



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

TEMA:

**Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de
cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*).**

AUTOR:

Jiménez Ferré Héctor Andrés

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

TUTOR:

Ing. Chero Alvarado Víctor Egbert, M. Sc.

Guayaquil, Ecuador

06 de Marzo del 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CERTIFICACIÓN

Certificamos que el presente trabajo de titulación, fue realizado en su totalidad por **Jiménez Ferré, Héctor Andrés** como requerimiento para la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial con concentración en Agronegocios**.

TUTOR

f. _____

Ing. Chero Alvarado Víctor Egbert, M.Sc.

DIRECTOR DE LA CARRERA

f. _____

Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph.D.

Guayaquil, a los 06 días del mes de Marzo del año 2018



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, Jiménez Ferré Héctor Andrés

DECLARO QUE:

El Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial con concentración en Agronegocios** 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 06 días del mes de Marzo del año 2018

EL AUTOR

f. _____

Jiménez Ferré Héctor Andrés



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

AUTORIZACIÓN

Yo, Jiménez Ferré Héctor Andrés

Autorizo a la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil a la **publicación** en la biblioteca de la institución del Trabajo de Titulación, **Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*)**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y total Autoría.

Guayaquil, a los 06 días del mes de Marzo del año 2018

EL AUTOR:

f. _____
Jiménez Ferré Héctor Andrés



UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL

FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

CERTIFICACIÓN URKUND

La Dirección de las Carreras Agropecuarias revisó el Trabajo de Titulación “**Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*)**”, presentado por el estudiante **Jiménez Ferré Héctor Andrés**, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, donde obtuvo del programa URKUND, el valor de 0 % de coincidencias, considerando ser aprobada por esta dirección.

URKUND	
Documento	TT UTE B 2017 Jiménez Ferré Héctor.pdf (D35198215)
Presentado	2018-01-31 19:11 (+01:00)
Presentado por	ute.fetd@gmail.com
Recibido	alfonso.kuffo.ucsg@analysis.arkund.com
Mensaje	TT UTE B 2017 Jiménez Ferré Mostrar el mensaje completo
0% de estas 43 páginas, se componen de texto presente en 0 fuentes.	

Fuente: URKUND-Usuario Kuffó García, 2018

Certifican,

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

Ing. Alfonso Kuffó García, M. Sc.
Revisor – URKUND

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia, en especial a mis padres y tío por su apoyo incondicional el cual me ayudó a llegar donde estoy hoy.

Agradezco a mis compañeros por el aprendizaje compartido en estos años.

Agradezco a mis maestros y en especial a mi tutor Ing. Víctor Chero por su guía en la realización de este trabajo.

Héctor Andrés Jiménez Ferré

DEDICATORIA

Dedico este logro a mis padres y hermanos, por sus sabios consejos que ayudaron a concluir mis estudios.

Héctor Andrés Jiménez Ferré



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. _____

Ing. Chero Alvarado Víctor Egbert, M.Sc.

TUTOR

f. _____

Ing. Franco Rodríguez John Eloy, Ph.D.

DIRECTOR DE CARRERA

f. _____

Ing. Velasquez Jorge, M.Sc.

COORDINADOR DEL ÁREA



**UNIVERSIDAD CATÓLICA
DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL**

**FACULTAD DE EDUCACIÓN TÉCNICA PARA EL DESARROLLO
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

CALIFICACIÓN

f. _____

Ing. Chero Alvarado Víctor Egbert, M.Sc.

TUTOR

ÍNDICE GENERAL

1. INTRODUCCIÓN	16
1.1. Objetivos	17
1.1.1. Objetivo general.....	17
1.1.2. Objetivos específicos.....	17
1.2. Problema de investigación.....	17
1.3. Hipótesis.....	17
2. MARCO TEÓRICO	18
2.1. Cereales, Pseudocereales y Granos.....	18
2.2. Almacenamiento de cereales	19
2.3. Barra energética.....	19
2.3.1. Aporte nutricional.....	20
2.3.2. Clasificación.....	21
2.3.3. Fuentes alternativas de nutrientes.....	21
2.4. Requisitos Normas INEN.....	22
2.4.1. Granolas.....	22
2.4.2. Mezclas alimenticias.....	23
2.4.3. Rotulado del empaque.....	24
2.4.4. Cereales horneados, extruidos e inflados.....	25
2.5. Buenas prácticas de manufactura e inocuidad alimentaria.....	26
2.5.1. Instalaciones.....	26
2.5.2. Procesamiento de cereales.....	28
2.6. Empaque para barra energética.....	28
2.1. Mercado de las barras energéticas.....	29
2.2. QDA	30
2.3. Avena (<i>Avena sativa</i>)	30
2.3.1. Valor nutricional de la avena.....	30
2.4. Chía (<i>Salvia hispánica</i>)	31
2.4.1. Valor nutricional de la chía.....	31
2.5. Amaranto (<i>Amaranthus</i>).....	32
2.5.1. Valor nutricional del amaranto.....	32
2.6. Almendras (<i>Prunus dulcis</i>).....	33
2.6.1. Valor nutricional de la almendra.....	33

2.7.	Arándanos (<i>Vaccinium myrtillus</i>)	34
2.8.	Cascarilla de cacao (<i>Theobroma cacao</i>)	35
2.8.1.	Características de la cascarilla de cacao.	35
2.8.2.	Valor nutricional de la cascarilla de cacao.....	36
2.9.	Azúcar invertido.....	38
3.	MARCO METODOLÓGICO.....	40
3.1.	Localización del ensayo	40
3.2.	Condiciones climáticas de la zona.....	41
3.3.	Normativas y regulaciones.	41
3.4.	Materiales y reactivos.....	42
3.5.	Descripción de la elaboración de la barra energética	42
3.6.	Descripción del azúcar invertido	44
3.7.	Factores a estudiar	44
3.8.	Restricciones de formulación	44
3.9.	Combinaciones de tratamientos.....	44
3.10.	Diseño experimental.....	45
3.11.	Análisis de la varianza.....	45
3.12.	Variables a evaluar	46
3.12.1.	Variables cuantitativas.....	46
3.12.2.	Variables cualitativas del análisis sensorial.....	46
3.13.	Grados Brix del Azúcar invertido.	47
3.14.	Calidad física y química de la barra energética.....	47
3.15.	Calidad microbiología de la barra energética.....	47
3.15.1.	Mohos y levaduras.....	47
3.15.2.	Coliformes.....	47
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	48
4.1.	Características químicas de la materia prima.	48
4.1.1.	Avena.....	48
4.1.2.	Chía.	48
4.1.3.	Amaranto.	48
4.1.4.	Arándanos deshidratados.....	49
4.1.5.	Almendras.....	49
4.1.6.	Cascarilla de cacao.	50

4.1.7.	Azúcar invertido.....	50
4.2.	Análisis sensorial.....	51
4.2.1.	QDA.....	51
4.2.1.	Caracterización sensorial de la barra testigo.....	54
4.2.2.	Selección del mejor Tratamiento.....	56
4.3.	Análisis de la varianza en parámetros sensoriales.....	60
4.3.1.	Aroma dulce.....	60
4.3.2.	Sabor dulce.....	63
4.3.3.	Intensidad del color.....	66
4.3.4.	Sabor a chocolate.....	69
4.3.5.	Sabor amargo.....	71
4.3.6.	Residual dulce.....	74
4.3.7.	Residual a chocolate.....	76
4.3.8.	Residual amargo.....	79
4.3.9.	Crocancia.....	82
4.3.10.	Sequedad.....	85
4.4.	Comparación entre formulación Design Expert y mejor tratamiento.....	88
4.5.	Grados Brix del Azúcar invertido.....	89
4.6.	Calidad microbiología de la barra energética.....	89
4.6.1.	Mohos y levaduras.....	89
4.6.2.	Coliformes.....	89
4.7.	Calidad física y química de la barra energética.....	90
4.7.1.	Humedad.....	90
4.7.2.	Cenizas.....	90
4.7.3.	Proteína.....	90
4.7.4.	Grasa.....	90
4.7.5.	Carbohidratos.....	90
4.7.6.	Fibra dietaría.....	90
4.7.7.	Energía.....	91
4.8.	Comparación entre testigo y producto final.....	91
4.8.1.	Nivel sensorial.....	91
4.8.2.	Nivel físico y químico.....	92
4.9.	Costo-beneficio.....	93

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
5.1. Conclusiones.....	96
5.2. Recomendaciones.....	96

BIBLIOGRAFÍA

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Requisitos Físicos y microbiológicos de la granola.	23
Tabla 2. Requisitos físico-químicos y microbiológicos para mezclas alimenticias.....	24
Tabla 3. Requisitos físicos y microbiológicos de cereales horneados, extruidos e inflados.....	26
Tabla 4. Valores nutricionales de la avena	31
Tabla 5. Valor nutricional de la chía.....	32
Tabla 6. Valor nutricional del amaranto	33
Tabla 7. Valor nutricional de la almendra	34
Tabla 8. Valor nutricional de los arándanos.....	35
Tabla 9. Valor nutricional de la cascarilla de cacao en base seca	38
Tabla 10. Valores nutricionales del azúcar invertido.	39
Tabla 11. Restricciones de la formulación.	44
Tabla 12. Tratamientos arrojados por Minitab 16.00	45
Tabla 13. ANOVA	46
Tabla 14. Características de la avena marca Quaker.....	48
Tabla 15. Características de la Chía marca Weir	48
Tabla 16. Características del amaranto marca Weir.....	49
Tabla 17. Características de los arándanos deshidratados marca Nature's heart	49
Tabla 18. Características de las almendras marca Nature's heart.....	49
Tabla 19. Características de la cascarilla de cacao.....	50
Tabla 20. Características del azúcar Valdez	51

Tabla 21. Escala de análisis sensorial	51
Tabla 22. Puntuaciones del análisis sensorial a tratamientos	53
Tabla 23. Tratamientos más cercanos al testigo	56
Tabla 24. ANOVA del aroma dulce	61
Tabla 25. ANOVA del sabor dulce	64
Tabla 26. ANOVA de la intensidad del color.....	66
Tabla 27. ANOVA del sabor a chocolate	69
Tabla 28. ANOVA del sabor amargo	71
Tabla 29. ANOVA del residual dulce	74
Tabla 30. ANOVA del residual a chocolate.....	77
Tabla 31. ANOVA del residual amargo	80
Tabla 32. ANOVA de la crocancia	83
Tabla 33. ANOVA de la sequedad	86
Tabla 34. Características de la formulación Design Expert.....	89
Tabla 35. Calculo de energía de la barra energética	91
Tabla 36. Datos nutricionales de la barra energética	93
Tabla 37. Datos nutricionales de la barra testigo.....	93
Tabla 38. Comparación de datos nutricionales barra energética vs. testigo	93
Tabla 39. Costos de materias primas	94
Tabla 40. Costos de materias primas para azúcar invertido.....	94
Tabla 41. Costo – beneficio de la barra energética	95

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Localización del ensayo.....	40
Gráfico 2. Diagrama de flujo de la barra energética.....	43
Gráfico 3. Perfil sensorial lineal de la barra testigo.....	54
Gráfico 4. Perfil sensorial radial de la barra testigo.....	55
Gráfico 5. QDA por perfiles de los mejores tratamientos.....	57
Gráfico 6. Perfil sensorial lineal de los mejores tratamientos.....	57
Gráfico 7. Perfil sensorial lineal Tratamiento 9 vs Testigo.....	58
Gráfico 7. Perfil sensorial lineal Tratamiento 3 vs Testigo.....	59
Gráfico 9. Superficie de respuesta del aroma dulce.....	63
Gráfico 10. Superficie de respuesta del sabor dulce.....	66
Gráfico 11. Superficie de respuesta de la intensidad de color.....	68
Gráfico 12. Superficie de respuesta del sabor a chocolate.....	71
Gráfico 13. Superficie de respuesta del sabor amargo.....	73
Gráfico 14. Superficie de respuesta del residual dulce.....	76
Gráfico 15. Superficie de respuesta del residual a chocolate.....	79
Gráfico 16. Superficie de respuesta del residual amargo.....	82
Gráfico 17. Superficie de respuesta de la crocancia.....	85
Gráfico 18. Superficie de respuesta de la sequedad.....	88
Gráfico 18. Perfil sensorial radial Testigo vs tratamiento 3.....	92

RESUMEN

El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una barra de cereales tipo energética utilizando cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*), en combinación con avena, chía, amaranto, almendras, arándanos y azúcar invertido. Se organizaron los ingredientes en tres grupos: dry mix, conformado por avena, chía, amaranto, almendra y arándano, cascarilla de cacao y azúcar invertido. Para el diseño de mezclas se utilizó del software estadístico Design Expert 11.0; se establecieron 18 formulaciones que fueron procesadas y analizadas por duplicado por parte de un panel sensorial conformado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por 7 jueces semi-entrenados con la referencia de una barra del mercado a la que denominé barra testigo a través de un QDA. Los perfiles sensoriales de la formulación escogida por el programa y una de las formulaciones se aproximaron al perfil sensorial desarrollado por la barra testigo. Esta fórmula fue determinada como 55 % de dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % de azúcar invertido. Los atributos físicos, químicos, nutricionales y sensoriales en su mayoría superaron al de la barra testigo.

