el desarrollo de una barra de chocolate negro

2 MARCO TEÓRICO

2.1 Generalidades del cacao (*Theobroma cacao* L.)

2.1.1 Cacao

La fruta es un tallo alargado que se vuelve rojo o amarillo violeta y es pesado. Cuando está maduro, mide unos 450 g, de 15 a 30 cm de largo y de 7 a 12 cm de ancho. Los granos son de forma rectangular y varían de tamaño dependiendo del tipo de cacao. Crece mejor en climas tropicales donde las lluvias son abundantes. Durante todo el año y en lugares con temperaturas relativamente estables, de 25 a 28 ° C (Ruiz, 2016).

Este fruto comunmente se lo denomina mazorca, es una cáscara parcialmente gruesa que recubre entre 20 y 50 semillas, colocadas en cinco hileras y recubiertas por una pulpa mucilaginoso con sabor dulce y de color blanco. La forma, tamaño y color del cacao va a depender según la variedad de cacao que se está cultivando. La forma se la determina por la relación que existe entre el largo, ancho y la caracterización de los extremos (Graziani et al., 2002).

El cacao se caracteriza por tener una mazorca con un tamaño que va desde lo 10 a 30 cm de largo y de 7 a 9 cm de ancho, así como también tiene diferentes colores dependiente de la etapa en la que se encuentre el fruto: color verde y rojo violeta cuando el fruto está inmaduro y cuando el fruto se encuentre maduro el color verde pasa a ser amarillo y el rojo violeta a anaranjado (Graziani et al., 2002).

2.1.2 Taxonomía

Tabla 1. Taxonomía del cacao

Reino:	Plantae
Tipo:	Magnoliophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Malvales
Familia:	Sterculiaceae
Género:	<i>Theobroma</i>
Especie:	<i>Cacao L.</i>

Fuente: Montes (2016).

2.2 Variedades de cacao en Ecuador

2.2.1 Cacao nacional.

En el Ecuador existe un tipo de cacao único que se lo conoce con el nombre de nacional, caracterizado por su corta fermentación así como también por la oportunidad de desarrollar un chocolate suave de un sabor y aroma exquisito, conocido de manera internacional con la clasificación de cacao fino de aroma (Quingaísa y Riveros, 2007).

La zona en Ecuador que permite el cultivo del cacao nacional se encuentran en las planicies de la Costa y del Oriente ecuatoriano. Este se produce en la zona ecuatorial del Hemisferio Occidental, al Noroeste de América del Sur, dentro del Ecuador teniendo en cuenta una altitud desde el nivel del mar hasta 1 200 m.s.n.m. La zona posee un clima húmedo con precipitaciones que van desde los 2 000 hasta 4 000 mm, las temperaturas medias con las que se cultiva el cacao nacional, varía de 22 a 24 grados centígrados (Quingaísa y Riveros, 2007).

El aroma y sabor del cacao nacional es buscado por los fabricantes de chocolate a nivel mundial, lo que convierte al Ecuador en el principal productor por excelencia del cacao fino de aroma o nacional con el 63 % de la producción mundial (Anecacao, 2015).

2.2.2 Calidad del cacao.

La calidad del cacao es de gran importancia durante los procesos productivos cacaoteros ya que esta va a determinar la mayor o menor demanda que tenga en el mercado el producto final obtenido a partir de esta materia prima (Sánchez, 2007).

Estas a su vez dependen de la exigencia del mercado y del propósito que se le va a dar al mismo, para la elaboración de chocolate la calidad va a depender de las características físicas y organolépticas de la fruta como lo es el tamaño, presentación del grano, sabor y aroma (Sánchez, 2007).

2.2.3 Composición nutricional

En la Tabla 2 se expone los componentes químicos de los granos de cacao secos sin fermentar en porcentajes. Se evidencia que la materia grasa predomina en el grano de cacao con un 53.05 %. La materia grasa es de suma importancia para la elaboración de chocolate.

Tabla 2. Componentes químicos de los granos de cacao secos sin fermentar

Componentes	Porcentaje
Agua	3.65
Materia grasa	53.05
Nitrógeno total	2.28
Proteínas	1.50
Teobromina	1.71
Cafeína	0.08
Glucosa	0.30
Mucílago	0.38
Taninos	7.54
Ácido acético libre	0.01
Ácido oxálico	0.29

Fuente: Sánchez (2007).

Para poder analizar el sabor de una muestra de cacao en grano, lo primero que se debe de realizar es licor o chocolate para que se proceda a realizar un

panel de degustación con un grupo de cinco a diez catadores experimentados. Para un correcto análisis de las muestras de cacao se debe de evaluar el sabor a cacao o chocolate, la acidez residual, el amargor y la astrigencia y dentro de lo aromas se debe de analizar si se percibe notas afrutadas o florales el cual es un indicativo de que la calidad del mismo es el correcto (CAOBISCO et al., 2015).

En la Tabla 3 se muestra la composición nutricional del cacao, con sus respectivos porcentajes, evidenciado un porcentaje alto en manteca de cacao y proteínas.

Tabla 3. Composición nutricional del Cacao

Compuesto	%
Manteca de cacao	54.0
Proteínas	11.5
Celulosa	9.0
Almidón y pentosanos	7.5
Taninos	6.0
Agua	5.0
Olio elementos y sales	2.6
Ácidos orgánicos y esencias	2.0
Teobromina	1.2
Azúcares	1.0
Cafeína	0.2

Fuente: Benavides y López (2018).

En la Tabla 4 se expone el valor nutricional del cacao en gramos, con promedios altos en carbohidratos y grasa con 34.7 g y 46.3 g respectivamente.

Tabla 4. Se muestra el valor nutricional del cacao

Contenido	Promedio
Calorías	456 kcal
Carbohidratos	34.7 g
Grasa	46.3 g
Proteína	12.0 g
Fibra gruda	8.6 g
Ceniza	3.4 g
Agua	3.6 g
Fósforo	537 mg
Vitamina C	3 mg
Hierro	3.6 mg
Calcio	106 mg

Fuente: Benavides y López (2018).

El aporte calórico que brinda el cacao en la vida de las personas, así como también los hidratos de carbono, proteínas, magnesio, fósforo, potasio, teobromina, cafeína, antioxidantes y agua, permiten obtener una mayor energía en personas con una actividad física alta, además contiene flavonoides con propiedades antioxidantes los que funcionan en el control y prevención de enfermedades al corazón (García, 2020).

2.3 Generalidades de la palma de coco (Coco nucífera L.)

2.3.1 Palma de coco

La palma de coco es una plantación nativa de las indias malayas. Fue introducida por los españoles de Filipinas durante la segunda mitad del siglo XV. La palma de coco es la especie de palma cultivada más importante del mundo, y actualmente este tipo de palma es la principal productora de grasas vegetales. Los principales países productores de coco son Filipinas, Indonesia, India, Sri Lanka, Malasia, Tailandia, México y Brasil (Bará y Hernández, 2014).

A esta palma se la conoce como el “árbol de vida”, por su uso múltiple como planta, considerándola en el puesto doce de plantas alimenticias mas

importantes para el hombre. Pocas plantas son utilizadas de manera tan v3rsatil como se la utiliza a la planta de coco, ya que con parte de la c3ascara del fruto se extrae fibra para la elaboraci3n de fibras textiles y aislantes t3rmicos, la otra parte se la usa como recipiente o vasija, as3 como tambi3n para la extracci3n de carb3n. De las hojas se obtiene un jugo dulce que al procesarlo da como resultado az3car y al fermentarlo bebida alcoh3lica. A dem3s, los troncos y las hojas se usan para la construcci3n, en la elaboraci3n de techos, cester3a y sombreros (Granados y L3pez, 2002).

2.3.2 Taxonom3a

En la Tabla 5 se muestra la taxonom3a de la palma de coco.

Tabla 5. Taxonom3a de la palma de coco

Reino:	Plantae
Divisi3n:	Magnoliophyta
Clase:	Liliatae
Orden:	Arecales
Familia:	Arecaceae (Palmae)
Subfamilia:	Arecoideae

Fuente: EcuRed (2019).

2.3.1 Contenido nutricional del cocotero

El agua de coco no solo es nutritiva como bebida natural, sino que tambi3n contiene componentes que permite una mejora en la salud. Se dice que tiene la capacidad de disolver los c3lculos renales y la bilis. Se la considera una de las aguas m3s seguras desde el punto de vista bacteriol3gico (Bar3 y Hern3ndez, 2014).

Los autores arriba indicados presentan en la Tabla 6 y la Tabla 7 con contenido nutricional de los productos con mas posibilidades de consumir por el mercado: agua de coco, copra tierna y madura.

Tabla 6.Contenido nutricional de una muestra de 100 ml de agua de coco

Componente	Contenido
Energía	20 kcal
Proteínas	0.1 g
Carbohidratos	5.5 g
Lípidos	0.05 g
Sodio	25 mg
Potasio	160 mg
Cloro	20 mg
Calcio	5 g
Fósforo	0.5 mg
Magnesio	0.45 mg

Fuente: Lizano (2000).

En la Tabla 7 se presenta el contenido nutricional de una muestra de 100 g de carne de coco tierna o madura.

Tabla 7.Contenido nutricional de una muestra de 100 g de la copra o la carne del coco tierna o madura

Composición	Tierna	Madura
Agua	80.6 g	51.9 g
Lípidos	5.5 g	26.1 g
Carbohidratos	11 g	15.1 g
Cenizas	0.6 g	0.9 g
Fibra	0.9 g	2.1 g
Calcio	10 mg	32 mg
Fósforo	54 mg	96 mg
Hierro	0.7 mg	1.5 mg
Tiamina	0.07 mg	0.04 mg
Riboflavina	0.04 mg	0.03 mg
Niacina	0.9 mg	0.4 mg
Vitaminca C	4 mg	3 mg
Energía	96 kcal	293 kcal

Fuente: Lizano (2000).

2.4 Generalidades del azúcar de coco

2.4.1 Azúcar de coco

En la actualidad, se presenta varias alternativas para el azúcar de caña refinado como el azúcar de coco, el mismo que proviene de un proceso de evaporación del agua que se encuentra en la savia de la flor de coco. El proceso para la elaboración del azúcar de coco es mas natural en comparación a la azúcar de caña refinada por lo que no se le añade químicos ni preservantes (Azabache, 2020).

El azúcar de coco se caracteriza por presentar un índice glucémico bajo, así como también es rica en minerales y vitaminas esenciales para la salud humana como lo es la vitamina C, B1, B2, B3 y B6 junto con el calcio, potasio, zinc, magnesio y hierro. Lo que la convierte en una de las mejores opciones para personas diabéticas y con hipertensión (Azabache, 2020).

El azúcar de coco se ha convertido en los últimos años en el endulzante más sano, nutritivo y de menor índice glucémico ya que se lo obtiene del dulce néctar de las flores del cocotero. A demás, codiciado por su excelente sabor y

aroma a caramelo, perfecto para la elaboración de productos de repostería. La palma de coco florea todo el año, por lo que siempre va a tener materia prima para la extracción y proceso de azúcar de coco, acotando que en los meses entre abril y mayo las palmas producen menor cantidad de néctar por lo que para esos meses podría bajar la producción del mismo (Bará y Hernández, 2014).

2.4.2 Beneficios del azúcar de coco.

Uno de los principales beneficios a destacar del azúcar de coco es su contenido nutricional, el cual es superior a cualquier tipo de azúcar comercial, así como también se caracteriza por poseer un índice glucémico bajo. Se ha determinado propiedades beneficios en el azúcar de coco como el contenido de potasio, que reduce la hipertensión, contenido en magnesio para nervios, metabolismo y estimulación del cerebro, contenido en zinc necesario para la mente, contenido en hierro para el sistema inmune y la sangre, por último el contenido en calcio para huesos (Apraez, 2017).

2.4.3 Contenido nutricional del azúcar de coco

En la Tabla 8 se presenta el contenido nutricional para una muestra de 5 g de azúcar de coco, considerando que se obtiene un bajo aporte calórico.

Tabla 8. Contenido nutricional de una muestra de 5 g de azúcar de coco

Descripción	g / mg	%
Calorias	20 g	
Grasa total	0 g	0 %
Grasas saturadas	0 g	0 %
Grasas trans	0 g	
Colesterol	0 mg	0 %
Sodio	12 mg	0 %
Carbohidratos totales	5 g	2 %
Fibra dietética	0 g	0 %
Azúcares	4 g	
Proteína	0 g	

Fuente: Apraez (2017).

La composición del azúcar de coco es 80 % de agua, 15 % de azúcar y 5 % de minerales considerandolo uno de los mas sanos dentro de los azuceres refinados saludables que se encuentran en el mercado como el azúcar de agave, azúcar integral y la miel. Su índice glucémico bajo la hace apta para personas diabéticas y con hipertensión (Carbajal, 2019).

2.5 Proceso para la elaboración del azúcar de coco.

Para iniciar la producción se comienza con la savia, la misma que se la recolecta realizando un corte en la inflorescencia de la palmera, con un buen corte la inflorescencia puede arrojar el fruto del coco y azúcar, mejorando la rentabilidad por cada planta. Una vez que se ha realizado el corte apropiado de la savia, esta comienza a fluir y se la recolecta en recipientes fabricados en bambú de aproximadamente 10 cm de diámetro y 40 cm de largo en donde la savia fluye por un periodo de 30 a 40 días. La cantidad de savia que se podría recoger de una palmera cocotera va a depender de la edad de la misma, por lo general una palmera puede producir aproximadamente 288 litros de savia al año con un descanso de 3 a 4 meses por palmera (Bará y Hernández, 2014).