Palabras claves: cascarilla de cacao, barra de cereal, barra tipo energética, perfil sensorial, panel sensorial, QDA.

ABSTRACT

The objective of the present investigation was to develop an energy-type cereal bar using cocoa husk (*Theobroma cacao*), in combination with oats, chia, amaranth, almonds, blueberries and invert sugar. The ingredients were organized into three groups: dry mix, consisting of oats, chia, amaranth, almond and cranberry, cocoa husk and inverted sugar. For the design of mixtures the statistical software Design Expert 11.0 was used; 18 formulations were established then processed and analyzed in duplicate at the Universidad Católica de Santiago de Guayaquil by a sensory panel made up of 7 semi-trained judges with the reference of a market bar that was called the control bar through a QDA. The sensory profiles of the formulation chosen by the program and one of the formulations approached the sensory profile developed by the control bar. This formula was determined as 55 % dry mix, 5 % cocoa husk and 40 % invert sugar. The physical, chemical, nutritional and sensory attributes mostly exceeded the control bar.

Key words: cocoa husk, cereal bar, energy-type bar, sensory profile, sensory panel, QDA.

1. INTRODUCCIÓN

Vivimos en una sociedad que está en constante movimiento, el tiempo ha llegado a ser muy apreciado, tanto así que muchas personas no tienen el tiempo para una buena alimentación. El consumidor está constantemente buscando nuevas maneras de aliviar la carga de tareas y obligaciones que tiene en el día. Es por esto que las barras energéticas son una buena forma de solucionar este problema, a esto se suma la creciente tendencia del cuidado de salud.

Si una persona busca snacks entre comidas o busca maneras de obtener o renovar energía durante sus tareas cotidianas, es bastante probable que busque barras alimenticias que le brinde la cantidad de energía, proteínas y demás nutrientes que busca. De tal manera que, el mercado de las barras energéticas va a continuar creciendo siempre y cuando se logre innovar con fuentes alternativas de nutrientes.

Según el Boletín Situacional del Cacao del SINAGAP (2016, p.4) en el Ecuador se produjeron 297 853 ha de cacao del cual se extraen los derivados (licor, manteca y torta de cacao) y tradicionalmente se ha dispuesto su cascarilla para alimento balanceado por sus grandes características nutricionales. Sin embargo, en la actualidad existen investigaciones que recomiendan el uso de este subproducto del cacao para el consumo humano.

Con lo expuesto, el presente trabajo tendrá los siguientes objetivos:

1.1. Objetivos

1.1.1. Objetivo general.

Evaluar el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) en combinación con cereales, semillas, almendras, arándanos y azúcar invertido en la formulación de una barra energética.

1.1.2. Objetivos específicos.

- Evaluar la mejor combinación de avena, chía, amaranto, almendras, arándanos, cascarilla de cacao y azúcar invertido para la obtención de la barra energética.
- Evaluar las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del producto final.
- Establecer costo-beneficio de la producción del nuevo producto.

1.2. Problema de investigación

¿Será posible obtener una barra energética de buenas características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales con el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) en combinación con cereales, semillas, almendras, arándanos y azúcar invertido?

1.3. Hipótesis

El uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) en combinación con cereales, semillas, almendras, arándanos y azúcar invertido en una barra energética permite obtener un producto con buenas características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Cereales, Pseudocereales y Granos

Los cereales son alimentos básicos en la dieta de las personas, de los cuales se recomiendan un consumo de 6 – 10 raciones/día. Estas junto con las hortalizas y verduras forman un pilar fuerte de alimentación. Sin embargo, el consumo de cereales ha ido disminuyendo de manera progresiva por diferentes razones, una de ellas: la idea errónea de su impacto en el peso corporal. Esto provoca que los cereales sean vistos como peligroso y que se debe restringir para regímenes de pérdida o mantener peso corporal (Ortega et al., 2015).

“Los cereales son las semillas o granos comestibles de las gramíneas de cultivo como el arroz, avena, cebada, centeno, maíz, mijo, trigo y sorgo. Los pseudocereales son plantas de hoja ancha (no gramíneas), que son usadas de la misma manera que los cereales. Ejemplos de pseudocereales son amaranto, quínoa, chía, trigo sarraceno, entre otros” (Verdini, 2017, p. 1).

Según Verdini (2017, p 12), los cereales contienen principios nutritivos similares que varían su proporción según la variedad de grano y que no se distribuyen homogéneamente en el propio grano. Las partes de los cereales son:

- Pericarpio: es el más rico en fibra, minerales y niacina, y segundo más rico en proteínas, lípidos, tiamina (B1) y riboflavina (B2).
- Germen: el más rico en cuanto a lípidos, proteínas, vitaminas y un poco de minerales y azúcares.
- Endospermo: es la parte más rica en almidón, cuenta con proteínas de considerable nivel en la periferia y menor contenido de lípidos y minerales.

Los cereales son de gran importante dentro de la dieta de las personas, el suministro energético de los cereales mundial en el 2011 fue 1.296 Kcal/persona/día. Mundialmente la proporción de energía aportada por los cereales permanece estable en el tiempo y representa aproximadamente del 50 % de la energía alimentaria, así mismo los países en vías de desarrollo se sitúa en el 50-60 %, y en los países industrializados se sitúa en el 30-35 % (Araneda, 2015).

2.2. Almacenamiento de cereales

Los sistemas de almacenamiento requieren un medio para trasladar los productos hacia adentro y hacia afuera del lugar de almacenamiento. Éste se debería seleccionar para reducir al máximo el daño o deterioro del grano y de los contenedores de almacenamiento. En la medida de lo posible, estos medios deberían limitar las emisiones de polvo en las edificaciones o su ambiente inmediato (INEN, 2014)

2.3. Barra energética

En los últimos años, un incremento significativo del consumo de “comidas rápidas” y snacks ha sido observado como respuesta a un cambio de tipo de vida de la población. Los consumidores están buscando comidas preparadas fáciles, rápidas y de fácil adquisición. Además, buscan productos saludables, nutritivos y con buenas características organolépticas (Da Silva, 2016). Es en este segmento en el que la barra energética usando cascarilla de cacao entra.

Las barras de cereal son multicomponentes con formulación compleja que contiene ingredientes que aseguran la composición nutricional y las características físicas y organolépticas (Colussi, 2013).

“Las barras de cereales son productos obtenidos a partir de la compresión de los cereales tostados que pueden contener frutos secos,

oleaginosas, semillas y jarabes de azúcar usados como agentes ligantes, se constituyen en una opción de comida saludable” (Pacheco, 2014).

“Las barras energéticas o barras de cereales son alimentos funcionales; alimentos combinados, enriquecidos o fortificados; debido a los compuestos bioactivos del producto contribuyen al beneficio de la salud” (Inarritu y Vega, citado por Velastegui, 2016, p. 43).

Las barras energéticas son alimentos nutritivos ya que contienen un balance de granos y cereales excelente, los cuales pueden ser combinados con otros ingredientes como los frutos secos y frutas deshidratadas. Las barras energéticas son diseñadas como una forma deliciosa y práctica de aportar energía, antes, durante o después de un entrenamiento o simplemente para personas que buscan optimizar, de una forma práctica, su capacidad física y mental, mejorando su rendimiento y la calidad de vida (Chacón, 2013).

Según Casamen y Soto (2015, p. 5), las barras energéticas son perfectas para aumentar los niveles de energía antes del ejercicio, durante o como alimento de recuperación después de correr. Son particularmente útiles para recargar hidratos de carbono.

A esto se suma la creciente necesidad de aumentar la ingesta de fibra dietética ha propiciado el desarrollo de procedimientos tecnológicos para obtener mejores concentrados de fibra (Saltos y Bayas, 2010).

2.3.1. Aporte nutricional.

Las barras energéticas son recomendables para aportar energía al organismo. Sin embargo, no es adecuado remplazar las comidas principales con ellos. El consumo de las barras energéticas en los niños y adolescentes es muy importante ya que aportan carbohidratos complejos como también les brinda proteína y ácidos grasos entre

otros nutrientes esenciales en el desarrollo físico y mental. Se lo puede remplazar frente a los dulces comunes como son los chocolates, galletas y comida chatarra evitándoles el sobrepeso. (Súniga, citado por Casamen y Soto, 2015, p.6)

Los cereales secos en barras energéticas en combinación con leguminosas son benéficos para la salud debido a que el cereal cubre las deficiencias de aminoácidos azufrados de la leguminosa, mientras que el cereal cubre la deficiencia de, mientras que, si se combina con leguminosas, estas cubrirían lisina o triptófano del cereal. Además, son gran fuente de omegas 3 y 9 si se combinan con semillas. Es decir, las barras forman un complemento nutricional. Sin contar que los cereales contienen antocianinas y compuestos polifenólicos por sus propiedades antioxidantes, previniendo la degeneración de las células (Pacheco, 2014).

2.3.2. Clasificación.

Desde un punto de vista nutricional, las barras de cereales se dividen en 4 tipos: fibrosas, energéticas, dietéticas, proteicas. De las cuales las fibrosas tienen alto contenido de fibra y glucosa con una energía aproximada de 100 kcal por unidad de aproximadamente 50 g. Las barras dietéticas tienen tan solo 65 calorías, y no tiene azúcar, por lo que son ideales para el consumo por parte de personal que padecen diabetes. Las barras con 280 kcal brindan energía fácilmente absorbible pues contienen menos fibra y altos valores calóricos. Estas últimas son recomendadas para remplazo energético luego de una actividad física exhaustiva. Las barras de proteínas tienen 200 Kcal y contienen aproximadamente 17 g de proteína por unidad, de la misma manera son bajas en contenido graso (Silva, Sobrinho y Cereda, 2013).

2.3.3. Fuentes alternativas de nutrientes.

Paralelamente a las líneas de producción convencional, las agroindustrias generan subproductos y desperdicios que mantienen un

potencial nutritivo y fibras considerable, y en muchos casos con sabores agradables. Sin embargo, estos subproductos o desperdicios no son aptos para el consumo humano tal cual salen de la fábrica, deberán pasar por procesos mecánicos y térmicos para asegurar su calidad microbiológica y nutricional que favorece su consumo (Paiva, Píccolo, Ribeiro, Batista, Ciabotti, 2012).

Actualmente, muchas barras de cereales comerciales presentan bajo contenido e incluso pobre calidad nutricional de proteínas y grasas, siendo actualmente incluidas en colaciones escolares. Trabajos recientes demostraron que en la mayoría de los productos comerciales el promedio del contenido de proteínas es de tan sólo 5,5 % y su calidad proteica sería pobre en la medida que provienen principalmente de cereales (arroz, avena, maíz). (Olivera et al, 2012)

2.4. Requisitos Normas INEN

2.4.1. Granolas.

Las granolas se definen como un producto resultante de la mezcla de cereales y/o pseudocereales, los cuales fueron sometidos a un proceso de cocción con o sin otros ingredientes de manera que sean aptos para el consumo directo (INEN, 2011). Los requisitos físicos y microbiológicos de las granolas se detallan en la Tabla 2, a continuación:

Tabla 1. Requisitos Físicos y microbiológicos de la granola.

REQUISITO		VALOR		MÉTODO DE ENSAYO	
		MÍNIMO	MÁXIMO		
Humedad, % (m/m)		-	10.0%	ISO 712	
MICROORGANISMO	n	c	m	M	MÉTODO DE ENSAYO
Aeróbicos Mesófilos REP, (ufc/g)	5	1	10 ⁴	10 ⁵	NTE INEN 1 529-5
Mohos, (upc/g)	5	2	10 ²	10 ³	NTE INEN 1 529-10
Coliformes (Ufc/g)	5	2	10	10 ²	NTE INEN 1 529-7
<i>Bacillus cereus</i>	5	1	10 ²	10 ⁴	ISO 7932
<i>Salmonella sp.</i>	5	0	Ausencia/25g	-	NTE INEN 1 529-15
<i>n = número de muestras que se van a examinar</i>					
<i>c = número de muestras permisibles con resultados entre m y M</i>					
<i>m = Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad</i>					
<i>M = Índice máximo permisible para identificar nivel de calidad aceptable</i>					

Fuente: NTE INEN 2595:2011**Elaborado por:** El Autor

2.4.2. Mezclas alimenticias.

Una mezcla alimenticia se define como el producto elaborado con mezclas de derivados deshidratados de cereales, aditivos alimentarios y otros ingredientes, que para ser consumido deben ser previamente reconstituidos y someterse a procesos térmicos y mecánicos. Las materias primas utilizadas en la elaboración de mezclas deben cumplir con las Normas Técnicas Ecuatorianas vigentes. Además de, cumplir con buenas prácticas de manufactura. El producto debe estar exento de cualquier peligro físico, químico o biológico que afecte la inocuidad del producto (INEN, 2015).

Tabla 2. Requisitos físico-químicos y microbiológicos para mezclas alimenticias.

REQUISITO		UNIDAD		MÁXIMO		MÉTODO DE ENSAYO	
Humedad		%		14.5		NTE INEN-ISO 712	
MICROORGANISMO	UNIDAD	CASO	n	c	m	M	MÉTODO DE ENSAYO
Recuento de mohos y levaduras	UFC/g	5	5	2	1x10 ³	1x10 ⁴	NTE INEN 1529-10
<i>UFC = UNIDADES FORMADORAS DE COLONIAS</i>							
<i>n = número de unidades</i>							
<i>m = nivel de aceptación</i>							
<i>M = nivel de rechazo</i>							
<i>c = número de unidades permitidas entre m y M</i>							

Fuente: NTE INEN 3084:2015

Elaborado por: El Autor

2.4.3. Rotulado del empaque.

Según INEN (2016, p. 1-3), el rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1334-1,1334-2 y 1334-3, y en otras disposiciones legales vigentes dentro de estas normas se mencionan las siguientes definiciones:

- **Declaración de propiedades nutricionales:** Es cualquier representación que afirme, sugiera o implique que un producto posee propiedades nutricionales particulares, especialmente, pero no sólo, en relación con su valor energético y contenido de proteínas, grasas y carbohidratos, así como con su contenido de vitaminas y minerales. No constituirán declaración de propiedades nutricionales:
 - a) la mención de sustancias en la lista de ingredientes;
 - b) la mención de nutrientes como parte obligatoria del etiquetado nutricional;
 - c) la declaración cuantitativa o cualitativa de algunos nutrientes o ingredientes en la etiqueta.
- **Etiquetado nutricional:** Es toda descripción destinada a informar al consumidor sobre las propiedades nutricionales de un alimento que comprende: la declaración de nutrientes y la información nutricional complementaria.

- **Porción o tamaño de la porción:** Es la cantidad de un alimento que puede consumirse como parte de una comida. Una porción puede expresarse en términos de unidades convenientes o unidades de medida que pueda entenderlos fácilmente el consumidor. Para barras energéticas se recomienda una porción de 40 g.
- **Valor diario (VD)** o Valor Diario Recomendado (VDR) o Valor de referencia de necesidades de nutrientes (VRN-N), es la cantidad diaria recomendada de un nutriente para mantener una alimentación saludable. Se establece para adultos y niños de cuatro años de edad o más.
- **Requisitos:** Los alimentos preenvasados no deben describirse ni presentarse con una etiqueta o etiquetado en una forma que sea falsa, equívoca o engañosa, o susceptible de crear en modo alguno una impresión errónea respecto de su naturaleza en ningún aspecto; o que se empleen palabras, ilustraciones u otras representaciones gráficas que se refieran a (o sugieran, directa o indirectamente a propiedades medicinales, terapéuticas, curativas o especiales) cualquier otro producto con el que el producto de que se trate pueda confundirse, ni en una forma tal que pueda inducir al comprador o al consumidor a suponer que el alimento se relaciona en forma alguna con aquel otro producto (INEN, 2016).

2.4.4. Cereales horneados, extruidos e inflados.

Se definen como cereales horneados, extruidos e inflados a los productos resultantes de un proceso de horneado, extrucción, inflado o combinación de procesos, de un grano de cereal con o sin otros ingredientes (INEN, 2015).

Tabla 3. Requisitos físicos y microbiológicos de cereales horneados, extruidos e inflados.

CLASIFICACIÓN		HUMEDAD				MÉTODO DE ENSAYO	
		% (Fracción en masa)					
		MÍNIMO	MÁXIMO				
Cereales en hojuela horneados		1	3		NTE INEN- ISO 712		
Cereales en hojuelas extruidos y horneados		1	3		NTE INEN- ISO 712		
Granos enteros inflados		1	3		NTE INEN- ISO 712		
Cereales extruidos e inflados		9	12		NTE INEN- ISO 712		
Cereales en tiras y horneados		1	3		NTE INEN- ISO 712		
Cereales extruidos, cortados en tiras, moldeados, horneados y secados.		1	3		NTE INEN- ISO 712		
Cereales horneados e inflados.		9	11		NTE INEN- ISO 712		
MICROORGANISMO	UNIDAD	CASO	n	c	m	M	Método de ensayo
<i>Salmonella spp.</i>	a	11	10	0	0	-	NTE INEN- ISO 6579
<i>a = unidades individuales de 25gr</i>							
<i>n = número de muestras a analizar</i>							
<i>m = límite de aceptación</i>							
<i>M = límite superado el cual se rechaza</i>							
<i>c = número de máximo de muestras admisibles con resultados entre m y M</i>							

Fuente: NTE INEN 2561:2015

Elaborado por: El Autor

2.5. Buenas prácticas de manufactura e inocuidad alimentaria

2.5.1. Instalaciones.

Según el ARCSA (2015, p. 28) dentro de las Buenas Prácticas de Manufactura se encuentran los siguientes artículos:

Art. 72.- Los establecimientos donde se realicen una o más actividades de las siguientes: fabricación, procesamiento, envasado o empacado de alimentos procesados, deberán obtener el certificado de Buenas Prácticas de Manufactura.

Art. 73.- De las condiciones mínimas básicas.- Los establecimientos donde se producen y manipulan alimentos serán diseñados y construidos de acuerdo a las operaciones y riesgos asociados a la actividad y al alimento, de manera que puedan cumplir con los siguientes requisitos:

- Que el riesgo de contaminación y alteración sea mínimo;
- Que el diseño y distribución de las áreas permita un mantenimiento, limpieza y desinfección apropiada; y, que minimice los riesgos de contaminación;
- Que las superficies y materiales, particularmente aquellos que están en contacto con los alimentos, no sean tóxicos y estén diseñados para el uso pretendido, fáciles de mantener, limpiar y desinfectar; y,
- Que facilite un control efectivo de plagas y dificulte el acceso y refugio de las mismas.

Art. 74.- De la localización.- Los establecimientos donde se procesen, envasen o distribuyan alimentos serán responsables que su funcionamiento esté protegido de focos de insalubridad que representen riesgos de contaminación.

Art. 75.- Diseño y construcción.- La edificación debe diseñarse y construirse de manera que: Ofrezca protección contra polvo, materias extrañas, insectos, roedores, aves y otros elementos del ambiente exterior y que mantenga las condiciones sanitarias apropiadas según el proceso; La construcción sea sólida y disponga de espacio suficiente para la instalación, operación y mantenimiento de los equipos así como para el movimiento del personal y el traslado de materiales o alimentos;

Brinde facilidades para la higiene del personal; y las áreas internas de producción se deben dividir en zonas según el nivel de higiene que

requieran y dependiendo de los riesgos de contaminación de los alimentos. (ARCOSA, 2015).

2.5.2. Procesamiento de cereales.

Según García (s.f., p. 3), en la planta, todos los granos de cereal están por una vaina. Este grano está formado por cuatro componentes: el germen, el interior feculento, el cual representa la mayor porción del grano, sus capas exteriores compuestas de nutrientes y la cáscara, que es de naturaleza fibrosa. Mediante el procesamiento, la vaina y cada parte resultan en diferentes productos de consumo humano y animal. Si bien es cierto que, dentro del complejo sistema de poscosecha, cada tipo de cereales necesita de un tratamiento específico; sin embargo, existen algunos principios generalizados que pueden emplearse.

Estos principios comprenden tres bloques separados: el primero cubre desde la cosecha hasta el almacenado, además de englobar todas las actividades que permitan extraer y estabilizar el grano de cereal; el segundo es denominado procesado preliminar ya que comprende aquellas operaciones que permiten obtener productos intermedios como las harinas, el tercero, también llamado procesamiento secundario está formado por todas aquellas operaciones que tienen como finalidad transformar los productos intermedios en productos finales (ej. Elaboración de galletas), estas pueden ser de carácter industrial o domésticas (García, s.f.).

2.6. Empaque para barra energética

Según Báez et al (2013, p.27) el empaque debe ser tipo funda de tipo flexible (films/laminados), con una película multicapa metalizada, que ofrezca protección a la humedad y al oxígeno. Normalmente, estos laminados tienen en su composición capas los siguientes materiales: Tereftalato de polietileno (PET), Polipropileno biorientado (BOPP), Polietileno de baja densidad (PEBD).

2.7. Mercado de las barras energéticas

Según Torres (2011, p.22) el mercado de productos orgánico se ha incrementado anualmente alrededor de un 20 % durante los últimos años, lo que hace que este sea un mercado cada vez más atractivo para las barras de cereales de características orgánicas.

Según Moran (2016) los factores que más inciden en consumo de barras energéticas son: el cultural, sociales, personales y psicológicos. De entre las marcas de barras más comunes en autoservicios de Guayaquil tenemos: marca Tosh (cereal con chocolate, con maní y pasas, con nueces, con cereal y trozos de fresa, caja de 6 barras PVP \$ 2.91), marca Chivería (cereal con avena, quinua y cobertura sabor leche, caja de 6 barras PVP \$2.55), marca Nature Valley (granola con almendras, con canela, con avena, con miel, caja de 12 barras PVP \$5.93).

Actualmente existen algunas patentes del uso de cascarilla de cacao en la industria entre las cuales sobresalen las siguientes:

Koop et al (2011) patentó un proceso para la preparación de cáscara de cacao molido que incluye molienda de cáscara de cacao en una sola unidad de operación de corta duración sin la necesidad de mover piezas mecánicas. El producto de cáscara de cacao molido obtenido del tratamiento de trituración ha reducido la degradación por calor y evita las preocupaciones de mantenimiento del equipo asociadas con la molienda mecánica de las cáscaras de cacao mientras que proporciona un producto granular comestible útil para la fabricación de alimentos como la producción de chocolate. Este patente US8067051 B2 pertenece a la empresa Kraft Foods R & D, Inc.

Bernaert y Ruyscher (2016) patentaron un proceso para producir cáscaras de cacao en polvo como ingrediente alimenticio, como sustituto del cacao en polvo, para impartir coloración en productos alimenticios, y como

inhibidor de la floración de grasa en productos a base de cacao. Este patente número US9375024 B2 pertenece a la empresa Barry Callebaut Ag. Eggen (1979) patentó un extracto mediante el tratamiento de las cáscaras de cacao con etanol acidificado. Otras características de la invención aparecen en la siguiente especificación. Este patente número US4156030 A pertenece a la empresa Societe D'assistance Technique Pour Produits Nestle S.A.

2.8. QDA

El qualitative descriptive analysis o QDA es uno de las principales técnicas de análisis en la evaluación sensorial. Esta metodología permite la evaluación de múltiples productos. Los humanos son buenos para juzgar las diferencias sensoriales relativas, pero son pobres para evaluar las diferencias absolutas. Esta filosofía ha hecho que la metodología QDA sea claramente diferente de los métodos descriptivos que intentan finalizar la diferencia absoluta entre los productos. Las referencias se pueden usar para generar terminologías sensoriales, especialmente cuando los panelistas están confundidos y no están de acuerdo entre algunos atributos sensoriales (Society of sensory science, s.f.).

2.9. Avena (*Avena sativa*)

2.9.1. Valor nutricional de la avena.

En la Tabla 4, se aprecia la información nutricional de la avena según United States Department of Agriculture (2017). En dicha información podemos evidenciar que en 100 g de avena se tiene un aporte de 389 Kcal de energía y 16.89 g de proteína, por este motivo, entre otros, es por el cual es el componente más usado en las barras energéticas.

Tabla 4. Valores nutricionales de la avena

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR POR 100g
Agua	g	8.22
Energía	Kcal	389
Proteína	g	16.89
Lípidos totales	g	6.90
Carbohidratos, por diferencia	g	66.27
Fibra, total dietética	g	10.6
Minerales		
Calcio (Ca)	mg	54
Hierro (Fe)	mg	4.72
Magnesio (Mg)	mg	177
Fosforo (P)	mg	523
Potasio (K)	mg	429
Sodio (Na)	mg	2
Zinc (Zn)	mg	3.97
Vitaminas		
Vitamina C, (Total ácido ascórbico)	mg	0
Tiamina	mg	0.763
Riboflavina	mg	0.139
Niacina	mg	0.961
Vitamina B-6	mg	0.119
Folato, DFE	µg	56
Vitamina B-12	µg	0
Vitamina A, RAE	µg	0
Vitamina A, IU	IU	0
Vitamina D (D2+D3)	µg	0
Vitamina D	IU	0
Lípidos		
Ácidos grasos saturado	g	1.217
Ácidos grasos monoinsaturados	g	2.178
Ácidos grasos poliinsaturados	g	2.535
Colesterol	mg	0

Fuente: USDA, 2017

Elaborado por: El Autor

2.10. Chía (*Salvia hispánica*)

2.10.1. Valor nutricional de la chía.

En la Tabla 5, se aprecia la información nutricional de la chía según United States Department of Agriculture (2017).