Esta es llevada a cocción sobre fuego moderado dentro de recipientes de gran tamaño, la savia que se usa en el proceso no debe de estar fermentada y con un pH igual o mayor a 5.9, es importante utilizar savia fresca que haya sido recolectada el mismo rato para evitar cualquier proceso de fermentado que esta pueda tener por las condiciones ambientales y tenerla en óptimas condiciones para el procesado de azúcar (Bará y Hernández, 2014).

La savia en su mayoría se compone de agua con un 80 %, un 15 % de azúcar y 5 % de minerales por lo que con el proceso de cocción se consigue evaporar la humedad para que la savia cambie de color y pase de ser un líquido transparente a algo mas denso y de color marrón oscuro, continuando con el proceso esta substancia se cristaliza y se obtiene el azúcar de coco (Bará y Hernández, 2014).

Las palmeras cocoteras son mas productoras de azúcar que otras plantaciones azucareras, estas producen entre un 50 % 70 % mas de azúcar por hectarea que la caña de azúcar y se utilizar un menor porcentaje de

nutrientes para la misma cantidad de cultivo. A demás, estas plantaciones comienzan a cargar entre año 4 y 5, continuando 20 años o más (Food, 2014).

Durante el proceso, la savia debe estar en constante movimiento, luego se retira del fuego para iniciar el proceso de enfriamiento, donde se debe seguir mezclando hasta que la consistencia sea sólida en la tonalidad y adopte una forma granular por el mismo movimiento (Azabache, 2020).

Los cristales de azúcar finales suelen ser de tamaño mediano o grande, por lo que se debe de tamizar para filtrar los cristales pequeños que son lo que finalmente se envasan en la presentación seleccionada. No es necesario agregar productos químicos como conservantes, debido a que si se mantiene el producto en un lugar fresco será suficiente para que sea consumido (Azabache, 2020).

2.6 Generalidades del chocolate

2.6.1 Chocolate

Se conoce como chocolate al producto que se consigue a partir del proceso de elaboración con los siguientes ingredientes: cacao sin cáscara ni germen, cacao en pasta, torta del prensado de cacao, cacao en polvo, también es permitido agregarle especias y/o sal, sólidos lácteos o azúcares permitidos (Escoto, 2014).

Este es un producto que nace del fruto del árbol del Cacao, y se lo puede usar como un tipo de condimento y como ingrediente en las preparaciones de dulces y bebidas. Uno de los chocolates más populares es el chocolate con leche al cual se le adiciona manteca de cacao. Existen un sinnúmero de tipos de chocolates que dependen de la cantidad de cacao, manteca de cacao, leche y azúcar que se les agregue en la preparación, el sabor va a depender de la selección y cantidades de cada ingrediente (EcuRed, 2021).

2.7 Principales variedades de chocolate

2.7.1 Chocolate negro

Para que un chocolate sea considerado chocolate negro, oscuro, amargo o semi amargo dentro de su formulación debe de contener un mínimo del 35 % de extracto seco total de cacao, el cual debe de ser repartido por lo menos con el 18 % de manteca de cacao y el 14 % de extracto seco magro de cacao. Estudios actuales afirman el crecimiento que se evidencia por el consumo del

chocolate negro, este crecimiento se debe a la características benéficas de este producto para la salud humana como lo es: contenido de flavonoides con propiedades antioxidantes para el control de efectos cardiovasculares (Escoto, 2014).

El chocolate considerado con varios nombres en diferentes partes del mundo como chocolate amargo, chocolate semidulce, chocolate oscuro o chocolat fondant debe de ser elaborado con un porcentaje no menor al 35 % de extracto seco total de cacao (Codex, 2016).

2.8 Proceso de elaboración de chocolate negro

2.8.1 Recepción de materia prima y material de empaque

Este proceso es el encargado de receptor la materia prima y el material de empaque con el que se va a manufacturar el chocolate. Durante la recepción de la materia prima se debe de tener en cuenta las condiciones sanitarias con la que se transportó la materia prima, condiciones de limpieza de lo materiales de envase, certificado de calidad y la informacion del material que ingresa a bodega como: lote, origen, fecha de producción y vencimiento (Mixan, 2014).

2.8.2 Fermentación

Una vez que se realiza la cosecha del cacao, los granos se exponen al oxígeno del medio ambiente, dando inicio al proceso de fermentado del mismo. Existen varias técnicas de fermentado, en este caso estos se pueden mantener en hojas de plátano o en cajas de madera con agujeros para que el sobrante de líquido pueda escurrir con normalidad sin afectar el proceso de fermentado. Los granos se deben de homogenizar y girar para que la temperatura de los mismos se aumente de manera natural a 40 – 50 grados centigrados. Este proceso es de suma importancia para obtener el sabor y olor agradable del cacao, puede tomar de 6 a 8 días dependiendo del tipo de grano que se vaya a fermentar (Chocolateras, 2020).

2.8.3 Secado

Los granos de cacao contienen una alto porcentaje de humedad una vez terminados el proceso de fermento, se debe de realizar el secado de los granos para poder reducir el porcentaje de humedad y evitar que afecta de manera negativa en el sabor y olor del mismo. Existen varias técnicas para el secado,

entre estas tenemos: secado al sol y secado en hornos a fuego abierto, la última técnica es usada en lugares de mucha humedad y precipitaciones donde se dificulta el secado al sol (Chocolateras, 2020).

2.8.4 Tostado

Las técnicas de tostado van a depender del tipo de grano que se va a tostar, se debe de tener mucho cuidado y atención al tamaño del grano, forma, humedad, variedad y sabor durante el proceso de desarrollo del chocolate (Lucas, 2021).

Se debe de precalentar el tostador aproximadamente por unos 10 minutos para que se le agregue los granos del cacao seco, al final se debe dejar enfriar con ventiladores (Guerrero et al., 2012)

El tiempo y la temperatura a la que se realiza el tostado va a depender del tipo de grano y de los intereses de chocolatero, este proceso ayuda considerablemente a reducir la humedad del grano y eliminar cualquier bacteria que exista en el producto (Chocolateras, 2020).

2.8.5 Descascarillado

Este proceso tiene como objetivo retirar la cáscara del grano seco de cacao, se introduce en el descascarillador los granos tostados y se inspecciona al finalizar el proceso (Guerrero et al., 2012).

La cáscara de cacao despues del proceso de tostada se torna delgada y frágil, estos granos se rompen a máquina o manualmente. Los granos se usan para chocolate y la cáscaras para otros productos como: material biodegradable, té de cacao y fertilizantes para cultivo agrícola (Chocolateras, 2020).

2.8.6 Molienda

Se debe realizar la molienda del cacao descascarillado de tres a cuatro veces (Guerrero et al., 2012). Lo que se obtiene con este proceso es una pasta espesa de cacao conocida como masa de cacao, esta pasta consta de sólido y manteca de cacao (Chocolateras, 2020).

2.8.7 Templado

Este es un proceso en el que interviene bastante los cambios drásticos de temperatura para obtener la consistencia perfecta del chocolate. Sin este proceso el chocolate tendría un color opaco y quebradizo (Chocolateras, 2020).

Este proceso se lo realiza a productos que contengan manteca de cacao para lograr la formación de cristales estables, el tiempo del temperado o templado por lo general es de 10 a 12 minutos para los chocolates (Mixan, 2014).

El chocolate debe de pasar por varias temperaturas primero: a baño maría se eleva la temperatura a 50 grados centígrados, luego se disminuye la temperatura a 30 grados centígrados con agua helada en baño maría. Este proceso tiene con objetivo que el chocolate no se derrita a temperatura ambiente y tenga un color uniforme (Guerrero et al., 2012).

2.8.8 Moldeado

Esta etapa tiene como objetivo producir piezas de chocolate con tamaños similares, se usan moldes de policarbonato los mismos que deben de pasar por un proceso de higienizado y liberados microbiológicamente, estos moldes no pueden estar en mal estado (Mixan, 2014).

2.8.9 Empacado

Una vez que el chocolate se haya enfriado y solidificado pasa por el proceso de inspección, en el cual se controla la calidad del mismo. En algunos casos se suele utilizar una maquina detectora de metal para evitar que se vaya con alguna anomalía al mercado final (Chocolateras, 2020).

Para el envasado se utiliza la técnica flow pack, la misma que permite envasar y sellar a temperatura, presión y tiempo controlado. En esta etapa del proceso se debe de tener mucho cuidado con el sellado del empaque, ya que este debe de contener un sellado hermético, para mantener el producto libre de cualquier agente contaminante (Mixan, 2014).

3 MARCO METODOLÓGICO

3.1 Ubicación

La presente investigación se realizó en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, ubicada en Av. Carlos Julio Arosemena, Guayaquil – Ecuador en la Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo en la Planta de Industrias Lácteas.

Figura 1: Ubicación del proyecto



Fuente: (Google, 2021).

3.2 Insumos, materiales, reactivos y equipos

3.2.1 Insumos

- Pasta de cacao
- Manteca de cacao
- Azúcar de coco

3.2.2 Equipos

- Cocina industrial o doméstica
- Balanza Electrónica
- Termómetro
- Cronómetro
- Refrigeradora

3.2.3 Materiales

- Moldes
- Bandejas
- Ollas
- Mezcladores

3.3 Diseño metodológico

3.3.1 Tipo de investigación

El objetivo principal para el desarrollo de esta investigación fue desarrollar una barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.

Según Sampieri (2014) los estudios exploratorios tienen como objetivo el recopilar información para examinar un tema de investigación poco estudiado. Estos estudios de nivel exploratorio nos permiten conocer de situaciones desconocidas y comenzar a indagar nuevos problemas.

El mismo autor Sampieri (2014) detalla que las investigaciones de nivel descriptivo permite que se describa y especifique a fondo las características, propiedades y perfiles de personas, grupos, procesos, comunidades o cualquier situación que se someta a algún análisis. En resumen con el nivel descriptivo se desea recolectar información técnica sobre las variables que se pretenden estudiar.

Dentro de la investigación hubo dos fases de estudio: la investigación de nivel exploratorio y descriptivo que correspondió a la primera fase, la cual consiste en la recolección de literatura en su mayoría basada en estudios experimentales.

La segunda fase tiene que ver al diseño experimental, donde se detalló la metodología para la recolección de las características físicas y químicas del chocolate negro, para la elaboración de las formulaciones de la barra de chocolate negra endulzada a base de azúcar de coco, así como también se determinó las características físicas, químicas y sensoriales de la barra de

chocolate negro endulzada a base de azúcar de coco y por último el análisis costo / beneficio del producto terminado.

3.3.2 Objeto de estudio

El objeto de estudio fue encontrar la formulación más óptima para el desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco que cumpla con la normativa INEN 621:2010 (Valencia, 2021).

3.3.3 Método de investigación

Un diseño de prueba donde se miden dos hipótesis se relaciona con comprender y evaluar la relación estadística entre ellas sin verse afectado por ninguna variable ya sea positiva (proporcional) o negativa (razón inversa) (Sampieri et al., 2006).

Asimismo, se utilizó un ANOVA para procesos relacionados, donde la varianza se desglosa en componentes particulares debido a diferentes variables explicativas, seguido de una descripción y recomendación del proceso de desarrollo de una barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.

3.4 Diseño del experimento

La herramienta que se utilizó para el óptimo desarrollo del diseño experimental de la investigación es el programa Design Expert 11. Se ingresó al programa los tres factores a estudiar: la pasta de cacao, manteca de cacao y el azúcar de coco, junto con las variables cualitativas, para obtener de manera aleatoria el número de tratamientos que se van a evaluar.

3.5 Esquema del experimento

3.5.1 Factores de estudio

En la Tabla 9 se describe el tratamiento que se utilizó de referencia para la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco, en la siguiente tabla se menciona los porcentajes necesarios para la formulación expuesta por Villegas (2018) en su trabajo, el componente de jícama es el componente que utiliza el autor como reemplazo del azúcar blanca, utilizando un porcentaje del 30 % de este componente.

Tabla 9. Tratamiento de referencia para la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco

Ingrediente	Porcentaje
Pasta cacao	60%
Manteca de cacao	10%
Componente de jícama	30%

Fuente: Villegas (2018).

En la Tabla 10 se presentó los porcentajes mínimos y máximos para la elaboración de chocolate negro según la Norma técnica ecuatoriana (2010).

Tabla 10. Norma técnica ecuatoriana NTE INEN 621:2010. Chocolates. Requisito

Requisito	Chocolate	
	Min	Max
Manteca de cacao	18	
Extracto seco desengra-sado de cacao	14	
Total de extracto seco de cacao	35	

Fuente: INEN (2010).

Los factores para los tratamientos serán:

A: Manteca de cacao – 56 %

B: Pasta de cacao – 14 %

C: Azúcar de coco – 30 %

Para el desarrollo de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco, se mezclan los siguiente insumos

$$CNC = MC + PC + AC$$

Dónde:

CNC: Barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.

MC: Manteca de cacao.

PC: Pasta de cacao.

AC: Azúcar de coco.

Tabla 11. Restricción de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco

Insumo	Mínimo	Máximo
Manteca de cacao	18	56
Pasta de cacao	14	81
Azúcar de coco	1	30

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert*.

3.6 Caracterización física de la pasta de cacao

Se determinó la características físicas de la pasta de cacao mediante análisis sensorial realizado a la muestra obtenida.

Se analizó cinco parámetros los cuales fueron sabor, olor, color, textura para con ellos obtener la caracterización física de la misma.

A continuación, se presenta el formato de la Tabla 12 donde se colocaron los resultados obtenidos.

Tabla 12. Formato para resultados de análisis físico de materia prima

Parámetros	Resultados
Sabor	
Olor	
Color	
Textura	

Elaborado por: El Autor.

3.7 Caracterización física de la manteca de cacao

Se determinó la características físicas de la manteca de cacao mediante análisis sensorial realizado a la muestra obtenida.