Tabla 5. Valor nutricional de la chía

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR POR 100g
Agua	g	5.80
Energía	Kcal	486
Proteína	g	16.54
Lípidos totales	g	30.74
Carbohidratos, por diferencia	g	42.12
Fibra, total dietética	g	34.4
Minerales		
Calcio (Ca)	mg	631
Hierro (Fe)	mg	7.72
Magnesio (Mg)	mg	335
Fosforo (P)	mg	860
Potasio (K)	mg	407
Sodio (Na)	mg	16
Zinc (Zn)	mg	4.58
Vitaminas		
Vitamina C, (Total ácido ascórbico)	mg	1.6
Tiamina	mg	0.620
Riboflavina	mg	0.17
Niacina	mg	8.830
Vitamina B-12	µg	0
Vitamina A, IU	IU	54
Vitamina E (Alfa-tocofenol)	mg	0.50
Lípidos		
Ácidos grasos saturado	g	3.330
Ácidos grasos monoinsaturados	g	2.309
Ácidos grasos poliinsaturados	g	23.665
Ácidos grasos trans	g	0.140
Colesterol	mg	0

Fuente: USDA, 2017**Elaborado por:** El Autor

2.11. Amaranto (*Amaranthus*)

2.11.1. Valor nutricional del amaranto.

En la Tabla 6, se aprecia la información nutricional del amaranto según United States Department of Agriculture (2017).

Tabla 6. Valor nutricional del amaranto

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR POR 100g
Agua	g	11.29
Energía	Kcal	371
Proteína	g	13.56
Lípidos totales	g	7.02
Carbohidratos, por diferencia	g	65.25
Fibra, total dietética	g	6.7
Azúcares totales		1.69
Minerales		
Calcio (Ca)	mg	159
Hierro (Fe)	mg	7.61
Magnesio (Mg)	mg	248
Fosforo (P)	mg	557
Potasio (K)	mg	508
Sodio (Na)	mg	4
Zinc (Zn)	mg	2.87
Vitaminas		
Vitamina C, (Total ácido ascórbico)	mg	4.2
Tiamina	mg	0.116
Riboflavina	mg	0.200
Niacina	mg	0.923
Vitamina B-6	mg	0.591
Folato, DFE	µg	82
Vitamina B-12	µg	0
Vitamina A, RAE	µg	0
Vitamina A, IU	IU	2
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	1.19
Vitamina D (D2+D3)	µg	0
Vitamina D	IU	0
Vitamina K (phylloquinone)	µg	0
Lípidos		
Ácidos grasos saturado	g	1.459
Ácidos grasos monoinsaturados	g	1.685
Ácidos grasos poliinsaturados	g	2.778
Colesterol	mg	0

Fuente: USDA,2017

Elaborado por: El Autor

2.12. Almendras (*Prunus dulcis*)

2.12.1. Valor nutricional de la almendra.

En la Tabla 7, se aprecia la información nutricional de la almendra según United States Department of Agriculture (2017).

Tabla 7. Valor nutricional de la almendra

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR POR 100g
Agua	g	4.41
Energía	Kcal	579
Proteína	g	21.15
Lípidos totales	g	49.93
Carbohidratos, por diferencia	g	21.55
Fibra, total dietética	g	12.5
Azúcares totales	g	4.35
Minerales		
Calcio (Ca)	mg	269
Hierro (Fe)	mg	3.71
Magnesio (Mg)	mg	270
Fosforo (P)	mg	481
Potasio (K)	mg	733
Sodio (Na)	mg	1
Zinc (Zn)	mg	3.12
Vitaminas		
Vitamina C, (Total ácido ascórbico)	mg	0
Tiamina	mg	0.205
Riboflavina	mg	1.138
Niacina	mg	3.618
Vitamina B-6	mg	0.137
Folato, DFE	µg	44
Vitamina B-12	µg	0
Vitamina A, RAE	µg	0
Vitamina A, IU	IU	2
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	25.63
Vitamina D (D2+D3)	µg	0
Vitamina D	IU	0
Vitamina K (phylloquinone)	µg	0
Lípidos		
Ácidos grasos saturado	g	3.802
Ácidos grasos monoinsaturados	g	31.551
Ácidos grasos poliinsaturados	g	12.329
Ácido graso trans	g	0.015
Colesterol	mg	0

Fuente: USDA,2017

Elaborado por: El Autor

2.13. Arándanos (*Vaccinium myrtillus*)

En la Tabla 8, se aprecia la información nutricional de los arándanos según United States Department of Agriculture (2017).

Tabla 8. Valor nutricional de los arándanos

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR POR 100g
Agua	g	15.79
Energía	Kcal	308
Proteína	g	0.17
Lípidos totales	g	1.09
Carbohidratos, por diferencia	g	82.80
Fibra, total dietética	g	5.3
Total de azúcares	g	52.56
Minerales		
Calcio (Ca)	mg	9
Hierro (Fe)	mg	0.39
Magnesio (Mg)	mg	4
Fosforo (P)	mg	8
Potasio (K)	mg	49
Sodio (Na)	mg	5
Zinc (Zn)	mg	0.10
Vitaminas		
Vitamina C, (Total ácido ascórbico)	mg	0.2
Tiamina	mg	0.013
Riboflavina	mg	0.028
Niacina	mg	0.548
Vitamina B-6	mg	0.038
Folato, DFE	µg	0
Vitamina B-12	µg	0
Vitamina A, RAE	µg	2
Vitamina A, IU	IU	46
Vitamina E (alfa-tocoferol)	mg	2.10
Vitamina D (D2+D3)	µg	0
Vitamina D	IU	0
Vitamina K (phylloquinone)	µg	7.6
Lípidos0		
Ácidos grasos saturado	g	0.088
Ácidos grasos monoinsaturados	g	0.298
Ácidos grasos poliinsaturados	g	0.182
Ácido graso trans	g	0.003
Colesterol	mg	0

Fuente: USDA, 2017

Elaborado por: EL Autor

2.14. Cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*)

2.14.1. Características de la cascarilla de cacao.

El cacao (*Theobroma cacao*), es un pequeño árbol con frutos que crecen en el tronco y las ramas del mismo. Los frutos se derivan de la polinización de las flores agrupados en cojines florales. Esta plantación es susceptible a varias enfermedades o plagas para las que, si bien existe

tratamiento químico, ese tratamiento afecta los ingresos económicos del productor de cacao. *Theobroma cacao*, es una sola especie, pero tiene variedades, con frutos y semillas diferentes (Sánchez, 2013).

La cascarilla de cacao es el desecho que se obtiene luego de realizar el secado, fermentado, tostado y pelado de la almendra de cacao. La cáscara de cacao posee más de 40 % de fibra dietaria, celulosa, hemicelulosa y ácido galacturónico, también posee proteína, lignina, minerales, lípidos, hidratos de carbono entre estos (almidones y azúcares), teobromina, y compuestos fenólicos, taninos, cafeína; a su vez posee entre 2.85 a 3.14 % de grasa en una relación de 30 a 50 % de la almendra de cacao (Vivanco, 2017).

La cascarilla de cacao rodea al grano de cacao y se obtiene a partir del descascarillado de la semilla. Este material representa aproximadamente alrededor de 12 % del peso de la semilla, es seca, crujiente y de color marrón. Estudios en otros países indican que la cascarilla de cacao tiene una importante actividad. Los antioxidantes naturales son capaces de inactivar los radicales libres del proceso de oxidación del organismo, previniendo la aparición de enfermedades degenerativas, diversos tipos de cáncer, enfermedades cardiovasculares, entre otras (Sangronis, E., Soto, M., Valero, Y. y Buscema, I., 2014).

Según un artículo de confectionerynews.com, el mercado de galletas de EEUU está en la mira del proveedor español Moner cocoa, en 1997, patentó una cocoa con fibra derivada de la cascarilla de cacao, pero nunca tuvo un gran mercado (Nieburg, 2017).

2.14.2. Valor nutricional de la cascarilla de cacao.

Actualmente, la cascarilla de cacao es utilizada como materia prima orgánica para la preparación de abonos, por otro lado, su composición lo

hace ideal para la alimentación de rumiantes, pero es limitada debido a su contenido de teobromina, un componente estimulante encontrado principalmente en las semillas de cacao y que pasa a la cascarilla (Soto, 2012). Esta característica, hace de la cascarilla de cacao una materia prima excelente para uso en barra energética, dando de esta manera un valor agregado a lo que hasta ahora no es tan utilizado en la industria alimenticia.

La aplicación principal de la cascarilla de cacao en la industria alimentaria es como Fuente de fibra, pero también existen estudios que demuestran su alto contenido fenólico, lo cual lo hace un buen antioxidante. Por esto, la cascarilla de cacao prueba ser un ingrediente prometedor en la industria, siendo un subproducto con gran potencial de explotación (Okiyama et al, 2017).

Según Pazmiño (2013. Pg.8) la cascarilla de cacao tiene fibra dietaria total e insoluble, ideal para ser utilizadas como materia prima en productos alimenticios y contribuir a mejorar la digestión de las personas con estreñimiento. También cuenta con el alcaloide teobromina, cuya acción estimulante es de menor que la cafeína, por lo que para alcanzar este efecto es necesario una mayor cantidad del alcaloide; similares relaciones presentan sus efectos diuréticos. En cuanto a sus flavonoides (pigmentos de vegetales) cuenta con un efecto antioxidante mucho mayor que del vino tinto y té verde, lo que potencia y aumenta su aplicación farmacológica en enfermedades como dermatitis varicosa, hemorroides, venas varicosas. Además de disminuir el riesgo de infartos y artritis.

En la Tabla 9, podemos observar los valores nutricionales de la cascarilla de cacao según Pereira (2012).

Tabla 9. Valor nutricional de la cascarilla de cacao en base seca

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR POR 100g
Proteína	g	19.69
Grasa	g	1.38
Carbohidratos, por diferencia	g	70.85
Minerales		
MINERAL	UNIDAD	VALOR
Ca	ppm	40.13
Mg	ppm	20.45
Zn	ppm	ND
Cu	ppm	0.76
Mn	ppm	0.80
Fe	ppm	0.14
Na	ppm	25.31
K	ppm	810.76

Fuente: Pereira, 2012

Elaborado por: El Autor

2.15. Azúcar invertido

Según Monteros (2015, p. 12), la sacarosa se convierte en dos azúcares reductores, es decir en partes iguales de dextrosa y levulosa, y se conoce entonces como azúcar invertido. La sacarosa tiene un peso molecular de 342 g y el azúcar invertido de 360 g, siendo la diferencia de 18 g el peso molecular del agua. Sacarosa + agua = levulosa + dextrosa. Durante el proceso de inversión, una molécula de agua se incorpora en los azúcares; esta es la razón porque 95 partes de sacarosa producen 100 partes de azúcar invertido. El grado de inversión está influenciado por tres factores:

- Concentración en hidrogeniones (pH) de la mezcla
- Temperatura de cocción
- Tiempo de cocción

El azúcar invertido retarda o impide la cristalización de la sacarosa en la mermelada, resultando, por lo tanto, esencial para la buena conservación del producto el mantener un equilibrio entre la sacarosa y el azúcar invertido. Una baja inversión puede provocar la cristalización del azúcar de caña o de remolacha, y una elevada o total inversión, la granulación de la dextrosa, Como norma, la cantidad de azúcar invertido en una mermelada debe ser menor que la cantidad de sacarosa presente.

Debido a la presencia de la fructosa, el azúcar invertido es un poco más dulce que la sacarosa. Si consideramos un valor arbitrario de 100 para el poder edulcorante del disacárido, el de la fructosa es de 180 y el de la glucosa de 74; en consecuencia, el azúcar invertido será el promedio: $(180+74)/2= 127$; es decir, el azúcar invertido es 27 % más dulce que la sacarosa. Otra de sus características es que no cristaliza, por lo que se emplea ampliamente en confitería. Sin embargo, es higroscópico, lo cual puede ser una desventaja en algunos casos. (Badui, 2013).

En la Tabla 10 se aprecia la información nutricional del azúcar invertido según United States Department of Agriculture (2017).

Tabla 10. Valores nutricionales del azúcar invertido.

NUTRIENTE	UNIDAD	VALOR POR 100g
Agua	g	26
Energía	Kcal	269
Proteína	g	0
Lípidos totales	g	0
Carbohidratos, por diferencia	g	73.14
Fibra, total dietética	g	0
Total de azúcares	g	73.20

Fuente: USDA, 2017

Elaborado por: El Autor

3.2. Condiciones climáticas de la zona

La ciudad de Guayaquil está ubicada a 4 msnm, tiene una temperatura cálida durante casi todo el año. No obstante, su proximidad al Océano Pacífico hace que la corriente fría de Humboldt y la cálida El Niño marquen dos períodos climáticos bien diferenciados. Una temporada húmeda y lluviosa (período en el que ocurre el 97 % de la precipitación anual) que se extiende enero a mayo (corresponde al verano austral); y la temporada seca que va desde junio a diciembre (que corresponde al invierno austral).