Se analizó cinco parámetros los cuales fueron sabor, olor, color, textura para con ellos obtener la caracterización física de la misma.

A continuación, se presenta el formato de la Tabla 13 donde se colocaron los resultados obtenidos.

Tabla 13. Formato para resultados de análisis físico de materia prima

Parámetros	Resultados
Sabor	
Olor	
Color	
Textura	

Elaborado por: El Autor.

3.8 Caracterización física del azúcar de coco

Se determinó la características físicas del azúcar de coco mediante análisis sensorial realizado a la muestra obtenida.

Se analizó cinco parámetros los cuales fueron sabor, olor, color, textura para con ellos obtener la caracterización física de la misma.

A continuación, se presenta el formato de la Tabla 14 donde se colocaron los resultados obtenidos.

Tabla 14. Formato para resultados de análisis físico de materia prima

Parámetros	Resultados
Sabor	
Olor	
Color	
Textura	

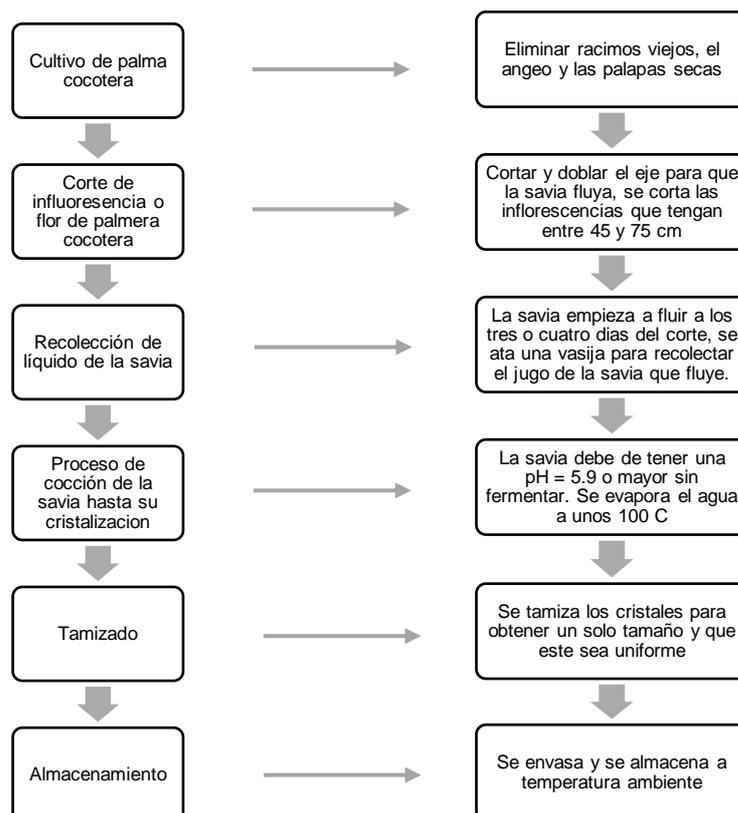
Elaborado por: El Autor.

3.9 Diseño del proceso

En este método se desarrolló cada etapa de las operaciones para la elaboración de una barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.

3.10 Obtención del azúcar de coco

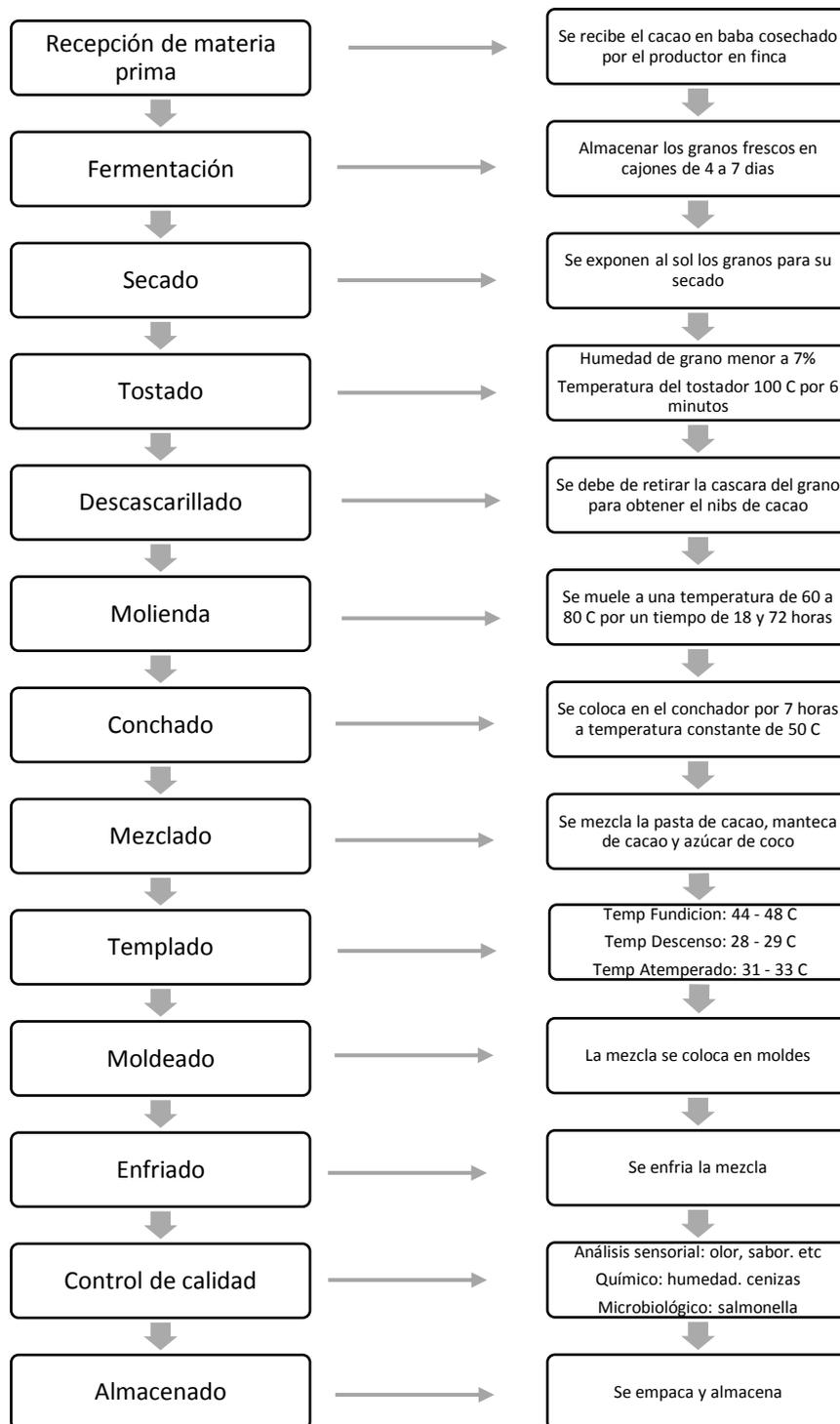
Gráfico 1.Diagrama de flujo para la obtención del azúcar de coco



Adaptado por: El Autor (2022).

3.11 Obtención de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco

Gráfico 2. Diagrama de flujo para la obtención de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco



Adaptado por: El Autor (2022).

3.12 Combinaciones y tratamientos

Los tratamientos que se consideraron para la elaboración de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco, se presentaron en la Tabla 12. Se debe de acotar que esta corrida arrojada por el programa estadístico Design Expert 11 se alcanzó considerando todas las restricciones iniciales.

Tabla 15. Tratamientos de barra de chocolate negra endulzada con azúcar de coco

Tratamiento	A: Manteca de Cacao	B: Pasta de Cacao	C: Azúcar de Coco
1	43.7925	55.2075	1
2	18	52.335	29.665
3	48.683	21.317	30
4	33.9735	48.8765	17.15
5	22.5009	63.0106	14.4886
6	56	30.9334	13.0666
7	18	77.8141	4.18594
8	43.7925	55.2075	1
9	35.0985	34.9015	30
10	33.9735	48.8765	17.15

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

De los 10 tratamientos se consideraron 8, por la secuencia de repeticiones en los procedimientos presentados a continuación.

- 1-8 tratamiento
- 4-10 tratamiento

3.13 Análisis sensorial de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco

Un análisis sensorial es de suma importancia para cualquier producto, ya que te permite tener un resultado rápido de que tan buena aceptación va a tener tu producto y que tratamiento es el mejor, ahorrando tiempo y dinero. Las principales características que se deben de analizar son el sabor, textura y color

de cada producto. En el proceso de elaboración del chocolate, el sabor se define por la materia prima y tiempo de conchado del grano de cacao, la textura por el tamaño de partícula la cual se la define por la etapa de refinado del chocolate, y el color o la apariencia del chocolate debe de ser marrón oscuro y con un brillo bien asentado (Mixan, 2014).

El olor, sabor y color del chocolate se lo puede calcular o determinar únicamente sensorialmente porque no existe un valor para compararlo, estos parámetros dependen directamente del proceso de elaboración y de la materia prima con la que se lo elabora (Jácome, 2015).

Estudios previos aseguran de que los resultados de un panel de degustación realizado por personas entrenadas y no entrenadas no presentan diferencias significativas en la calificación de sabor, olor, color o textura (Tamayo, 2015).

Para el análisis sensorial de la investigación se organizó una evaluación organoléptica. El proceso de evaluación constó de un panel de 15 degustadores los cuales no son entrenados, quienes tienen la responsabilidad de evaluar el sabor, olor, color y textura de los 10 tratamientos descritos anteriormente. Se usó una escala hedónica de 5 puntos (Villegas, 2018).

1. Excelente
2. Muy bueno
3. Bueno
4. Regular
5. Malo

Tabla 16. Formato para panel de degustación

	Sabor	Olor	Color	Textura
T1				
T2				
T3				
T4				
T5				
T6				
T7				
T8				
T9				
T10				

Elaborado por: El Autor.

3.14 Análisis químico, microbiológico de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco

Una vez que se realizó el análisis sensorial a los 10 tratamientos expuestos, se procedió a tabular los test o encuestas para obtener el tratamiento ganador. El mismo que fue expuesto para que se le pueda realizar los análisis químicos y microbiológicos requeridos por la normativa INEN para el chocolate. Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL.

3.14.1 Análisis químico de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco

3.14.1.1 Humedad

La humedad del chocolate juega un papel muy crítico e importante dentro de la calidad del mismo ya que un exceso puede aumentar la necesidad de manteca de cacao y alteraciones reológicas. A su vez, esta causa el aumento de la viscosidad del chocolate final. En algunos casos para evitar el problema que causa el aumento de la humedad, se usan emulsionantes para elaborar el chocolate (Jácome, 2015).

Es de suma importancia analizar humedad dentro de cada procedimiento pues esta se relaciona directamente con la estabilidad, calidad y composición.

Según la NTE INEN 1676 para conocer la humedad de la pasta de chocolate se debe de agregar dentro de un cristizador una muestra y colocarla en una estufa a 105 grados centígrados por 16 + 1 h. Luego se deja enfriar y se debe de pesar el resultado final, una vez obtenida la muestra se debe de realizar el cálculo respectivo usando la siguiente fórmula siendo m la masa inicial y m_1 la muestra final. La pasta de chocolate debe de tener un 3 % de humedad (Valencia, 2021).

$$H = 100(m - m_1) / m$$

3.14.1.1 Tamaño de partícula

El control del tamaño de partícula se realiza para evitar que el producto final sea arenoso en el paladar de la persona que consume, para realizar este análisis se usan instrumentos sencillos como lo son: tamices, micrómetros o microscopios (Mixan, 2014).

Es importante que las partículas sólidas no grasas se hagan pequeñas a un tamaño menor de 30 μm , el tamaño de partícula se relaciona directamente con la viscosidad del chocolate, teniendo un efecto considerable en la calidad y costo de operación del mismo (Jácome, 2015).

3.14.1.2 Viscosidad

Se define a la viscosidad como la resistencia que tiene un líquido al movimiento cuando este se agita o se vierte (Aulestia, 2013). Para poder realizar el cálculo de este parámetro se la debe de medir a diferentes esfuerzos, con los datos que arroja la muestra se define dos parámetros de flujo los cuales son: umbral de fluencia y viscosidad (Jácome, 2015).

Para poder realizar el cálculo de la viscosidad en el chocolate se utilizan dos equipos: el viscosímetro HBT que sirve para fluidos con una alta viscosidad y viscosímetro LV para fluidos con baja viscosidad en el rango aproximado de 200 – 400 Cp (Mixan, 2014).

3.14.1.3 Cenizas totales

El proceso que se debe realizar para obtener las cenizas debe ser realizado en laboratorio, se debe de tomar una muestra de chocolate rallado y colocarlo en un crisol para luego llevarlo a una mufla previamente calentada a 600 grados centígrados cubierto el crisol con una luna de reloj. Se coloca dentro de la mufla a 600 grados centígrados la muestra de chocolate y los resultados que se obtiene se los debe de calcular con la siguiente formula establecida por el Instituto Ecuatoriano de Normalización (Valencia, 2021).

$$\text{Cenizas totales \%} = (P_f - P_i) / P_m * 100$$

P_f = crisol muestra calcinada en g.

P_i = Peso inicial del crisol (vacío) en g.

P_m = Peso de la muestra en g.

3.14.2 Análisis microbiológicos para la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco

Tabla 17. Requisitos microbiológicos establecidos para los chocolates

	n	m	M	c	Método de ensayo NTE INEN
Aerobios mesófilos	5	2.0×10^4	3.0×10^4	2	1529-5
Aerobios mesófiles	5	2.0×10^4	5.0×10^4	2	1529-5
Coliformes totales	5	0	1.0×10^2	2	1529-7
Mohos y levadura	5	1.0×10^2	1.0×10^3	2	1529-10
Salmonella	10	0		0	1529-15

Fuente: INEN (2010).