Debido a que se ubica en plena zona ecuatorial, la ciudad tiene temperaturas cálidas durante todo el año, la temperatura promedio oscila entre los 25 y 28 °C (Alcandía de Guayaquil, s.f).

3.3. Normativas y regulaciones

En la actualidad, no se cuenta con una norma INEN específica para barras de cereales energéticas. Por este motivo, estudios relacionados a la elaboración de barras de cereales han tomado otras normas INEN relacionadas como referencia. Tal es el caso de Ochoa (2012, p. 70) y Velastegui (2016, p.65), los cuales utilizaron las normas NTE INEN 2595:2011 de requisitos de las Granolas y NTE INEN 2570:2011 de bocaditos de granos, cereales y semillas respectivamente como referencia.

Con lo anterior, para el desarrollo de la barra energética se tomó como referencia la norma de mezclas alimenticias NTE INEN3084:2015 en la cual se plantea un máximo de 14.5 % de humedad y 1×10^3 UFC/g de mohos y levaduras.

Adicional a esto, de manera obligatoria se incurrió en lo descrito por las normas NTE INEN 1334-1, 2 y 3, las cuales nos plantean las directrices para el rotulado de productos alimenticios para el consumo humano.

3.4. Materiales y reactivos

Para la elaboración de la barra energética se utilizó lo siguiente:

- Balanza digital
- Mezcladora
- Recipientes metálicos para horno
- Horno
- Cuchillos
- Molino o licuadora
- Avena
- Chía
- Amaranto
- Arándanos
- Cascarilla de cacao
- Almendra
- Azúcar invertida (aglutinante)

Para realizar el azúcar invertido se utilizó lo siguiente:

- Estufa
- Olla
- Azúcar
- Agua
- Ácido cítrico
- Termómetro
- Recipientes de vidrio o plástico

3.5. Descripción de la elaboración de la barra energética

Para la elaboración de la barra energética se realizó un pre mezcla con los cereales, fruto seco y fruta deshidratada, esta mezcla se la denominó Dry mix. Posteriormente se procederá con:

Formulación: Se realizó la formulación de las cantidades de dry mix de cereales, cascarilla de cacao y aglutinante, según los tratamientos a realizar.

Pesado: se realizó el pesado de los materiales.

Mezclado: se mezcló en seco primero y luego se incorporó el aglutinante.

Moldeado: en un molde metálico o de vidrio templado se moldeó la masa húmeda según el grosor deseado.

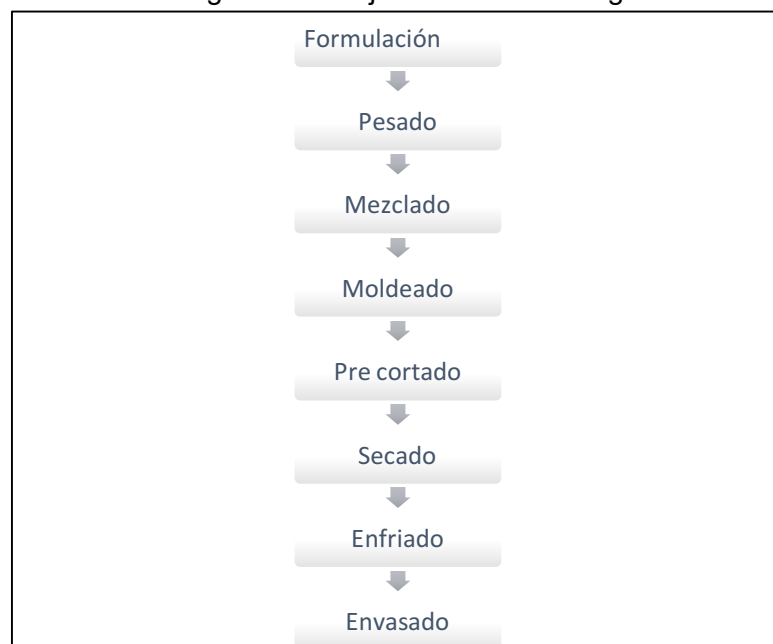
Pre cortado: Se realizó el primer corte de las barras según la presentación de las mismas. Esto con masa húmeda.

Secado: se procedió a secar la masa de 30 – 40 min a 105 °C - 110 °C.

Enfriamiento: se dejó reposar las barritas hasta que estén a temperatura ambiente.

Envasado: se realizó el envasado de las barras secas en bolsas de laminado metalizado tipo flexible y termosellable.

Gráfico 2. Diagrama de flujo de la barra energética



Fuente: Elaboración propia
Elaborado por: El Autor

3.6. Descripción del azúcar invertido

Se realizó el azúcar invertido por medio de una hidrólisis acida, según Van Damme (2009), para realizarlo se necesita: 1 Kg de azúcar granulada, 480 ml de agua y 1 g de ácido cítrico. Con lo anterior se procede a mezclar y llevar a ebullición mezclando de manera constante, a partir de aquí de debe reducir a la mitad la fuente de calor mantener en ebullición hasta los 114 °C. Luego se deja enfriar a temperatura ambiente, esta durara hasta 6 meses.

3.7. Factores a estudiar

Los factores a estudiar son:

- Cantidad de Dry mix de cereales y frutos secos (avena 55 %, chíá 15 %, amaranto 15 %, arándanos 10 %, almendra 5 %)
- Cantidad de cascarilla de cacao
- Cantidad de aglutinante (azúcar invertido)

3.8. Restricciones de formulación

Basándonos en Olivera et al (2012, p. 20), en cuyo trabajo estableció como dosis de cereales y aglutinante 60 % y 40 %, respectivamente. Se establecieron las siguientes restricciones:

Tabla 11. Restricciones de la formulación.

INGREDIENTE	MÍNIMO	MÁXIMO
Dry Mix	45 %	60 %
Cascarilla de cacao	5 %	15 %
Azúcar invertido	25 %	40 %

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: El Autor

3.9. Combinaciones de tratamientos

Para la determinación de tratamientos en el diseño experimental del presente trabajo, se utilizó el programa Minitab 16.00. El cual, considerando los tres factores (dry mix, cascarilla de cacao y azúcar invertido) y las restricciones porcentuales, nos arrojó un total de 16 tratamientos con dos repeticiones, los cuales se detallan a continuación:

Tabla 12. Tratamientos arrojados por Minitab 16.00

COMBINACIÓN	DRY MIX	CASCARILLA DE CACAO	AZÚCAR INVERTIDO
1	57.5	7.5	35
2	60	5	35
3	55	5	40
4	55	10	35
5	60	15	25
6	57.5	7.5	35
7	57.5	12.5	30
8	60	5	35
9	50	12.5	37.5
10	45	15	40
11	55	7.5	37.5
12	60	15	25
13	55	5	40
14	45	15	40
15	55	7.5	37.5
16	50	12.5	37.5
17	55	10	35
18	57.5	12.5	30

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: El Autor

3.10. Diseño experimental

Para las evaluaciones estadísticas se realizó un diseño completamente al azar (D.C.A.), utilizando el programa Design Expert 11.

3.11. Análisis de la varianza

Para el análisis de varianza se elaboró un ANOVA, utilizando el programa Design Expert 11.

Tabla 13. ANOVA

F de V	GRADOS DE LIBERTAD	
	FORMULA	TOTAL
TRATAMIENTO	(Dry Mix*cascarilla cacao*Azúcar invertido)-1	17
Dry Mix	Dry Mix-1 (NIVELES)	1
Cascarilla cacao	cascarilla-1 (NIVELES)	1
Azúcar invertido	Azúcar-1 (NIVELES)	1
Dry Mix * cascarilla	(Dry Mix-1)(cascarilla-1)	1
Dry Mix* azúcar	(Dry Mix-1)(Azúcar-1)	1
cascarilla cacao * azúcar	(Cascarilla cacao-1)(Azúcar-1)	1
ERROR	(dry mix*cascarilla*Azúcar*REPETICIONES)- (dry mix*cascarilla*Azúcar)	17
TOTAL	dry mix*cascarilla*Azúcar*REPETICIONES	34

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: El Autor

3.12. Variables a evaluar

3.12.1. Variables cuantitativas.

- Sólidos solubles (°Brix)
- Humedad
- Energía
- Proteína
- Carbohidratos
- Lípidos
- Microbiológicos (hongos y levaduras)
- Coliformes

3.12.2. Variables cualitativas del análisis sensorial.

- Aroma dulce
- Sabor dulce
- Intensidad del color

- Sabor chocolate
- Sabor amargo
- Residual dulce
- Residual chocolate
- Residual amargo
- Crocancia
- Sequedad

3.13. Grados Brix del Azúcar invertido

Los grados Brix fueron medidos en la Planta de Industrias Vegetales de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil con la ayuda de un refractómetro.

3.14. Calidad física y química de la barra energética

Los análisis de parámetros físicos y químicos de la barra energética, tales como: humedad, cenizas, proteína, grasas, carbohidratos, fibra dietaria; fueron realizados en un laboratorio acreditado ante el SAE. A partir de estos datos se procedió a calcular la energía según la norma NTE INEN1334-2.

3.15. Calidad microbiología de la barra energética

3.15.1. Mohos y levaduras.

El análisis de moho y levadura se realizó de acuerdo a la NTE INEN 1529-10: 2013, la cual nos detalla el control microbiológico de los alimentos por medio del recuento en placa por siembra en profundidad.

3.15.2. Coliformes.

El análisis de Coliformes se realizó de acuerdo a la NTE INEN 1529-7:2013, la cual nos detalla el control microbiológico de los alimentos por medio de la técnica de recuento de colonias.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Características químicas de la materia prima

4.1.1. Avena.

Para la elaboración de la barra energética se utilizó avena en hojuelones marca Quaker la cual, según su información nutricional basada en una dieta de 2000 kcal, en una porción de 35 g cuenta con lo siguiente:

Tabla 14. Características de la avena marca Quaker

Calorías	140 kcal
Grasa total	3 g (4 %VD)
Carbohidratos totales	23 g (8 %VD)
Fibra dietética	3 g (12 %VD)
Proteína	4 (8 %VD)

Fuente: Industrial Molinera C.A.

Elaborado por: El Autor

4.1.2. Chía.

Para la elaboración de la barra energética se utilizó semillas de chía marca Weir la cual, según su información nutricional basada en una dieta de 2000 kcal, en una porción de 10 g cuenta con lo siguiente:

Tabla 15. Características de la Chía marca Weir

Calorías	50 kcal
Grasa total	3 g (5 %VD)
Carbohidratos totales	3 g (1 %VD)
Proteína	2 g (4 %VD)

Fuente: LABFARMAWEIR

Elaborado por: El Autor

4.1.3. Amaranto.

Para la elaboración de la barra energética se utilizó semillas de Amaranto marca Weir la cual, según su información nutricional basada en una dieta de 2000 kcal, en una porción de 10 g cuenta con lo siguiente:

Tabla 16. Características del amaranto marca Weir

Calorías	40 kcal
Grasa total	1 g (2 %VD)
Carbohidratos totales	6 g (2 %VD)
Proteína	1 g (2 %VD)

Fuente: LABFARMAWEIR**Elaborado por:** El Autor**4.1.4. Arándanos deshidratados.**

Para la elaboración de la barra energética se utilizó arándano deshidratado marca Nature's heart (Terrafertil) la cual, según su información nutricional basada en una dieta de 2000 kcal, en una porción de 20 g cuenta con lo siguiente:

Tabla 17. Características de los arándanos deshidratados marca Nature's heart

Calorías	69 Kcal
Grasa total	0 g (0 %VD)
Carbohidratos totales	17 g (6 %VD)
Fibra dietética	0 g (0 %VD)
Proteína	0 g (0 %VD)

Fuente: Terrafertil Ecuador S.A.**Elaborado por:** El Autor**4.1.5. Almendras.**

Para la elaboración de la barra energética se utilizó almendras rebanadas marca Nature's heart (Terrafertil) la cual, según su información nutricional basada en una dieta de 2000 kcal, en una porción de 30 g cuenta con lo siguiente:

Tabla 18. Características de las almendras marca Nature's heart

Calorías	190 Kcal
Grasa total	16 g (25 %VD)
Carbohidratos totales	8 g (3 %VD)
Fibra dietética	2 g (8 %VD)
Proteína	4 g (8 %VD)

Fuente: Terrafertil Ecuador S.A.**Elaborado por:** El Autor

4.1.6. Cascarilla de cacao.

Para la elaboración de la barra energética se utilizó cascarilla de cacao de la empresa COFINA ubicada en Duran, Ecuador la cual, según la Ficha Técnica cuenta con lo siguiente:

Tabla 19. Características de la cascarilla de cacao

Humedad	5 %
Grasa	4 %
Proteína	14 %
Fibra	18 %

Fuente: COFINA S.A.