En donde:

n = Número de unidades de muestra

m = nivel de aceptación

M = nivel de rechazo

c = número de unidades defectuosas

ufc = unidades formadoras de colonias

up = unidades propagadora

3.14.2.1 Análisis de aerobios mesófilos

Según la norma INEN 1529 -17:98 2012, se debe de usar el recuento de tubos. Se va a sembrar en agar triptonado T 65 y se hará el respectivo conteo de las colonias obtenidas según como la norma indique (Valencia, 2021).

3.14.2.2 Análisis de coliformes

Los coliformes se los obtiene usando la técnica de dilución de tubos utilizando caldo verde medio brillante bilis-lactosa con temperatura de incubación de 35 C, de acuerdo a la norma INEN 1539-6 1990 (Valencia, 2021)

3.14.2.3 Mohos y levaduras

Las temperaturas óptimas para el cultivo y propagación del mismo son de 22 C y 25 C. Aquí se debe de usar la técnica de recuento en placa en la que se coloca las unidades que serán las propagadoras en un poco de levadura, glucosa y sales según la normativa INEN 1529-10 (Valencia, 2021).

3.14.2.4 Salmonella

La muestra se deberá someter a incubación, el tamaño de la misma será de 25 g a temperatura de 41.5 C por un aproximado de 24 horas en caldo basa de Listeria 3M. Una vez realizado el primer proceso, se deberá colocar la muestra en una placa Petrifilm hidratada con 2 mL de agua destilada estéril, se inoculará 1 microlitro de la muestra anteriormente incubada. Se volverá a incubar la placa por 24 horas a 41.5 C para pasado el tiempo establecido proceder con la lectura dela muestra (Valencia, 2021).

3.15 Análisis financiero

3.15.1 Análisis costo/beneficio

El análisis de costo-beneficio es un proceso que generalmente se ocupa de la evaluación de un proyecto en particular, un plan para tomar decisiones de cualquier tipo. Se trata de determinar los costos y beneficios totales de todas las alternativas para elegir la mejor o la más rentable. El método de costo-beneficio está directamente relacionado con la teoría de la decisión. Tiene como objetivo determinar la idoneidad del proyecto a partir de sus costos y beneficios. Este método se puede aplicar no solo en el mundo empresarial, sino también en obras sociales, proyectos colectivos o individuales, y otros proyectos donde se debe prestar atención a la importancia y cantidad de consecuencias económicas. La clave está en encontrar o tomar la decisión acertada, es decir, aquella que de mayor rentabilidad, entre un conjunto de posibles soluciones o propuestas (Aguilera, 2017).

El análisis de costo / beneficio mide la relación entre el costo unitario producido por un bien o servicio y las ganancias de vender ese bien o servicio (Vásquez, 2016).

Según Arias y Rojas (2019) los elementos principales para la determinación de los costos de producción son la materia prima, mano de obra, costos indirectos de fabricación y tercerización de los procesos.

De acuerdo a Valencia (2021) los costos que se tomaron en cuenta para la suma son:

- Costo primo = materia prima + mano de obra directa
- Costo de transformación = mano de obra directa + costos indirectos
- Costo de producción = costo primo + gastos indirectos
- Gastos de operación = gastos de distribución + gastos de administración + gastos de financiamiento
- Costo total = costo de producción + gastos de operación

Fórmula establecida para el cálculo de los costos de producción.

$$CP = (Mp + Md + Gp)$$

Dónde:

CP: Costo de producción

Mp: Materia prima

Md: Mano de obra

Fórmula establecida para el cálculo del precio de venta al público.

$$PVP = costo * (100 / 100 - utilidad)$$

Donde:

PVP: Precio de venta al público

Costo: Costo unitario

Margen: Utilidad

4 RESULTADOS

4.1 Caracterización física de la pasta de cacao

En la Tabla 18 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización física que se le realizó a la pasta de cacao.

Tabla 18. Resultados obtenidos de la caracterización física de la materia prima

Parámetros	Resultados
Sabor	Amargo a cacao
Olor	Cacao, chocolate oscuro
Color	Café oscuro
Textura	Sólida

Elaborado por: El Autor.

4.2 Caracterización física de la manteca de cacao

En la Tabla 19 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización física que se le realizó a la manteca de cacao

Tabla 19. Resultados obtenidos de la caracterización física de la materia prima

Parámetros	Resultados
Sabor	Grasa, mínimo sabor a cacao
Olor	Cacao
Color	Amarillo, mantecoso
Textura	Compacta, grasosa

Elaborado por: El Autor.

4.3 Caracterización física del azúcar de coco

En la Tabla 20 se presentan los resultados obtenidos de la caracterización física que se le realizó al azúcar de coco.

Tabla 20. Resultados obtenidos de la caracterización física de la materia prima

Parámetros	Resultados
Sabor	Coco, dulce
Olor	Dulce a coco
Color	Café claro
Textura	Característica del azúcar

Elaborado por: El Autor.

4.4 Análisis sensorial de los tratamientos

Se realizó la degustación de los 10 tratamientos expuestos por el programa estadístico. Se necesitó de 15 personas no entrenadas para que prueben cada tratamiento y expongan sus respuestas.

En este análisis sensorial se calificaron los parámetros de olor, color, sabor, textura y retrogusto de todos los tratamientos, cada uno en una escala del 1 al 5.

El objetivo de este panel de degustación fué el de recopilar la información necesaria e ingresarla al programa estadístico para que este nos arroje la formulacion idónea necesaria en este proyecto.

Tabla 21. Escala para análisis sensorial

Escala	Significado
1	Malo
2	Regular
3	Bueno

4	Muy bueno
5	Excelente

Elaborado por: El Autor.

La barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco tiene un color café oscuro y un olor característico a la materia prima utilizada, la textura depende del porcentaje de pasta de cacao y manteca de cacao que se utilice, a mayor manteca de cacao el producto tendrá una textura suave, a mayor pasta de cacao la textura será dura, así como también el sabor, cuando se usa mayor cantidad de pasta de cacao que de manteca de cacao el sabor será amargo e intenso, el azúcar de coco permite equilibrar el amargor del cacao.

De esta manera se logro obtener los siguientes resultados:

Tabla 22. Resultados del análisis sensorial a los tratamientos

Formulación	A	B	C	Olor	Color	Sabor	Textura	Retrogusto
1	43.7925	55.2075	1	2	3	1	4	3
2	18	52.335	29.665	4	4	4	2	2
3	48.683	21.317	30	3	5	5	2	4
4	33.9735	48.8765	17.15	3	4	3	4	3
5	22.5509	63.0106	14.4886	4	4	2	2	2
6	56	30.9334	13.0666	2	2	2	3	4
7	18	77.8141	4.18594	3	3	2	3	1
8	43.7925	55.2075	1	2	3	1	4	3
9	35.0985	34.9015	30	5	5	5	5	5
10	33.9735	48.8765	17.15	3	4	3	4	3

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

De todos los tratamientos antes mencionados se determinó que la concentración al igual que los resultados ideales para el desarrollo de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco se presentan a continuación en la Tabla 23.

Tabla 23. Formulación ideal para el chocolate negro

Manteca de cacao (%)	Pasta de cacao (%)	Azúcar de coco (%)
35.079	35.641	29.280

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

Para llegar al tratamiento idóneo se realizó un proceso que constó de dos fases. La fase 1: El análisis de cada responsable. En esta fase se completó la tabla de variables presentadas en el programa con los resultados del análisis sensorial realizado a todos los tratamientos, se procedió hacer una nueva corrida, a la cual se le evaluó el % cv a cada responsable.

El % cv considerado se ajustó en cada responsable a menos de 10, en los casos requeridos (solo donde sea necesario realizar el ajuste).

La fase 2: Optimización de resultados. En esta fase se optimizó y se obtuvo una nueva corrida con nuevos tratamiento expuestos por el programa Design expert 11.

Se llegó al óptimo, ajustando en base al modelo matemático que mantenga a la varianza con un % cv menor a 10, para optimizar y obtener el tratamiento o formulación ideal.

Las concentraciones restantes no cumplieron con las características sensoriales para que se las pueda considerar como el tratamiento adecuado.

4.5 Análisis de la varianza en parámetros sensoriales

Los parámetros que se usaron para el análisis del ANOVA son el olor, color, sabor, textura y retrogusto, también llamados por el programa estadístico Design Expert 11 como responsables.

4.5.1 Olor

En la determinación de este parámetro se usó un modelo lineal con datos que se ajustan, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 24.Anova para el parámetro de olor

Model	0,5721	2	0,2861	15,67	0,0026	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,5721	2	0,2861	15,67	0,0026	
Residual	0,1278	7	0,0183			
Lack of Fit	0,1278	5	0,0256			
Pure Error	0,0000	2	0,0000			
Cor Total	0,6999	9				

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

El valor F del modelo de 15,67 implica que el modelo es significativo. Solo hay una probabilidad del 0,26 % de que se produzca un valor F tan grande debido al ruido.

Los valores de p inferiores a 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, A, B, C son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0,1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para respaldar la jerarquía), la reducción de modelo puede mejorar su modelo.

Tabla 25. Estadísticas de ajuste

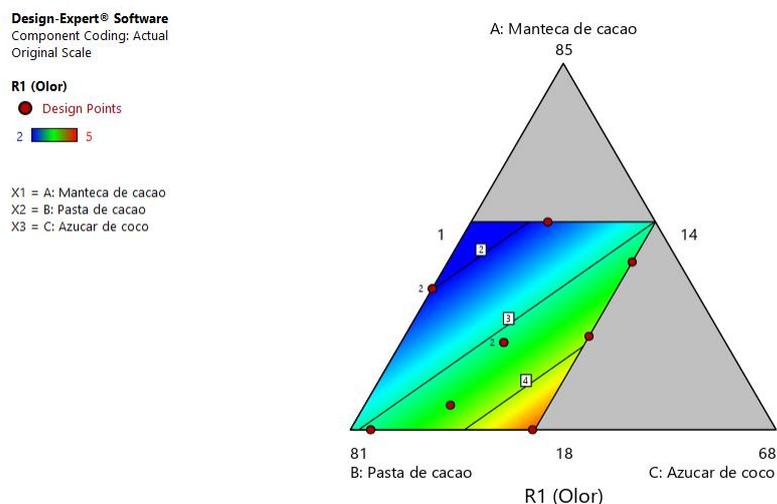
Std. Dev.	0,1351	R ²	0,8174
Mean	1,74	Adjusted R ²	0,7653
C.V. %	7,76	Predicted R ²	0,6044
		Adeq Precision	10,3410

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

El R² Pronosticado de 0,6044 está razonablemente de acuerdo con el R² Ajustado de 0,7653; es decir, la diferencia es inferior a 0,2.

Adeq Precision mide la relación señal/ruido. Es deseable una relación superior a 4. Su relación de 10.341 indicó una señal adecuada. Este modelo se puede utilizar para navegar por el espacio de diseño.

Figura 1. Olor



Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

Se determina los componentes A: Manteca de cacao, B: Pasta de cacao, C: Azúcar de coco, los puntos rojos representan el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición es representada por cada uno de los componentes.

4.5.2 Color

En la determinación de este parámetro se usó un modelo cúbico especial con datos que se ajustan, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 26.Anova para el parámetro color

Model	8,03	6	1,34	59,72	0,0033	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	4,99	2	2,49	111,19	0,0015	
AB	1,85	1	1,85	82,43	0,0028	
AC	0,6050	1	0,6050	26,99	0,0139	
BC	0,0115	1	0,0115	0,5137	0,5253	
ABC	0,2423	1	0,2423	10,81	0,0462	
Residual	0,0673	3	0,0224			
Lack of Fit	0,0673	1	0,0673			
Pure Error	0,0000	2	0,0000			
Cor Total	8,10	9				

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

El valor F del modelo de 59,72 implica que el modelo es significativo. Solo hay una probabilidad del 0,33 % de que se produzca un valor F tan grande debido al ruido.

Los valores de p inferiores a 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso A, B, AB, AC, ABC son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0,1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para respaldar la jerarquía), la reducción de modelo puede mejorar su modelo.

Tabla 27.Estadística de ajuste

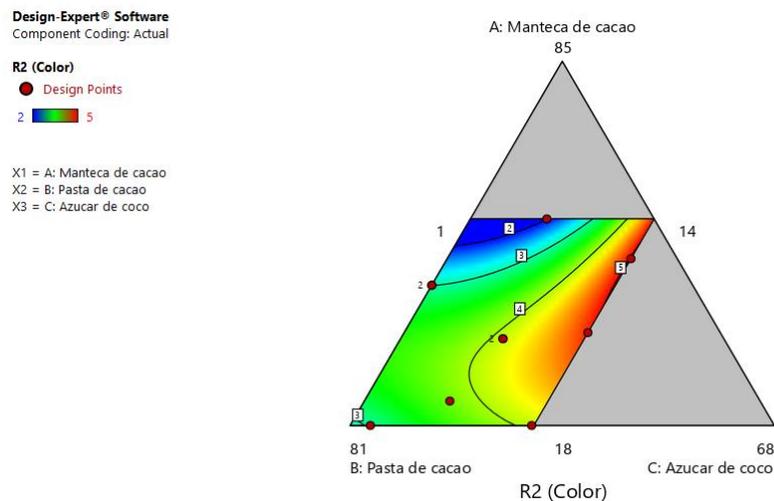
Std. Dev.	0,1497	R²	0,9917
Mean	3,70	Adjusted R ²	0,9751
C.V. %	4,05	Predicted R ²	-1,2820
		Adeq Precision	24,3664

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

Un R^2 previsto negativo implica que la media general puede predecir mejor su respuesta que el modelo actual. En algunos casos, un modelo de orden superior también puede predecir mejor.

Adeq Precision mide la relación señal/ruido. Es deseable una relación superior a 4. Su relación de 24.366 indica una señal adecuada. Este modelo se puede utilizar para navegar por el espacio de diseño.

Figura 2. Color



Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

Se determina los componentes A: Manteca de cacao, B: Pasta de cacao, C: Azúcar de coco, los puntos rojos representan el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición es representada por cada uno de los componentes.

4.5.3 Sabor

En la determinación de este parámetro se usó un modelo cúbico especial con datos que se ajustan, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 28.Anova para el parámetro sabor

Model	19,47	6	3,25	77,71	0,0022	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	17,92	2	8,96	214,48	0,0006	
AB	0,0017	1	0,0017	0,0417	0,8512	
AC	0,0843	1	0,0843	2,02	0,2506	
BC	0,5700	1	0,5700	13,65	0,0344	
ABC	0,2061	1	0,2061	4,93	0,1129	
Residual	0,1253	3	0,0418			
Lack of Fit	0,1253	1	0,1253			
Pure Error	0,0000	2	0,0000			
Cor Total	19,60	9				

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

El valor F del modelo de 77,71 implica que el modelo es significativo. Solo hay una probabilidad del 0,22 % de que se produzca un valor F tan grande debido al ruido.

Los valores de p inferiores a 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, B, C, BC son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0,1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para respaldar la jerarquía), la reducción de modelo puede mejorar su modelo.

Tabla 29.Estadística de ajuste

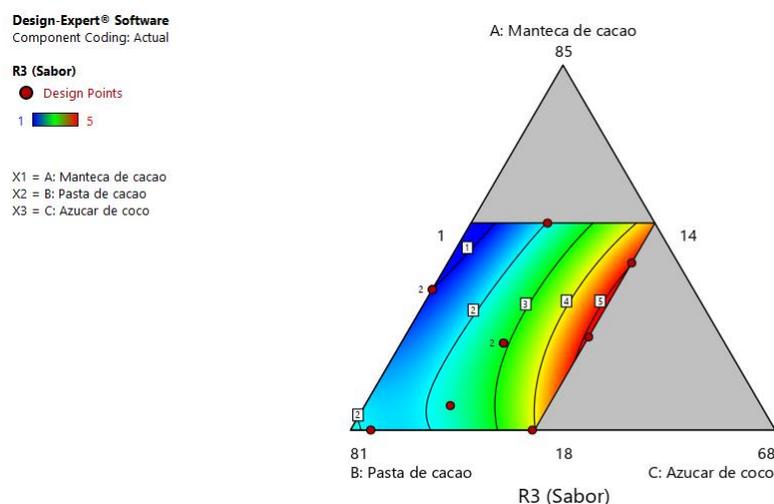
Std. Dev.	0,2044	R²	0,9936
Mean	2,80	Adjusted R ²	0,9808
C.V. %	7,30	Predicted R ²	-0,7570
		Adeq Precision	24,1974

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

Un R² previsto negativo implica que la media general puede predecir mejor su respuesta que el modelo actual. En algunos casos, un modelo de orden superior también puede predecir mejor.

Adeq Precision mide la relación señal/ruido. Es deseable una relación superior a 4. Su relación de 24.197 indica una señal adecuada. Este modelo se puede utilizar para navegar por el espacio de diseño.

Figura 3.Sabor



Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 1*.

Se determina los componentes A: Manteca de cacao, B: Pasta de cacao, C: Azúcar de coco, los puntos rojos representan el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición es representada por cada uno de los componentes.

4.5.4 Textura

En la determinación de este parámetro se usó un modelo cúbico especial con datos que se ajustan, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 30.Anova para el parámetro textura

Model	10,09	6	1,68	346,96	0,0002	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	1,03	2	0,5162	106,55	0,0016	
AB	9,365E-06	1	9,365E-06	0,0019	0,9677	
AC	2,11	1	2,11	435,80	0,0002	
BC	3,15	1	3,15	649,50	0,0001	
ABC	4,43	1	4,43	914,03	< 0.0001	
Residual	0,0145	3	0,0048			
Lack of Fit	0,0145	1	0,0145			
Pure Error	0,0000	2	0,0000			
Cor Total	10,10	9				

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

El valor F del modelo de 346,96 implica que el modelo es significativo. Solo hay una probabilidad del 0,02 % de que se produzca un valor F tan grande debido al ruido.

Los valores de p inferiores a 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, A, B, C, AC, BC, ABC son términos significativos del modelo. Los valores superiores a 0,1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para respaldar la jerarquía), la reducción del modelo puede mejorar su modelo.

Tabla 31. Estadística para el ajuste

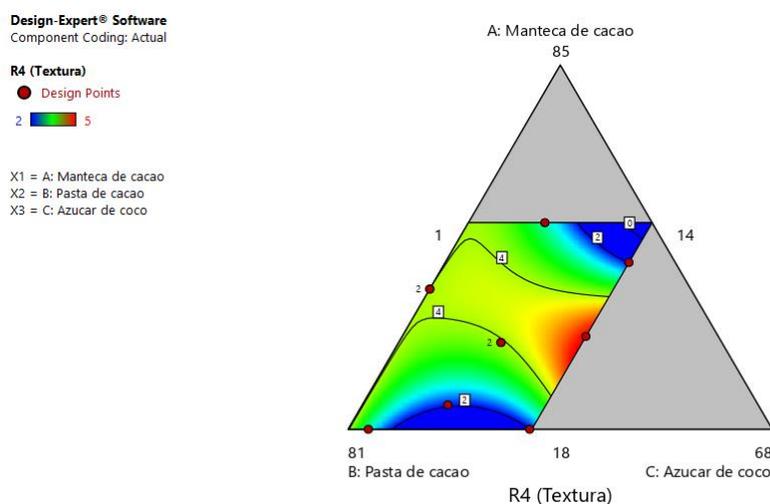
Std. Dev.	0,0696	R²	0,9986
Mean	3,30	Adjusted R²	0,9957
C.V. %	2,11	Predicted R²	0,6045
		Adeq Precision	52,8898

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

El R² previsto de 0,6045 no está tan cerca del R² ajustado de 0,9957 como cabría esperar normalmente; es decir, la diferencia es más de 0,2. Esto puede indicar un efecto de bloque grande o un posible problema con su modelo y/o datos. Las cosas a considerar son la reducción del modelo, la transformación de la respuesta, los valores atípicos, etc. Todos los modelos empíricos deben probarse mediante ejecuciones de confirmación.

Adeq Precision mide la relación señal/ruido. Es deseable una relación superior a 4. Su relación de 52.890 indica una señal adecuada. Este modelo se puede utilizar para navegar por el espacio de diseño.

Figura 4. Textura



Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

Se determina los componentes A: Manteca de cacao, B: Pasta de cacao, C: Azúcar de coco, los puntos rojos representan el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición es representada por cada uno de los componentes.

4.5.5 Retrogusto

En la determinación de este parámetro se usó un modelo cuadrático con datos que se ajustan, obteniendo los siguientes valores:

Tabla 32.Anova para el parámetro retrogusto

Model	1,04	5	0,2076	9,58	0,0240	significant
⁽¹⁾ Linear Mixture	0,9150	2	0,4575	21,12	0,0075	
AB	0,1055	1	0,1055	4,87	0,0920	
AC	0,0084	1	0,0084	0,3886	0,5668	
BC	8,130E-06	1	8,130E-06	0,0004	0,9855	
Residual	0,0867	4	0,0217			
Lack of Fit	0,0867	2	0,0433			
Pure Error	0,0000	2	0,0000			
Cor Total	1,12	9				

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

El valor F del modelo de 9,58 implica que el modelo es significativo. Solo hay un 2,40 % de posibilidades de que se produzca un valor F tan grande debido al ruido.

Los valores de p inferiores a 0,0500 indican que los términos del modelo son significativos. En este caso, B es un término modelo significativo. Los valores superiores a 0,1000 indican que los términos del modelo no son significativos. Si hay muchos términos de modelo insignificantes (sin contar los necesarios para respaldar la jerarquía), la reducción de modelo puede mejorar su modelo.

Tabla 33.Estadística de ajuste

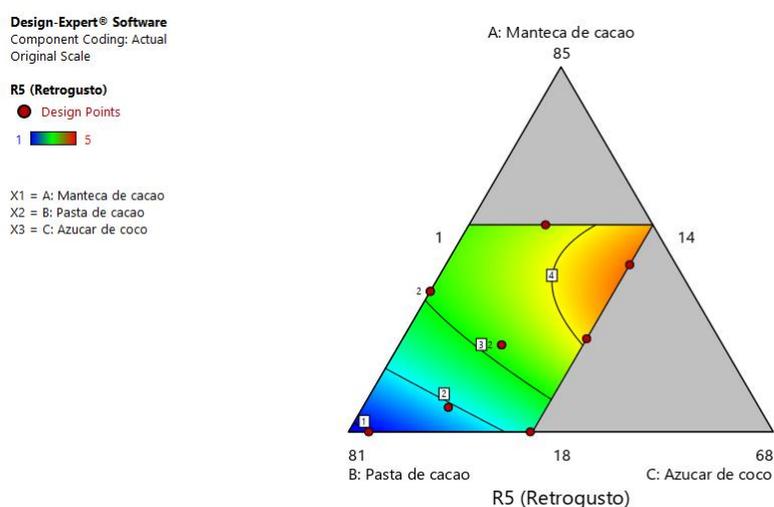
Std. Dev.	0,1472	R²	0,9230
Mean	1,70	Adjusted R ²	0,8267
C.V. %	8,66	Predicted R ²	-1,0755
		Adeq Precision	10,1678

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert* 11.

Un R^2 previsto negativo implica que la media general puede predecir mejor su respuesta que el modelo actual. En algunos casos, un modelo de orden superior también puede predecir mejor.

Adeq Precision mide la relación señal/ruido. Es deseable una relación superior a 4. Su relación de 10.168 indica una señal adecuada. Este modelo se puede utilizar para navegar por el espacio de diseño.

Figura 5.Retrogusto



Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

Se determina los componentes A: Manteca de cacao, B: Pasta de cacao, C: Azúcar de coco, los puntos rojos representan el valor con mayor relevancia en la gráfica, su posición es representada por cada uno de los componentes.

4.6 Soluciones

Los análisis de varianza que se obtuvieron en las tablas antes expuestas, se ingresaron al programa Design expert 11, donde generó 83 posibles soluciones, escogiendo la solución 45 como la más óptima para el proyecto, con un valor de deseabilidad de 100 % con porcentajes de Manteca de cacao (A): 35.079 %, Pasta de cacao (B): 35.641 %, Azúcar de coco (C): 29.280 %. En la tabla 34 se presenta la solución obtenida por el programa estadístico.

A continuación, en la Tabla 34 se presentan las 83 soluciones arrojadas durante la optimización de los resultados.

Tabla 34. 83 soluciones arrojadas por el programa Desgin expert 11

Number	Manteca de cacao	Pasta de cacao	Azucar de coco	R1	R2	R3	R4	R5
1	38,898	41,602	19,500	3,097	4,102	3,286	4,254	3,705
2	33,974	48,876	17,150	3,167	4,089	2,878	3,958	3,216
3	43,792	55,208	1,000	1,970	2,993	1,010	4,003	3,064
4	56,000	30,933	13,067	2,118	1,979	2,029	3,010	3,694
5	18,000	77,814	4,186	3,088	3,047	1,936	2,978	0,941
6	18,000	52,335	29,665	4,704	4,064	3,912	1,970	2,218
7	22,501	63,011	14,489	3,500	3,822	2,243	2,083	1,897
8	48,683	21,317	30,000	3,293	5,031	4,957	1,985	4,533
9	27,088	47,173	25,739	3,996	4,410	3,966	3,852	3,062
10	49,419	24,037	26,544	3,063	4,460	4,308	2,292	4,361
11	20,371	77,948	1,681	2,853	3,146	1,957	3,841	1,075
12	37,551	59,818	2,631	2,259	3,503	1,364	3,994	2,749
13	41,868	33,990	24,142	3,240	4,391	4,067	4,155	4,110
14	31,023	67,835	1,142	2,419	3,644	1,528	4,015	2,118
15	31,315	58,410	10,275	2,889	3,861	2,064	3,554	2,602
16	43,779	42,356	13,865	2,597	3,465	2,447	4,106	3,657
17	51,404	45,525	3,071	1,817	1,999	0,950	4,020	3,373
18	23,688	68,708	7,604	3,048	3,623	1,883	2,854	1,682
19	18,005	80,988	1,008	2,910	2,864	2,091	4,048	0,821
20	49,537	34,046	16,417	2,513	3,158	2,701	3,542	3,902
21	46,874	38,836	14,290	2,503	3,228	2,458	3,942	3,771
22	32,603	65,363	2,034	2,407	3,652	1,500	3,954	2,307
23	20,628	58,228	21,144	4,002	3,969	2,819	1,685	2,041
24	32,200	47,329	20,471	3,437	4,260	3,319	3,997	3,251
25	34,258	38,057	27,685	3,788	4,701	4,653	4,809	3,862
26	35,114	63,790	1,096	2,270	3,587	1,359	4,017	2,482
27	36,022	39,601	24,378	3,505	4,485	4,070	4,511	3,794
28	27,788	54,235	17,977	3,479	4,113	2,815	3,209	2,672
29	52,965	34,711	12,324	2,187	2,348	2,036	3,514	3,724
30	36,856	40,851	22,293	3,344	4,336	3,720	4,378	3,730
31	48,853	49,721	1,426	1,825	2,357	0,862	4,005	3,268
32	32,582	40,369	27,049	3,825	4,626	4,475	4,688	3,683
33	32,798	55,351	11,851	2,916	3,896	2,223	3,696	2,822
34	25,989	72,601	1,410	2,620	3,525	1,737	3,963	1,633