Elaborado por: El Autor

Con lo anterior, para completar la información nutricional referente a carbohidratos, se usó la fórmula propuesta por Vera (2016) en la cual, afirma que: $\text{Carbohidratos} = 100 - (\text{humedad} + \text{cenizas} + \text{proteína} + \text{grasa} + \text{fibra})$. Para esto se realizó el análisis de ceniza en el laboratorio de microbiología de la facultad según la norma NTE INEN-ISO 2171:2013, obteniendo 0.20 de cenizas.

$$\text{Carbohidratos} = 100 - (5 + 4 + 14 + 18 + 0.20) = 58.8 \%$$

Así mismo, para el cálculo de energía o calorías se usaron los factores de Atwater para macronutrientes (Vera, 2016): proteína = 4 Kcal/g, grasas = 9 Kcal/g y carbohidratos = 4 kcal/g.

4.1.7. Azúcar invertido.

Para la elaboración del azúcar invertido para la barra energética se utilizó azúcar blanca granulada marca Valdez la cual, según su información nutricional basada en una dieta de 2000 kcal, en una porción de 5 g cuenta con lo siguiente:

Tabla 20. Características del azúcar Valdez

Calorías	20 Kcal
Grasa total	0 g (0 %VD)
Carbohidratos totales	5 g (2 %VD)
Fibra dietética	0 g (0 %VD)
Proteína	0 g (0 %VD)

Fuente: Compañía Azucarera Valdez S.A.

Elaborado por: El Autor

4.2. Análisis sensorial

4.2.1. QDA.

En búsqueda de panelistas con grado de experticia, la degustación de los tratamientos se llevó a cabo mediante un QDA realizado a los estudiantes de la Carrera de Nutrición, Dietética y Estética de la Facultad de Ciencias Médicas de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil.

En dicho análisis sensorial se calificaron los parámetros aroma dulce, sabor dulce, intensidad de color sabor a chocolate, sabor amargo, residual dulce, residual a chocolate, residual amargo, crocancia y sequedad. Cada tratamiento en una escala de 0 a 10, la cual se detalla a continuación:

Tabla 21. Escala de análisis sensorial

Escala	Significado
0	Nada
1 – 2	Muy ligero
3 – 4	Ligero
5	Moderado
6 - 7	Bastante
8 – 9	Mucho o alto
10	Muy alto o fuerte

Elaborado por: El Autor

La barra energética tiene un color oscuro por la cascarilla de cacao, es por esto que en intensidad de color se calificó en función de tonalidad oscura de la barra, siendo 10 lo más oscuro. Al referirse a residuales se está

hablando del sabor que perdura en la boca luego de haber ingerido el producto.

La crocancia y sequedad están muy relacionadas con la cantidad de cascarilla de cacao y el azúcar invertido, siendo así que cuando se elevan los valores de cada uno, la barra puede ser más o menos crocante y seca respectivamente y viceversa.

De esta manera se obtuvieron las siguientes puntuaciones:

Tabla 22. Puntuaciones del análisis sensorial a tratamientos

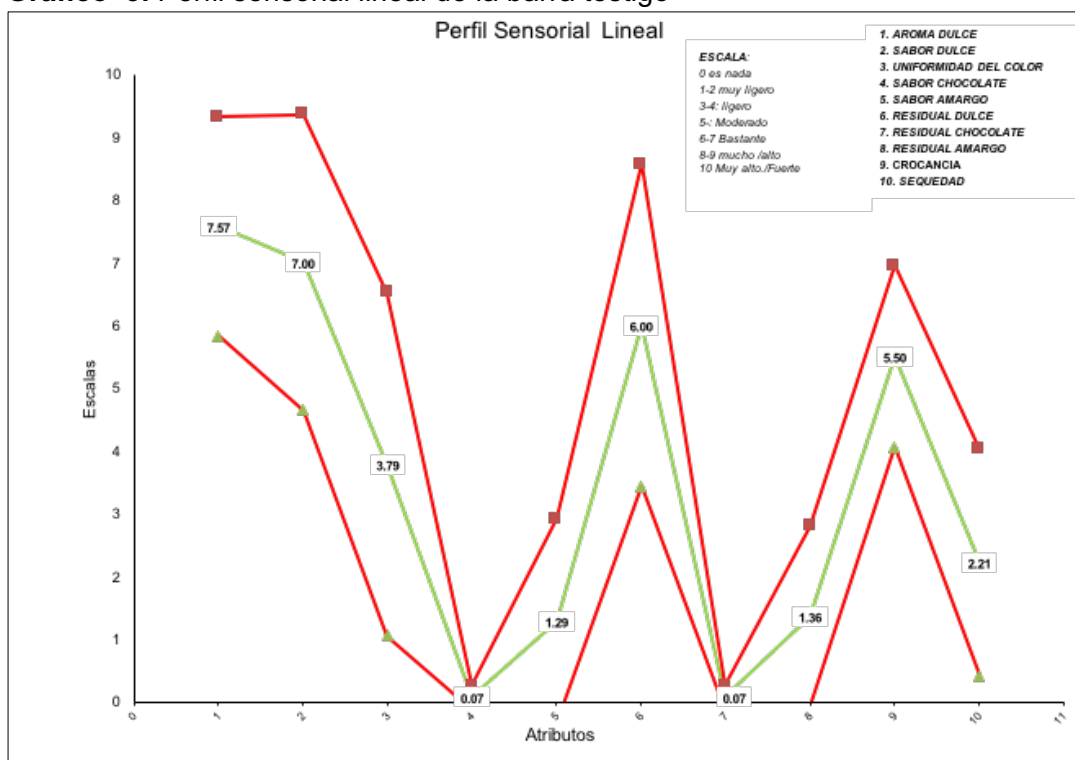
	Respuesta 1	Respuesta 2	Respuesta 3	Respuesta 4	Respuesta 5	Respuesta 6	Respuesta 7	Respuesta 8	Respuesta 9	Respuesta 10
#	AROMA DULCE	SABOR DULCE	INTENSIDAD COLOR	SABOR CHOCOLATE	SABOR AMARGO	RESIDUAL DULCE	RESIDUAL CHOCOLATE	RESIDUAL AMARGO	CROCANCIA	SEQUEDAD
1	4.167	3.667	4.000	3.000	4.000	3.000	3.000	2.167	6.167	5.667
2	4.833	4.330	5.500	4.000	3.000	3.500	2.333	1.333	5.000	4.833
3	5.833	6.330	5.500	4.000	3.500	3.500	2.000	1.833	4.000	3.500
4	5.333	5.167	4.500	4.000	4.000	3.500	3.000	2.667	4.667	4.167
5	3.500	3.500	6.000	5.000	4.167	2.500	1.333	2.333	6.500	5.333
6	4.000	3.667	5.000	4.000	4.000	3.500	3.000	2.500	5.000	4.667
7	5.167	4.333	5.833	5.000	4.167	3.000	3.167	3.167	6.000	5.833
8	4.333	4.333	6.000	4.000	3.000	3.500	2.833	1.500	5.000	4.667
9	5.000	5.500	6.000	5.000	3.500	4.000	2.330	2.833	4.333	4.000
10	5.167	5.000	5.500	5.000	3.000	4.500	3.000	1.667	5.000	4.333
11	4.833	4.333	5.500	4.167	4.000	3.000	3.000	2.000	5.000	4.500
12	4.500	3.500	5.667	5.000	4.000	2.500	1.667	2.667	6.000	5.333
13	5.667	6.000	5.000	4.000	3.000	3.000	3.167	1.833	4.000	3.500
14	5.167	5.000	6.000	5.000	3.000	4.500	3.000	2.000	5.000	3.833
15	5.330	4.667	5.000	4.167	4.000	3.000	3.167	2.833	5.000	4.000
16	5.500	5330	5.500	4.000	3.500	3.833	2.500	3.000	4.167	4.000
17	5.333	5.500	4.000	4.000	3.000	3.000	3.000	2.667	5.000	4.667
18	5.000	4.667	5.500	5.000	4.500	3.000	2.667	3.500	6.000	5.000

Elaborado por: El Autor

4.2.1. Caracterización sensorial de la barra testigo.

La barra testigo fue una del mercado con cierto grado de similitud a la barra objeto de estudio. Para obtener una referencia en el cual se pueda comparar las diferentes combinaciones de barras desarrolladas y poder determinar cuál es la óptima combinación, el producto testigo fue sometido al mismo análisis sensorial con QDA ante descrito y de esta manera se obtuvo el siguiente perfil sensorial:

Gráfico 3. Perfil sensorial lineal de la barra testigo



Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 3, se puede observar el perfil lineal de la barra testigo en la cual se aprecian dos caídas de gran importancia. Ambas se deben a los parámetros sabor a chocolate y residual a chocolate, respectivamente. Esto se debe a que la barra testigo no presenta chocolate o algún derivado del cacao, a diferencia de la barra energética desarrollada que si posee cierto grado en virtud de la cantidad de cascarilla de cacao que se agregue.

4.2.2. Selección del mejor Tratamiento.

Para la selección de la mejor combinación se escogieron los tratamientos con puntuación más cercana a la del testigo de manera general, sin considerar el sabor y residual a chocolate ya que el testigo no cuenta con dichas características, estas cuentan como características propias del producto desarrollado.

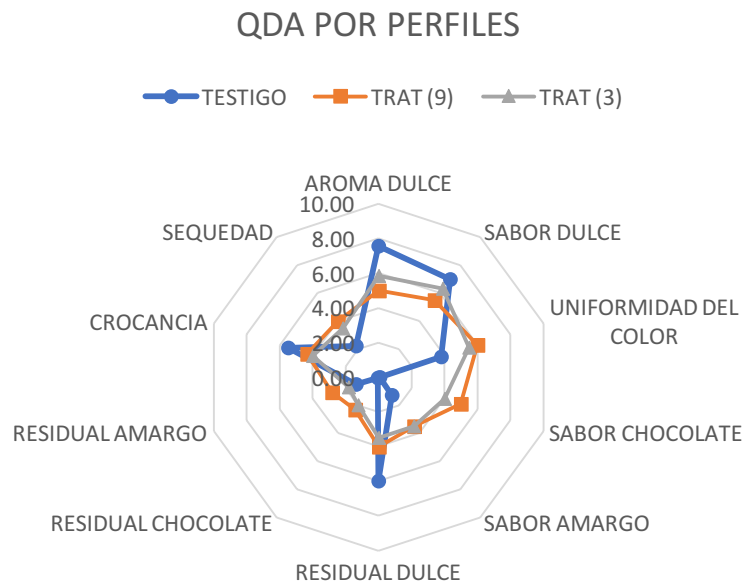
Es así como se obtuvo así que el Tratamiento 3 y el 9 son los más cercanos, tal como se observa a continuación:

Tabla 23. Tratamientos más cercanos al testigo

	TESTIGO	TRAT (3)	TRAT (9)
AROMA DULCE	7.57	5.83	5.00
SABOR DULCE	7.00	6.33	5.50
UNIFORMIDAD DEL COLOR	3.79	5.50	6.00
SABOR CHOCOLATE	0.07	4.00	5.00
SABOR AMARGO	1.29	3.50	3.50
RESIDUAL DULCE	6.00	3.50	4.00
RESIDUAL CHOCOLATE	0.07	2.00	2.33
RESIDUAL AMARGO	1.36	1.83	2.83
CROCANCIA	5.50	4.00	4.33
SEQUEDAD	2.21	3.50	4.00