35	18,847	75,244	5,909	3,151	3,219	1,883	2,585	1,095
36	37,221	45,499	17,280	3,040	4,021	2,940	4,154	3,474
37	28,386	64,274	7,340	2,844	3,764	1,854	3,380	2,162
38	31,555	53,685	14,760	3,130	4,014	2,528	3,623	2,866
39	45,253	49,687	5,060	2,108	2,912	1,356	4,084	3,307
40	42,169	48,797	9,034	2,410	3,347	1,861	4,109	3,350
41	23,897	55,048	21,055	3,844	4,116	3,027	2,593	2,420
42	34,572	60,833	4,596	2,464	3,657	1,587	3,887	2,605
43	54,671	26,858	18,471	2,428	2,861	2,817	2,282	3,927
44	22,069	63,986	13,944	3,486	3,781	2,185	2,008	1,820
45	35.079	35.641	29.280	3.851	4.835	4.997	4.971	4.023
46	39,786	58,162	2,052	2,153	3,357	1,245	4,015	2,880
47	52,505	21,457	26,038	2,910	4,247	4,068	1,277	4,289
48	43,783	28,257	27,960	3,382	4,775	4,745	3,741	4,381
49	21,076	52,434	26,490	4,333	4,167	3,651	2,456	2,409
50	26,222	71,379	2,400	2,663	3,564	1,733	3,799	1,702
51	38,804	52,577	8,619	2,512	3,568	1,864	4,031	3,130
52	30,659	56,782	12,558	3,042	3,939	2,275	3,479	2,661
53	42,720	41,008	16,272	2,765	3,700	2,795	4,125	3,732
54	21,952	54,240	23,808	4,112	4,126	3,290	2,341	2,354
55	52,820	31,379	15,801	2,362	2,732	2,513	3,117	3,862
56	25,356	60,965	13,679	3,328	3,902	2,271	2,683	2,172
57	24,088	65,757	10,155	3,177	3,733	1,995	2,641	1,851
58	28,739	66,696	4,565	2,681	3,694	1,717	3,629	2,060
59	21,372	55,202	23,426	4,115	4,084	3,187	2,122	2,262
60	21,536	71,897	6,567	3,077	3,459	1,866	2,757	1,404
61	29,893	41,925	28,182	4,022	4,619	4,584	4,641	3,507
62	33,515	49,967	16,518	3,149	4,067	2,784	3,890	3,141
63	55,847	21,628	22,524	2,592	3,395	3,336	0,933	4,041
64	44,668	47,443	7,889	2,264	3,073	1,683	4,109	3,410
65	25,802	51,922	22,277	3,834	4,229	3,317	3,153	2,708
66	36,073	47,214	16,713	3,055	4,025	2,848	4,082	3,359
67	26,722	49,199	24,079	3,906	4,329	3,658	3,553	2,919
68	38,447	49,023	12,531	2,731	3,737	2,311	4,072	3,305
69	19,983	62,208	17,809	3,818	3,815	2,407	1,376	1,783
70	18,457	57,441	24,102	4,300	3,941	3,035	1,213	1,946
71	18,392	79,869	1,740	2,935	2,950	2,032	3,790	0,885
72	25,963	63,899	10,138	3,098	3,798	2,017	2,921	2,052
73	40,145	31,988	27,867	3,535	4,776	4,766	4,419	4,244
74	36,675	50,430	12,895	2,819	3,830	2,356	4,000	3,198
75	50,879	27,809	21,312	2,718	3,617	3,394	2,706	4,113

76	52,093	28,938	18,969	2,549	3,200	2,994	2,790	3,999
77	20,328	70,581	9,091	3,273	3,485	1,904	2,152	1,391
78	55,738	14,726	29,536	2,974	4,819	4,395	1,335	4,314
79	19,564	76,768	3,669	2,995	3,171	1,917	3,240	1,075
80	21,461	67,610	10,929	3,333	3,632	1,988	2,113	1,601
81	21,308	51,461	27,231	4,371	4,203	3,801	2,658	2,483
82	55,438	41,971	2,591	1,671	1,244	0,760	3,970	3,349
83	30,956	61,764	7,279	2,740	3,778	1,830	3,598	2,412

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

En la Tabla 35 se expone la solución óptima presentada por el programa.

Tabla 35. Solución presentada por el programa

Numbe r	A	B	C	R1	R2	R3	R4	R5	Desirabilit y
45	35.07 9	35.64 1	29.28 0	3.85 1	4.83 5	4.99 7	4.97 1	4.02 3	1.000

Fuente: Software Estadístico *Desing Expert 11*.

Esta formulación fué la escogida por el programa, ya que obtuvo los mejores resultados en el análisis sensorial que se realizó tanto en olor, color, sabor, textura y retrogusto.

4.6.1 Análisis sensorial

El programa estadístico Design expert 11 arrojó el tratamiento idóneo, este resultado se pudo obtener gracias a los datos que se recolectó del panel de degustación los mismo que fueron ingresados al programa estadístico.

Se elaboró 3 muestras de 200 g de la formulación idónea para proceder hacerle los respectivos análisis sensoriales, químicos y microbiológicos.

A continuación, se redacta los resultados del análisis sensorial realizado a la muestra:

Esta tuvo un olor característico a cacao por las altas concentraciones de materia prima en la formulación, el azúcar de coco no influyó en el olor de la muestra. El color fue café oscuro característico del cacao. La textura fue la correcta puesto que los porcentajes de pasta de cacao y manteca de cacao fueron los óptimos para obtener una textura lisa y crocante. El chocolate tuvo un

sabor predominante a cacao, el amargor característico del cacao se contrarestó con el porcentaje de azúcar de coco, obteniendo un sabor equilibrado en la muestra. El retrogusto tuvo un equilibrio entre el dulce del azúcar de coco y el amargor, ácido del chocolate, obteniendo un resultado agradable al gusto.

4.6.2 Análisis químico

Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL.

4.6.2.1 Cenizas

El resultado que se obtuvo del análisis de cenizas totales que se le realizó a la formulación idónea expuesta por el programa Design expert 11 fue de 3.2 %.

4.6.2.2 Humedad

El nivel de humedad que obtuvo el tratamiento idóneo enviado al laboratorio fue de 4.1 %.

4.6.2.3 Grasa

A continuación, se establecen los valores que se obtuvieron del análisis de materia grasa a la formulación idónea realizada en laboratorio, arrojando un valor de 22.30 %.

4.6.3 Análisis microbiológico

A continuación, se va a detallar cada resultado obtenido a partir del análisis microbiológico que se le realizó a la formulación idónea para la elaboración de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco.

Los resultados expuestos de cada análisis se encuentran dentro de la normativa NTE INEN 621:2010 para Chocolates. Requisitos, por lo tanto cumplen con los parámetros permitidos para calificar calidad de producto.

Estos análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos y Ambiente PROTAL.

4.6.3.1 Salmonella spp

En la Tabla 36 se presentaron los resultados de salmonella spp realizados a la muestra en laboratorio PROTAL.

Tabla 36.Resultados análisis microbiológicos, salmonella spp

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	NTE INEN 621:2010	
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	0

Elaborado por: El Autor.

4.6.3.2 Levaduras y Mohos

En la Tabla 37 se presentaron los resultados de levaduras y mohos realizados a la muestra en laboratorio PROTAL.

Tabla 37.Resultados análisis microbiológicos, levaduras y mohos

Ensayo realizados	Unidad	Resultado	NTE INEN 621:2010	
Levaduras y mohos	UFC/g	1.0×10^2	m 1.0×10^2	M 1.0×10^3

Elaborado por: El Autor.

4.6.3.3 Aerobios mesófilos

En la Tabla 38 se presentaron los resultados de aerobios mesófilos realizados a la muestra en laboratorio PROTAL.

Tabla 38.Resultados análisis microbiológicos, aerobios mesófilos

Ensayo realizados	Unidad	Resultado	NTE INEN 621:2010	
Aerobios mesófilos	UFC/g	3.2×10^4	m 2.0×10^4	M 5.0×10^4

Elaborado por: El Autor.

4.6.3.4 Coliformes totales

En la Tabla 39 se presentaron los resultados de coliformes totales realizados a la muestra en laboratorio PROTAL.

Tabla 39.Resultados análisis microbiológicos, coliformes totales

Ensayo realizados	Unidad	Resultado	NTE INEN 621:2010	
--------------------------	---------------	------------------	--------------------------	--

Coliformes totales	UFC/g	1.0×10^2	m	M
			0	1.0×10^2

Elaborado por: El Autor.

4.7 Análisis Costo / Beneficio

4.7.1 Costo unitario y de producción

Una vez que se obtuvo el tratamiento idóneo para la elaboración del producto, se planteó el desarrollo de un costeo de producción que permitió determinar el valor total del proyecto. Se calcula que por cada kilo de manteca de cacao, pasta de cacao y azúcar de coco se obtenga aproximadamente 30 barras de 100 gramos de chocolate negro endulzado con azúcar de coco.

Tabla 40. Precio por kilo al por menor de materia prima utilizada para la elaboración del producto

Materia Prima	Precio por Kilo
Manteca de cacao	16.00
Pasta de cacao	10.00
Azúcar de coco	11.00

Elaborado por: El Autor.

Tabla 41. Costo unitario para elaboración de 100 gramos de barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco

Materia Prima	Costo (100 gramos)
Manteca de cacao	0.56
Pasta de cacao	0.35
Azúcar de coco	0.33
Total	1.24

Elaborado por: El Autor.

Se realizó una proyección a mediano y largo plazo de producir 500 kg mensuales de producto final, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula para el cálculo de costo de producción.

El costo unitario para producir 100 gramos tomando en cuenta el precio al por menor de la materia prima es de \$1.24.

Para producir los 500 kilogramos mensuales que se estimó para este proyecto se va a necesitar \$6200, a parte se le debe de agregar el salario mínimo requerido de \$425.

$$CP = (Mp + Md + Gp)$$

Dónde:

CP: Costo de producción

Mp: Materia prima

Md: Mano de obra

$$Mp = \$6200$$

$$Md = \$425$$

Resultando en,

$$CP = \$6200 + \$425$$

$$CP = \$6625$$

Mensualmente se va a tener costos de \$6625 para producir 500 kg de chocolate negro endulzado con azúcar de coco.

Estas barras de chocolate se las pretende comercializar en presentaciones de 100 gramos, dando como resultado la producción, distribución y venta de 5000 barras de chocolate negro endulzada con azúcar de coco mensualmente.

Una vez establecidos los costos unitarios, se pudo determinar el PVP precio de venta al público. Para calcular el PVP se debió establecer que margen de ganancia se quiere obtener, en este caso fue de 40% de utilidad.

$$PVP = costo * (100 / 100 - utilidad)$$

$$PVP = 1.325 * (100 / 100 - 40)$$

$$PVP = \$ 2.2$$

La utilidad por cada barra de chocolate vendida será de \$0.87, se pretende producir 5000 barras mensuales obteniendo una utilidad total mensual de \$4350. Anualmente se producirá 60000 barras de chocolate, con un costo de \$79500 y una utilidad de \$52200.

4.7.2 Costo beneficio

Si el beneficio costo es mayor a 1 se demuestra que existe ganancias, si el beneficio costo es igual a 1 no existen ganancias y, si el beneficio costo es menor a 1 los costos son mayores a las ganancias por lo que no se lo debe considerar al proyecto (Mora, 2019).

Tabla 42.Beneficio costo

Detalle	Costo USD
Materia prima	1.24
Mano de obra directa	0.085
Total de costo unitario	1.325
Margen de utilidad 40 %	0.87
Precio de venta al publico	2.20
Costo beneficio	1.66

Fuente: Mora (2019).

Para poder calcular el costo beneficio del proyecto y poder analizar su rentabilidad se debe de dividir el precio de venta al público calculado para el costo unitario del mismo, resultando en 1.66 superior a 1 (Mora, 2019)

5 DISCUSIÓN

Una vez que el programa estadístico Design expert 11 arrojó la formulación idónea para la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco, se elaboró varias muestras de 200 gramos cada uno. Se les realizaron análisis sensoriales, químicos y microbiológicos, para con ellos poder tener datos reales de si la formulación cumple con todas las características sensoriales y se encuentre dentro del rango establecido por la norma para este producto.

Según los aportes de Bará y Hernández (2014) en su trabajo Elaboración de azúcar a partir del néctar de las flores de coco (*Cocos nucifera* L.) dice que el azúcar de coco cumple las mismas características y funciona como reemplazo natural del azúcar de caña, además el azúcar de coco tiene un bajo índice glucémico por lo que lo convierte en un producto que pueden consumir las personas que sufren de diabetes. En la presente investigación se comprobó que el azúcar de coco se la puede usar como endulzante para este chocolate negro, logrando obtener un producto atractivo a la vista del consumidor por sus características saludables en comparación a un chocolate endulzado con azúcar de caña.

Villegas (2018) en su trabajo Elaboración de una barra de chocolate endulzado con componentes de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para confites “El Salinerito” presenta como formulación base para la barra de chocolate el siguiente tratamiento: Pasta de cacao 60 %, Manteca de cacao 10 % y componentes de Jícama 30 %. En la presente investigación, se tomó en consideración los requisitos establecidos por la norma para colocar las restricciones en el programa estadístico Design expert 11 y de esa manera obtener la formulación idónea con un 35.079 % de Manteca de cacao, 35.641 % de Pasta de cacao y un 29.280 % de Azúcar de coco.

Vinces (2019) en su trabajo Efecto de la sustitución parcial de manteca de cacao por extracto concentrado de yacón y de la adición de lecitina de soya en el color, viscosidad, firmeza y aceptabilidad general en una cobertura de chocolate expresa que el color es un factor importante que ayuda a una buena

aparición en el chocolate. La cantidad de cacao dentro de la formulación afecta directamente el color del chocolate, a mayor porcentaje de cacao mejor estabilidad en el color. En la presente investigación se desarrolló la barra de chocolate con un porcentaje del 70% entre manteca de cacao y pasta de cacao, por lo que la estabilidad en el color es el óptimo para un chocolate de la mejor calidad.

Ruiz (2016) en su investigación Barras de chocolate negro con la adición de nibs de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 como un extensor alimenticio nombra que en los análisis sensoriales realizados a los tratamientos obtuvo que el sabor fue amargo. A diferencia que en la presente investigación los resultados que se obtuvieron fueron que el amargor característico del licor de cacao o pasta de cacao se contrarestabá con el dulce del azúcar de coco, resultando en un sabor agradable.

Villegas (2018) con Elaboración de una barra de chocolate endulzado con componentes de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para confites “El Salinerito” demuestra que el porcentaje de humedad para el chocolate con jícama es de 1.2 %. En la presente investigación, el resultado que se obtuvo del análisis de humedad de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco es de 4.1 %. Según Ruiz (2016) dice que el porcentaje promedio de humedad para el chocolate negro es del 2.05 %, siendo menor el obtenido por nosotros, pero se encuentra dentro del rango permitido por la normativa NTE INEN 176:2006 con un porcentaje máximo de humedad del 7%.

En la presente investigación se obtuvo el porcentaje de cenizas totales de la barra de chocolate negra endulzado con azúcar de coco, el mismo que resultó con un 3.2 %. Ruiz (2016) dice en su trabajo Barras de chocolate negro con la adición de nibs de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 como un extensor alimenticio que el componente de cenizas totales para el chocolate negro aproximadamente puede ser 2.6 % y 4.42 %. El tratamiento cumple con los rangos aproximados establecidos.

Ruiz (2016) señala en su trabajo Barras de chocolate negro con la adición de nibs de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN51 como un extensor alimenticio que el porcentaje aproximado de grasa vegetal es del 30 % para el chocolate

negro. En la presente investigación se obtuvo el resultado del análisis de materia grasa de la muestra con un porcentaje del 22.30 % de materia grasa, por lo que se encuentra dentro del rango permitido por la norma INEN 621.

6 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones

Se estableció la metodología para la obtención de la barra de chocolate negro y el azúcar de coco.

Se logró establecer que el mejor tratamiento para la elaboración de la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco fue el tratamiento de solución que arrojó el programa estadístico design expert 11.

Se determinó las características físicas, químicas y microbiológicas de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco según la normativa NTE INEN 621:2010, obteniendo que los resultados de los análisis realizados a la formulación idónea, sí cumple con lo establecido.

Se estableció el costo – beneficio de elaborar la barra de chocolate negro endulzada con azúcar de coco.

Se determinó que el azúcar de coco es una alternativa viable como endulzante para la elaboración de una barra de chocolate, porque cumple con los requisitos establecidos por la norma NTE INEN 621:2010.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda motivar los cultivos de palma cocotera en el Ecuador con el objetivo de aumentar la extracción del néctar de la savia de coco para la producción del azúcar de coco, ya que este endulzante es natural y con un índice glucémico bajo ideal para personas con diabetes.

Se recomienda que durante el proceso de elaboración del chocolate se debe de mantener las temperaturas adecuadas de fundición y templado para que el producto final tenga la textura óptima que necesita un producto de calidad.

Se sugiere que el porcentaje de azúcar de coco sea mínimo de un 25% para que la barra de chocolate tenga el dulce adecuado con el que pueda contrarrestar el amargor característico de la pasta de cacao o licor de cacao.

7 Referencias

- Aguilera, A. (2017). El costo-beneficio como herramienta de decisión en la inversión en actividades científicas. *Cofin Habana*, 11 (2). Recuperado de: https://redib.org/Record/oai_articulo1393592-el-costo-beneficio-como-herramienta-de-decisi%C3%B3n-en-la-inversi%C3%B3n-en-actividades-cient%C3%ADficas-cost-benefits-a-decision-tool-investment-scientific-activities
- Alvarado, P. (2020). El cacao ecuatoriano conquista mercados en la pandemia. *El Comercio*. Recuperado de: <https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/cacao-ecuatoriano-conquista-mercados-pandemia.html>
- Anecacao. (2015). Cacao nacional. Anecacao. Recuperado de: <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/cacao-nacional.html>
- Apraez, M. (2017). Proyecto de factibilidad para la implementación de una microempresa productora y comercializadora de azúcar de coco, en el cantón Quinindé, provincia de Esmeraldas, para el año 2016. Universidad Nacional de Loja. Recuperado de: <http://dspace.unl.edu.ec/jspui/handle/123456789/19330>
- Arias, H., & Rojas, P. (2019). Análisis de costo beneficio de las unidades productoras de leche del municipio de Ciénega, Boyacá. Universidad Santo Tomas Seccional Tunja. Recuperado de: <http://hdl.handle.net/11634/19516>
- Aulestia, C. (2013). Desarrollo de una formulación de cobertura de chocolate con esencia de naranja para helado soft. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/1865>
- Azabache, C. (2020). Estudio estratégico para una planta de producción y comercialización de azúcar de coco en Lima Metropolitana. Pontificia Universidad Católica del Perú. Recuperado de:

<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/17040>

Bará, K., & Hernández, J. (2014). Elaboración de azúcar de partir del néctar de las flores de coco (*Cocos nucifera* L.). Universidad Dr. José Matías Delgado. Recuperado de:

<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESTS/04/ALI/0002143-ADTESBE.pdf>

Benavides, W., & López, C. (2018). Plan de negocio para la exportación de chocolate orgánico endulzado con panela pulverizada orgánica hacia el mercado de Colombia para el año 2018. Universidad Señor de Sipán. Recuperado de: <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5402>

CAOBISCO, ECA, & Beans, F. C. (2015). Cacao en Grano: Requisitos de calidad de la industria del chocolate y del cacao. *CAOBISCO ECA FCC*, 12. Recuperado de: https://cocoaquality.eu/data/Cacao en Grano Requisitos de Calidad de la Industria Apr 2016_es.pdf

Carbajal, L. (2019). Determinación de las características fisicoquímicas de una conserva a base de yacon (*smallanthus sonchifolius*) enriquecido con almíbar de pitahaya (*selenicereus megalanthus*) y azúcar de coco (*cocos nucifera*). Universidad César Vallejo. Recuperado de: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/72300>

Chocolateras. (2020). De grano a barra : Cómo se hace el chocolate. Recuperado de: chocolateras.com

Codex, A. (2016). Norma para el chocolate y los productos del chocolate CODEX STAN 87-1981. FAO. Recuperado de: https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B87-1981%252FCXS_087s.pdf

De la Cruz, A., Gutiérrez, F., Hidalgo, G., & Rojas, D. (2018). Diseño de una línea de producción de chocolate para la empresa norandino. Universidad de Piura. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3828/PYT_Informe_Fin

al_Proyecto_CHOCOLATE.pdf?sequence=1

EcuRed. (2022). Cocotero. EcuRed, . Recuperado de:

<https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Cocotero&id=4106707>

EcuRed. (2021). Chocolate. EcuRed, . Recuperado de:

<https://www.ecured.cu/index.php?title=Especial:Citar&page=Chocolate&id=3897032>

Escoto, M. (2014). Desarrollo de una barra de chocolate oscuro evaluando dos edulcorantes en tres concentraciones. Zamorano. Recuperado de:

<http://hdl.handle.net/11036/3350>

FAO. (2019). El hambre y la obesidad coexisten en Ecuador. Recuperado de:

<https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/es/c/1238711/>

Food, A. super. (2014). Azúcar de coco. Super Alimentos Mundo Arcoiris.

Recuperado de:

<https://superalimentosmundoarcoiris.wordpress.com/2014/12/15/azucar-de-coco/>

García, G. (2020). Cacao, un alimento de alto valor nutricional. The Food Tech.

Recuperado de: [https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/cacao-un-alimento-de-alto-valor-](https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/cacao-un-alimento-de-alto-valor-nutricional/#:~:text=Aporte%20nutrimental,antioxidantes%20y%20agua%20C%20entre%20otros.)

[nutricional/#:~:text=Aporte%20nutrimental,antioxidantes%20y%20agua%20C%20entre%20otros.](https://thefoodtech.com/nutricion-y-salud/cacao-un-alimento-de-alto-valor-nutricional/#:~:text=Aporte%20nutrimental,antioxidantes%20y%20agua%20C%20entre%20otros.)

Google, E. (2021). Ubicación de Universidad Católica de Santiago de

Guayaquil. Google Earth.

Granados, S., & López, R. (2002). Manejo de la palma de coco (*Cocos nucifera* L.) en México. *Revista Chapingo*, 8 (1). Recuperado de:

<https://www.redalyc.org/pdf/629/62980105.pdf>

Graziani, L., Ortiz, L., Angulo, J., & Parra, P. (2002). Características físicas del fruto de cacao tipos criollo, forastero y trinitario de la localidad de

cumboto, Venezuela. *Agronomía Tropical*. 52 (3). Recuperado de:

<https://agris.fao.org/agris-search/search.do?recordID=BR2021X00195>

- Guerrero, D., Girón, C., Madrid, A., Mogollón, C., Quiroz, C., & Villena, D. (2012). Diseño de la línea de producción de chocolate orgánico. Universidad de Piura. Recuperado de: https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/3828/PYT_Informe_Final_Proyecto_CHOCOLATE.pdf?sequence=1
- INEN. (2010). Chocolates. Requisitos. *Instituto Ecuatoriano de Normalización*, 5. Recuperado de: <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/621.pdf>
- Jácome, W. (2015). Diseño de una planta de elaboración de chocolate negro y chocolate con leche a partir de licor de cacao. Escuela Politécnica Nacional. Recuperado de: <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/12608>
- Lizano, M. (2000). Guía técnica del cultivo del coco. *IICA*, 12. Recuperado de: <http://repiica.iica.int/docs/B0221e/B0221e.html>
- Lucas, F. (2021). El tueste de los granos de cacao y el chocolate. Chocolate Gueysh SL.
- Mixan, E. (2014). Experiencia profesional adquirida en la empresa NEGUSA CORP S.A - Lima, en el area de control de calidad para la elaboración de chocolate. Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Recuperado de: <https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/handle/20.500.12737/3669>
- Montes, M. (2016). Efectos del fósforo y azufre sobre el rendimiento de mazorcas, en una plantación de cacao (*Theobroma cacao* L.) CCN-51, en la zona de Babahoyo. Universidad Técnica de Babahoyo. Recuperado de: <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/3358>
- Mora, A. (2019). Desarrollo de una bebida energética a base de guayusa (*Ilex guayusa* Loes.), con la inclusión de maracuyá (*Passiflora edulis* Sims.) y miel de abeja. Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/13330>
- Quingaísa, E., & Riveros, H. (2007). Estudio de caso: Denominación de origen "Cacao Arriba." *FAO*, 70. Recuperado de: <https://www.fao.org/fileadmin/templates/olq/documents/Santiago/Document>

os/Estudios de caso/Cacao_Ecuador.pdf

- Reyes, S. (2016). El chocolate nacional, con cifras a favor. Revista Lideres. Recuperado de: <https://www.revistalideres.ec/lideres/chocolatenacional-cifras-produccion-consumo.html#:~:text=El%20consumo%20de%20chocolate%20en,la%20firma%20investigadora%20Euromonitor%20International>.
- Ruiz, U. (2016). Barras de chocolate negro con la adición de nibs de cacao (*Theobroma cacao* L.) ccn51 como un extensor alimenticio. Universidad técnica estatal de Quevedo. Recuperado de: <https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/1851>
- Sánchez, V. (2007). Caracterización organoléptica del cacao (*Theobroma cacao* L.), para la selección de árboles con perfiles de sabor de interés comercial. Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Recuperado de: <https://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/3446>
- SELM, G. (2020). Máquinas para la producción y fabricación de chocolate BEAN to BAR. SELMI CHOCOLATE MACHINERY. Recuperado de: <https://beantobarchocolatemachines.com/ES/>
- Tamayo, G. (2015). Estudio de las propiedades físico-químicas y sensoriales del chocolate *a partir de cacao fino de aroma con diferentes tiempos de fermentación*. Universidad Tecnológica Equinoccial. Recuperado de: <http://repositorio.ute.edu.ec/handle/123456789/14279>
- Valencia, R. (2021). Desarrollo de una barra de chocolate corriente endulzada a base de tomatillo de Galápagos (*Solanum cheesmaniae*). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Recuperado de: <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/16138>
- Vásquez, R. (2016). Análisis coste/beneficio. Economipedia. Recuperado de: <https://economipedia.com/definiciones/analisis-costebeneficio.html>
- Villegas, M. (2018). Elaboración de una barra de chocolate endulzado con componentes de jícama (*Smallanthus sonchifolius*) para confites “El Salinerito.” Universidad Técnica de Ambato. Recuperado de: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/27563>

Vinces, S. (2019). Efecto de la sustitución parcial de manteca de cacao por extracto concentrado de yacón y de la adición de lecitina de soya en el color, viscosidad, firmeza y aceptabilidad general en una cobertura de chocolate. Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de: <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/5748>

ANEXOS

Materia prima utilizada en la elaboración del producto

Anexo 1. Azúcar de coco



Anexo 2. Manteca de cacao



Anexo 3. Pasta de cacao



Proceso de elaboración de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco

Anexo 4. Fundido de materia prima



Anexo 5. Mezclado



Anexo 6. Templado



Anexo 7.Enfriado



Anexo 8.Refrigerado



Tratamientos obtenidos del programa estadístico Design expert 11

Anexo 9. Tratamiento 2 para la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco