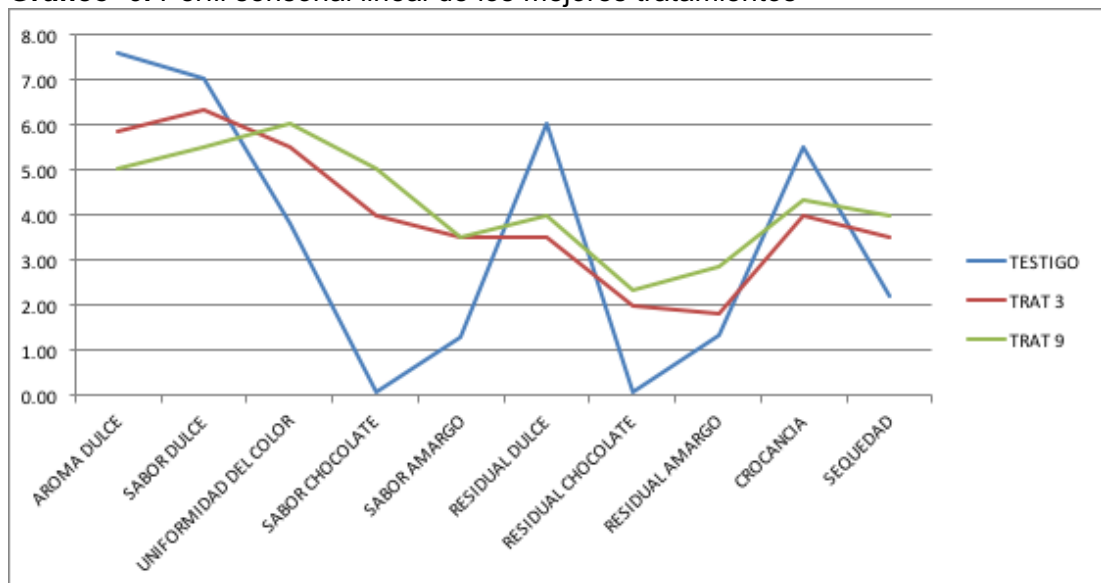
Elaborado por: El Autor

Gráfico 5. QDA por perfiles de los mejores tratamientos



Elaborado por: El Autor

Gráfico 6. Perfil sensorial lineal de los mejores tratamientos

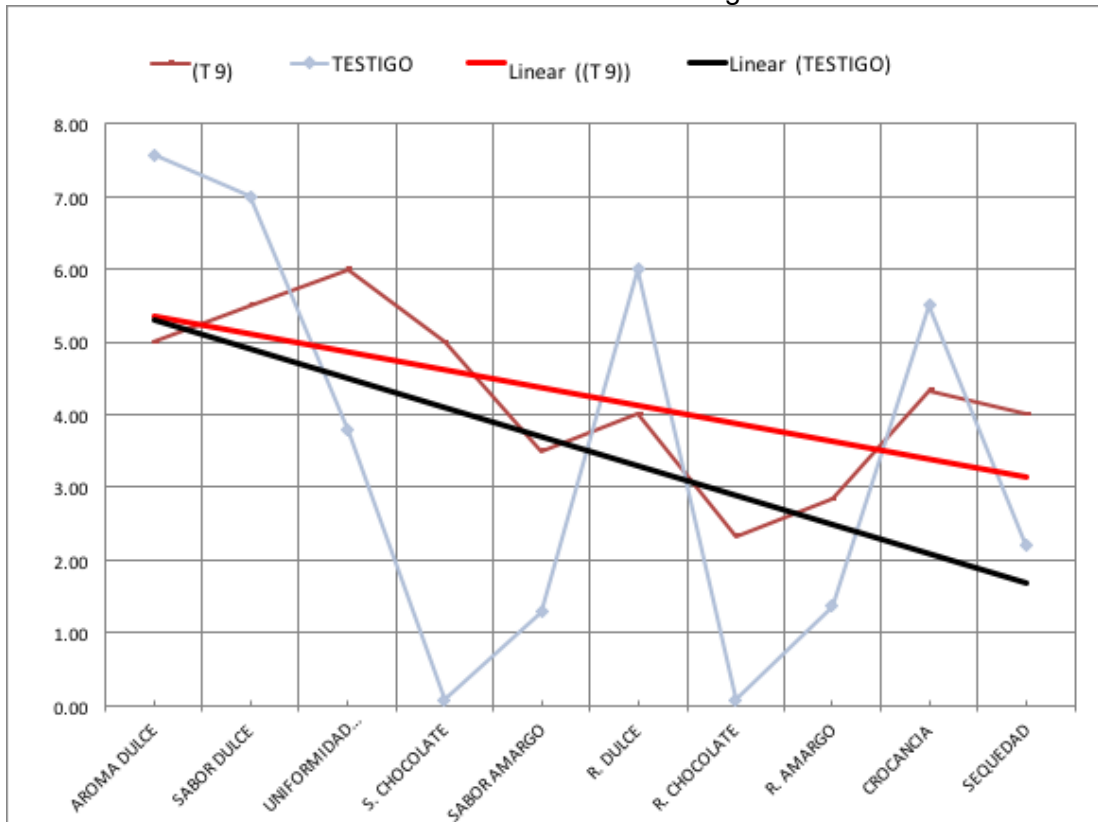


Elaborado por: El Autor

En el Gráfico 6, se puede visualizar la similitud de los parámetros sin considerar el sabor y residual a chocolate, ya que estas son características únicas de la barra energética y no del testigo.

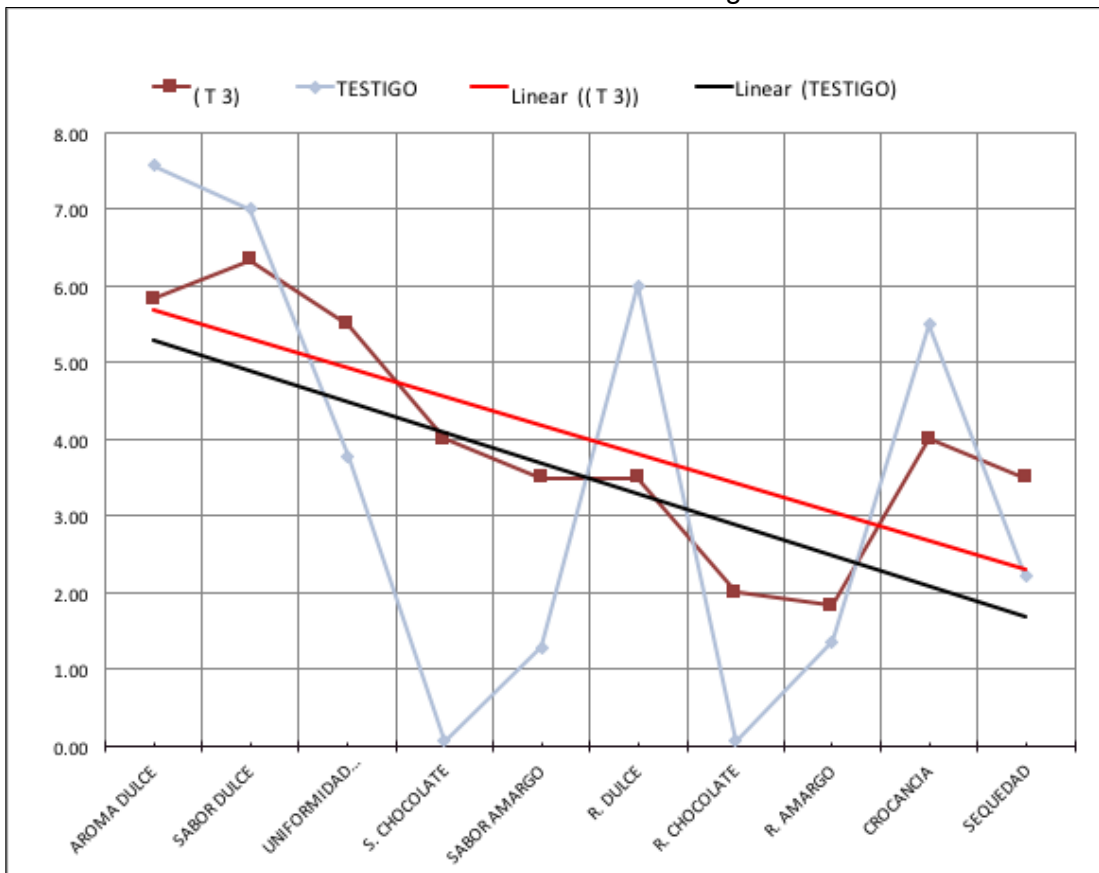
Para visualizar de mejor manera y determinar cuál de las dos es la más cercana al testigo se realizaron gráficos individuales de Tratamiento vs Testigo, las mismas que se presentan a continuación:

Gráfico 7. Perfil sensorial lineal Tratamiento 9 vs Testigo



Elaborado por: El Autor

Gráfico 8. Perfil sensorial lineal Tratamiento 3 vs Testigo



Elaborado por: El Autor

En los Gráficos se pueden observar las líneas de tendencia del testigo y las del Tratamiento 9 y 3, se visualiza que en el Tratamiento tres las líneas de tendencias tienen apariencia más parecida que en la del Tratamiento 9, por lo tanto, el Tratamiento 3 representa la mejor combinación como resultado del análisis sensorial con una composición de 55 % de Dry mix, 5 % de cascarilla de cacao y 40 % de azúcar invertido.

Con la herramienta estadística Design Expert 11.0 se determinó una combinación con un grado de deseabilidad del 100 % obteniéndose la siguiente formulación: 55.203 % dry mix, 5.311 % cascarilla de cacao y 39.485 % azúcar invertido. Al analizar este tratamiento con la composición del Tratamiento 3, que fue seleccionado sensorialmente se pudo apreciar una gran similitud, lo cual verifica la selección de la mejor combinación.

4.3. Análisis de la varianza en parámetros sensoriales

Para el desarrollo del ANOVA en los parámetros sensoriales se utilizó el software estadístico Design Expert 11.0 con una transformación de datos en términos de raíces cuadradas para encontrar linealidad a los resultados, y reducir los coeficientes de variancia altos por la dispersión de datos y de esta manera poder visualizar y manejar los datos de mejor forma.

4.3.1. Aroma dulce.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cuadrático obteniéndose lo siguiente:

Tabla 24. ANOVA del aroma dulce

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2373	5	0.0475	5.34	0.0082	significant
Linear Mixture	0.1340	2	0.0670	7.54	0.0076	
AB	0.0349	1	0.0349	3.93	0.0709	
AC	0.0657	1	0.0657	7.39	0.0186	
BC	0.0569	1	0.0569	6.40	0.0264	
Residual	0.1067	12	0.0089			
Lack of Fit	0.0543	3	0.0181	3.11	0.0813	not significant
Pure Error	0.0524	9	0.0058			
Cor Total	0.3440	17				

Std. Dev.	0.0943	R²	0.6899
Mean	2.22	Adjusted R²	0.5607
C.V. %	4.26	Predicted R²	0.2483
		Adeq Precision	6.8810

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En el cuadro anterior se puede apreciar el valor de 5.34 para Valor-F y el valor de 0.0082 para valor- P, lo cual implica que el modelo es significativo ya que el valor- P es menor a 0.0500 y solo existe una probabilidad del 0.82 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 3.11; esto implica que hay un 8.13 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (aroma dulce) = (-25.24684 * dry mix) + (154.04773 * cascarilla de cacao) - (50.87281 * azúcar invertido) - (127.27490 * dry mix * cascarilla de cacao) + (162.14179 * dry mix * azúcar invertido) - (162.47524 * cascarilla de cacao * azúcar invertido)

Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3 (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido) transformado en raíz cuadrada nos da 2.39, lo cual se aproximó, aunque

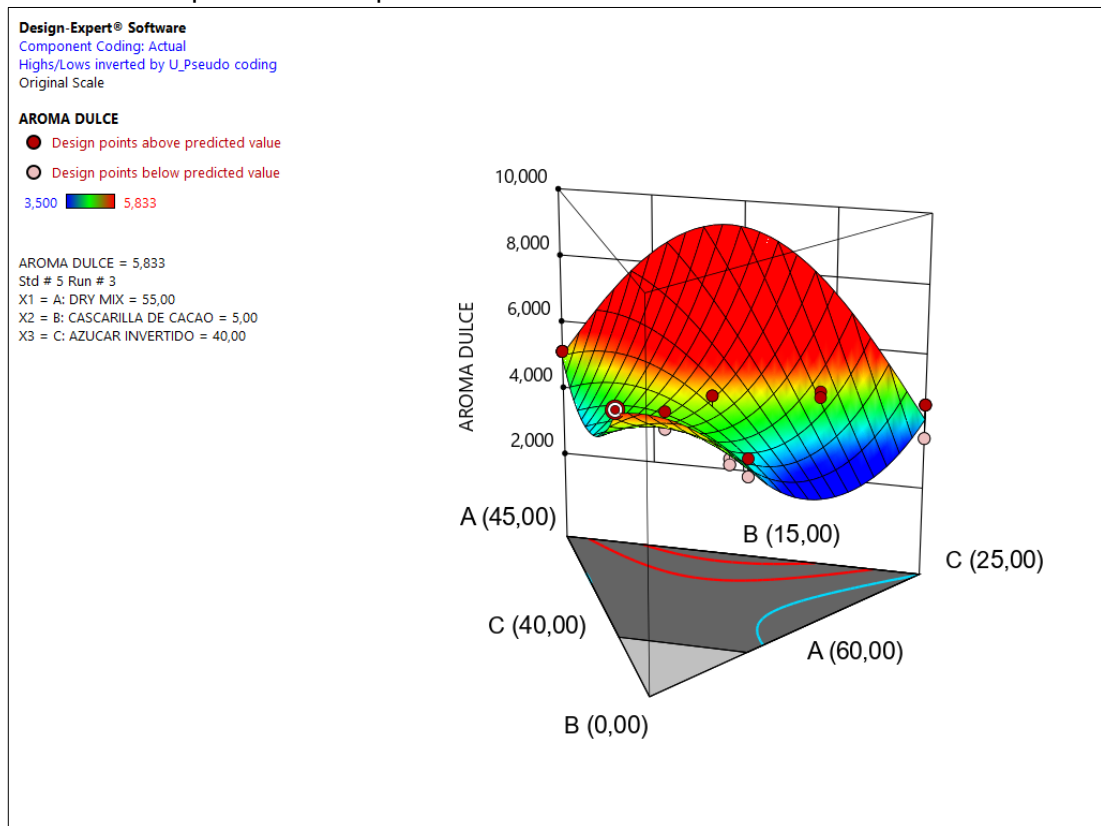
sobrepaso un poco, al valor de aroma dulce (2.36) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

$$\text{Sqrt (aroma dulce)} = (-25.24684 * 0.55) + (154.04773 * 0.05) - (50.87281 * 0.40) - (127.27490 * 0.55 * 0.05) + (162.14179 * 0.55 * 0.40) - (162.47524 * 0.05 * 0.40) = \mathbf{2.39}$$

El aroma dulce del producto final en el análisis sensorial fue de 5.83, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 2.42, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el aroma dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (2.36) por el programa estadístico, entre estos se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (2.39).