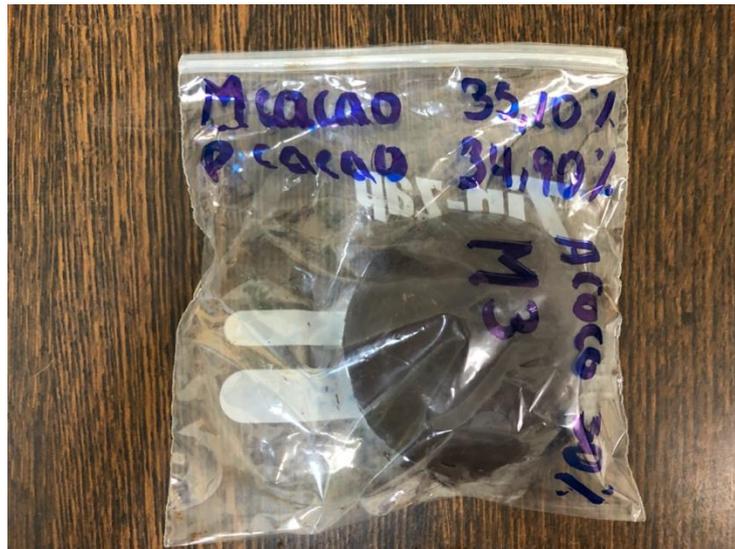


Muestras de la formulación idónea obtenida por Design expert 11 que se enviaron a laboratorio para su análisis químico y microbiológico

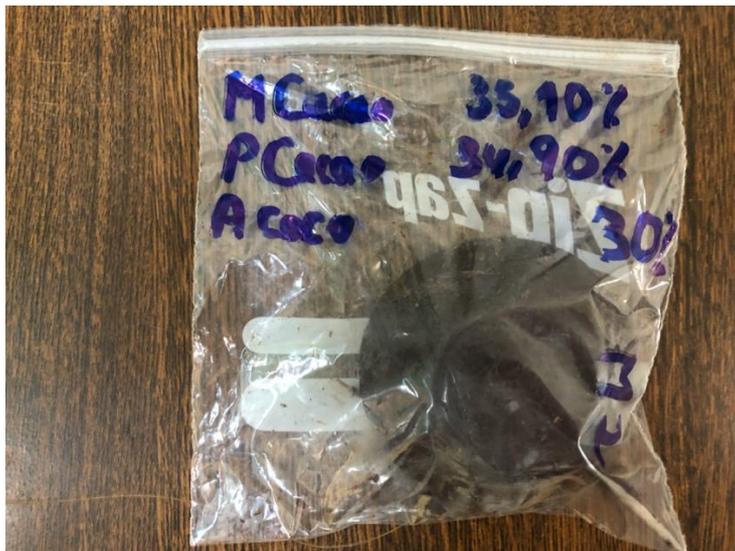
Anexo 10. 200 g de la muestra 1



Anexo 11. 200 g de la muestra 2



Anexo 12. 200 g de muestra 3



Anexo 13.Maquinaria utilizada en el proceso de elaboración de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco

Maquinaria	Características
<p>Tostadora para granos de cacao</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Especificaciones eléctricas: 400 V trifásico – 50 Hz.• Potencia: 20 Kw – 32 A – 5 polos• Capacidad máxima de carga: 6 kg• Tiempor de tostadura: 20-40 mins para granos de cacao
<p>Descascarilladora de cacao</p> 	<ul style="list-style-type: none">• Especificaciones eléctricas: 220 V monofásico 50 Hz• Potencia: 2 Kw – 16 A – 3 polos• Capacidad horaria: 50 kg
<p>Molino transformador de nibs en masa de cacao</p>	<ul style="list-style-type: none">• Especificaciones eléctricas: 220 V monofásico – 50 Hz• Potencia: 4 Kw – 16 A – 3 polos• Capacidad horaria: 35 – 40 kg



Refinador de bolas

- Especificaciones eléctricas: 400 V. Trifásico – 50 Hz
- Potencia: 4 Kw – 16 A – 5 polos
- Tiempo de refinación: 20/25 kg/h
- Capacidad de tanque: 20/25 kg
- Capacidad de refinado: menos de 20 micras



Conca 60

Conchadora para mejorar aromas del chocolate

- Especificaciones eléctricas: 220 V monofásica 50 Hz
- Potencia: 3.5 KW 16 A – 3 polos
- Capacidad de tanque: 60 kg



Tamiz para chocolate

- Especificaciones eléctricas: 400 V trifásico 50 Hz
- Potencia: 0.18 KW 0.61 A – 5 polos



- Capacidad horaria: 50 kg
- Diámetro: 390 mm

Mezclador continuo de chocolate



- Especificaciones eléctricas: 400 V trifásico 50 Hz
- Potencia: 4 KW – 16 A – 5 polos
- Capacidad: 200 kg

Templadora



Tempera 24 kg de chocolate en 15 minutos

Especificaciones eléctricas: 400 V trifásico – 50 Hz

Potencia: 1.6 KW – 16 A – 5 polos

Capacidad de tanque: 24 kg

Producción horaria: 90 kg

Unidad de refrigeración: 1100 frigories / h

Con mesa vibratoria: w. 800 mm

Fuente: SELMI (2020)

Anexo 14. Resultado de análisis en laboratorio PROTAL



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO
por el SAE con acreditación
N° SAE LEN 05 - 009



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 22-01/0058-M001

Datos del Cliente

Nombre:	GUZMAN JARAMILLO JUAN JOSÉ	Teléfono:	0993044260
Dirección:	MACHALA		

Identificación de la muestra / etiqueta

Nombre:	Barra de chocolata negro endulzado con azúcar de coco	Código muestra:	22-01/0058-M001
Marca comercial:	N/A	Lote:	N/A
Normativa de Referencia:	N/A	Fecha elaboración:	16/01/2022
Envase:	Funda ziploc	Fecha expiración:	N/A
Conservación de la muestra:	Refrigeración 0°C - 4 °C	Fecha recepción:	19/01/2022
Fecha análisis:	19/01/2022	Vida útil:	N/A
Contenido neto declarado:	N/A		
Presentaciones:	N/A		
Cond. climáticas del ensayo:	Temperatura 22.5 °C ± 2.5 °C y Humedad Relativa 55% ± 15%		

Análisis Microbiológicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Salmonella spp	Ausencia/Presencia	Ausencia	---	AOAC 21st 967.26 (ME20-PG20- PO02-7.2 M)
Aerobios mesófilos	UFC/g	3.2 x 10 ⁴	---	AOAC 21st 966.23 (ME03-PG20- PO02-7.2 M)
Coliformes totales *	UFC/g	1.0 x 10 ²	---	AOAC 21st 991.14 (ME04-PG20- PO02-7.2 M) *
Levaduras y Mohos *	UFC/g	1.0 x 10 ²	---	AOAC 21st 997.02 (ME07-PG20- PO02-7.2 M) *

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

1 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
Guayaquil - Ecuador
Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 15. Resultado de análisis en laboratorio PROTAL



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO
por el SAE con acreditación
N° SAE LEN 05 - 009



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 22-01/0058-M001

Análisis Físico - Químicos

Ensayos realizados	Unidad	Resultado	Requisitos	Métodos/Ref.
Grasa *	%	22.30	---	AOAC 21st 963.15 *
Cenizas *	%	3.2	---	AOAC 21st 972.15 *
Humedad *	%	4.1	---	AOAC 21st 931.04 *

El laboratorio descarga la responsabilidad sobre la información proporcionada por el cliente que pueda afectar a la validez de sus resultados. Los resultados emitidos aplican exclusivamente a la(s) muestra(s) recibida(s) en las condiciones entregadas por el cliente.

Las opiniones / interpretaciones / observaciones, etc. que se indican a continuación, están fuera del alcance de acreditación del SAE.

Los resultados emitidos corresponden exclusivamente a la muestra y a la información proporcionada por el cliente.

Se realizaron los parámetros microbiológicos solicitados por el cliente. Los resultados microbiológicos se encuentran registrados en el cuaderno interno de trabajo de microbiología, en la página 22-00288.

Se realizaron los parámetros bromatológicos solicitados por el cliente.

CONSIDERACIONES GENERALES	
Parámetros No Acreditados	*
Parámetros Sub-Contratados	o
En microbiología (según el método): < 1.0, < 1.1, < 1.8, < 2, < 3, y < 10	ES CONSIDERADO AUSENCIA
Conservación máxima de la muestra luego del estudio y entrega de resultados.	10 DÍAS
Plazo máximo de reimpresión de informes de resultados a partir de su emisión.	5 AÑOS
Plazo máximo de solicitud de cambios o revisiones del informe de resultados, posterior a la entrega del mismo. (La solicitud debe estar técnicamente justificada a criterio del laboratorio).	6 MESES
Validez de documento, físico o digital. (Impreso o PDF)	SÓLO CON FIRMA AUTORIZADA ORIGINAL
Reproducción total o parcial de este documento por cualquier medio sin permiso escrito de Laboratorio PROTAL.	PROHIBIDA

REGLA DE DECISIÓN PARA LA DECLARACIÓN DE CONFORMIDAD	
El laboratorio documenta la regla de decisión con el cliente antes del ingreso del ítem de ensayo y por ninguna circunstancia se podrá realizar modificaciones por supresión del valor de incertidumbre, cambio de normativa, cambio de requisitos, etc.	
Para esto se considerarán los siguientes criterios:	
CRITERIO	VALOR A DECLARAR
Para parámetros que tengan requisito máximo de cumplimiento, si el resultado de la medición más la incertidumbre expandida no supera el requisito máximo.	SI CUMPLE
Para parámetros que tengan requisito máximo de cumplimiento, si el resultado del ensayo más la incertidumbre expandida supera el requisito máximo.	NO CUMPLE
Para parámetros que tengan requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida supera el requisito mínimo.	SI CUMPLE
Para parámetros que tengan requisito mínimo de cumplimiento, si el resultado del ensayo menos la incertidumbre expandida es inferior al requisito mínimo.	NO CUMPLE

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

2 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
Guayaquil - Ecuador
Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec

Anexo 16. Resultado de análisis en laboratorio PROTAL



LABORATORIO DE ENSAYO
ACREDITADO
por el SAE con acreditación
N° SAE LEN 05 - 009



R01-PG23-PO02-7.8

Informe: 22-01/0058-M001

Guayaquil, 31 de Enero del 2022

Firmado Digitalmente por
Dra. Gloria Bajaña Jurado de Pacheco
DIRECTOR EJECUTIVO

Vigente desde 25/02/2020

REV. 03

3 de 3

receplab@espol.edu.ec • ventasprotal@espol.edu.ec • cotizacionesprotal@espol.edu.ec
Guayaquil - Ecuador
Campus Gustavo Galindo Velasco • Km 30.5 Vía Perimetral - Pbx: (593-4) 2269 733

www.espol.edu.ec



Presidencia
de la República
del Ecuador



Plan Nacional
de Ciencia, Tecnología,
Innovación y Saberes



SENESCYT
Secretaría Nacional de Educación Superior,
Ciencia, Tecnología e Innovación

DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Guzmán Jaramillo, Juan José** con C.C: # 0706428232 autor/a del **Trabajo de Integración Curricular: Desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco (Coco nucífera L).** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial** en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

1.- Declaro tener pleno conocimiento de la obligación que tienen las instituciones de educación superior, de conformidad con el Artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior, de entregar a la SENESCYT en formato digital una copia del referido trabajo de titulación para que sea integrado al Sistema Nacional de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor.

2.- Autorizo a la SENESCYT a tener una copia del referido trabajo de titulación, con el propósito de generar un repositorio que democratice la información, respetando las políticas de propiedad intelectual vigentes.

Guayaquil, **24 de febrero de 2022**

f. _____

Nombre: **Guzmán Jaramillo, Juan José**

C.C: **0706428232**

REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA

FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN

TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco (<i>Coco nucífera L.</i>)		
AUTOR	Guzmán Jaramillo, Juan José		
REVISOR/TUTOR	Ing. Kuffó García, Alfonso Cristóbal		
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil		
FACULTAD:	Educación Técnica para el Desarrollo		
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial		
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial		
FECHA DE PUBLICACIÓN:	24 de febrero de 2022	No. DE PÁGINAS:	96
ÁREAS TEMÁTICAS:	Innovación, Desarrollo de nuevos productos, Estudio de productos		
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	cacao, chocolate negro, azúcar de coco		
RESUMEN/ABSTRACT	<p>El chocolate negro y el azúcar de coco se han convertido en productos tendencia, atractivos a la vista del consumidor por ser productos naturales y de bajo índice glucémico. Debido a este análisis se plantea el siguiente diseño para el desarrollo de una barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco. Se utilizó los 10 tratamientos escogidos aleatoriamente para la selección de la formulación idónea. Para obtener la formulación idónea, se tomaron en cuenta los resultados que se obtuvieron del análisis sensorial de los 10 tratamientos e ingresar al programa estadístico los datos obtenidos para que arroje el tratamiento con la mejor formulación. Se realizó a la formulación idónea análisis químicos y microbiológico para comprobar que cumplan con los rangos establecidos por las normas. Por último, se realizó el análisis costo beneficio de la barra de chocolate negro endulzado con azúcar de coco para conocer cual será la utilidad final del proyecto presentado.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO	
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-99 30 44 260	E-mail: jjgj2000@hotmail.com	
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Noelia Carolina Caicedo Coello		
	Teléfono: +593 98 736 1675		
	E-mail: noelia.caicedo@cu.ucsg.edu.ec		
SECCIÓN PARA USO DE BIBLIOTECA			
Nº. DE REGISTRO (en base a datos):			
Nº. DE CLASIFICACIÓN:			
DIRECCIÓN URL (tesis en la web):			