Gráfico 9. Superficie de respuesta del aroma dulce



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.3.2. Sabor dulce.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cúbico obteniéndose lo siguiente:

Tabla 25. ANOVA del sabor dulce

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.6184	6	0.1031	59.34	< 0.0001	significant
Linear	0.3168	2	0.1584	91.20	< 0.0001	
Mixture						
AB	0.0939	1	0.0939	54.07	< 0.0001	
AC	0.1718	1	0.1718	98.89	< 0.0001	
BC	0.1058	1	0.1058	60.93	< 0.0001	
ABC	0.0564	1	0.0564	32.48	0,0001	
Residual	0.0191	11	0.0017			
Lack of Fit	0.0074	2	0.0037	2.86	0.1090	not significant
Pure Error	0.0117	9	0.0013			
Cor Total	0.6375	17				

Std. Dev.	0.0417	R²	0.9700
Mean	2.16	Adjusted R²	0.9537
C.V. %	1.93	Predicted R²	0.9258
		Adeq Precision	22.9052

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En el cuadro anterior se puede apreciar el valor de 59.34 para Valor-F y un valor para valor- P menor a 0.0500, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 0.01 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 2.86; esto implica que hay un 10.90 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (sabor dulce) = (-309.75041 * dry mix) – (1126.13495 * cascarilla de cacao) – (692.73409 * azúcar invertido) + (3007.41896 * dry mix * cascarilla de cacao) + (1968.08253 * dry mix * azúcar invertido) + (4908.12262 * cascarilla de cacao * azúcar invertido) – (9782.12532 * dry mix * cascarilla de cacao * azúcar invertido)

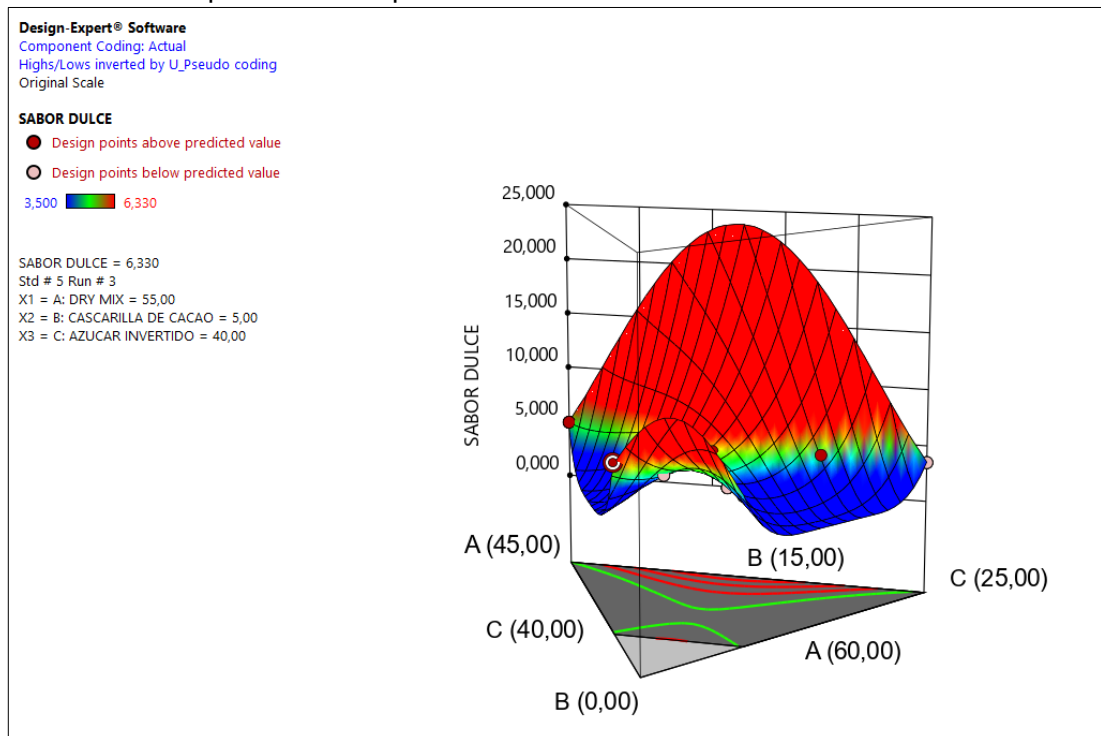
Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3 (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido) transformado en raíz cuadrada nos da 2.48, lo cual se aproximó al valor de sabor dulce (2.51) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

$$\text{Sqrt (sabor dulce)} = (-309.75041 * 0.55) - (1126.13495 * 0.05) - (692.73409 * 0.40) + (3007.41896 * 0.55 * 0.05) + (1968.08253 * 0.55 * 0.40) + (4908.12262 * 0.05 * 0.40) - (9782.12532 * 0.55 * 0.05 * 0.40) = \mathbf{2.48}$$

El sabor dulce del producto final en el análisis sensorial fue de 6.33, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 2.52, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (2.51) por el programa estadístico, se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (2.48) que está situado en la parte antes de la roja debido a su proximidad con el valor predicho, pero no logra sobrepasarlo.

Gráfico 10. Superficie de respuesta del sabor dulce



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.3.3. Intensidad del color.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cubico especial obteniéndose lo siguiente:

Tabla 26. ANOVA de la intensidad del color

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2360	6	0.0393	3.97	0.0233	significant
Linear Mixture	0.0383	2	0.0192	1.93	0.1908	
AB	0.0291	1	0.0291	2.93	0.1149	
AC	0.0114	1	0.0114	1.15	0.3067	
BC	0.0297	1	0.0297	3.00	0.1113	
ABC	0.0597	1	0.0597	6.03	0.0320	
Residual	0.1091	11	0.0099			
Lack of Fit	0.0408	2	0.0204	2.69	0.1214	not significant
Pure Error	0.0683	9	0.0076			
Cor Total	0.3451	17				

Std. Dev.	0.0996	R²	0.6839
Mean	2.31	Adjusted R²	0.5115
C.V. %	4.32	Predicted R²	0.2372
		Adeq Precision	5.5664

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 26 se puede apreciar el valor de 3.97 para Valor-F y un valor 0.0233 para valor- P, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 2.33 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 2.69; esto implica que hay un 12.14 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (Intensidad de color) = (261.07362 * dry mix) + (1616.93421 * cascarilla de cacao) + (588.02193 * azúcar invertido) – (3522.73331 * dry mix * cascarilla de cacao) – (1638.91239 * dry mix * azúcar invertido) – (5530.39574 * cascarilla de cacao * azúcar invertido) + (10066.17605 * dry mix * cascarilla de cacao * azúcar invertido).

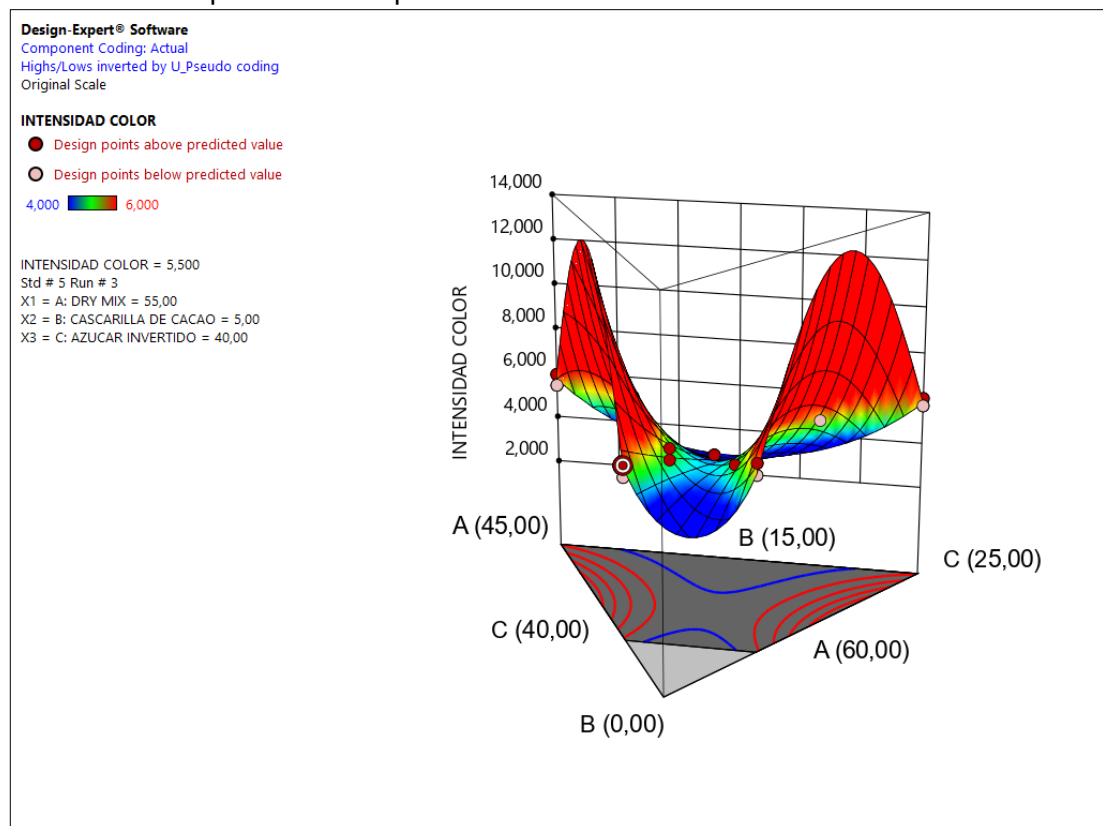
Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3 (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido) transformado en raíz cuadrada nos da 2.32, lo cual se aproximó, aunque sobrepaso un poco, al valor de intensidad de color (2.22) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

Sqrt (Intensidad de color) = (261.07362 * 0.55) + (1616.93421 * 0.05) + (588.02193 * 0.40) – (3522.73331 * 0.55 * 0.05) – (1638.91239 * 0.55 * 0.40) – (5530.39574 * 0.05 * 0.40) + (10066.17605 * 0.55 * 0.05 * 0.40) = **2.32**

La intensidad de color del producto final en el análisis sensorial fue de 5.50, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 2.35, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (2.22) por el programa estadístico, entre estos se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (2.32).

Gráfico 11. Superficie de respuesta de la intensidad de color



Fuente: Design Expert 11.0
Elaborado por: El Autor

4.3.4. Sabor a chocolate.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cuadrático obteniéndose lo siguiente:

Tabla 27. ANOVA del sabor a chocolate

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2359	5	0.0472	5.16	0.0093	significant
Linear Mixture	0.1941	2	0.0971	10.61	0.0022	
AB	0.0292	1	0.0292	3.19	0.0995	
AC	0.0178	1	0.0178	1.94	0.1888	
BC	0.0325	1	0.0325	3.56	0.0838	
Residual	0.1098	12	0.0091			
Lack of Fit	0.0460	3	0.0153	2.16	0.1620	not significant
Pure Error	0.0638	9	0.0071			
Cor Total	0.3457	17				

Std. Dev.	0.0956	R²	0.6825
Mean	2.08	Adjusted R²	0.5502
C.V. %	4.59	Predicted R²	0.4301
		Adeq Precision	5.7362

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 27 se puede apreciar el valor de 5.16 para Valor-F y un valor de 0.0022 para valor- P, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 0.93 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 2.16; esto implica que hay un 16.20 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (sabor chocolate) = (-11.00200 * dry mix) + (120.45212 * cascarilla de cacao) – (27.10769 * azúcar invertido) – (116.30140 * dry mix * cascarilla de cacao) + (84.27419 * dry mix * azúcar invertido) – (122.86163 * cascarilla de cacao * azúcar invertido).

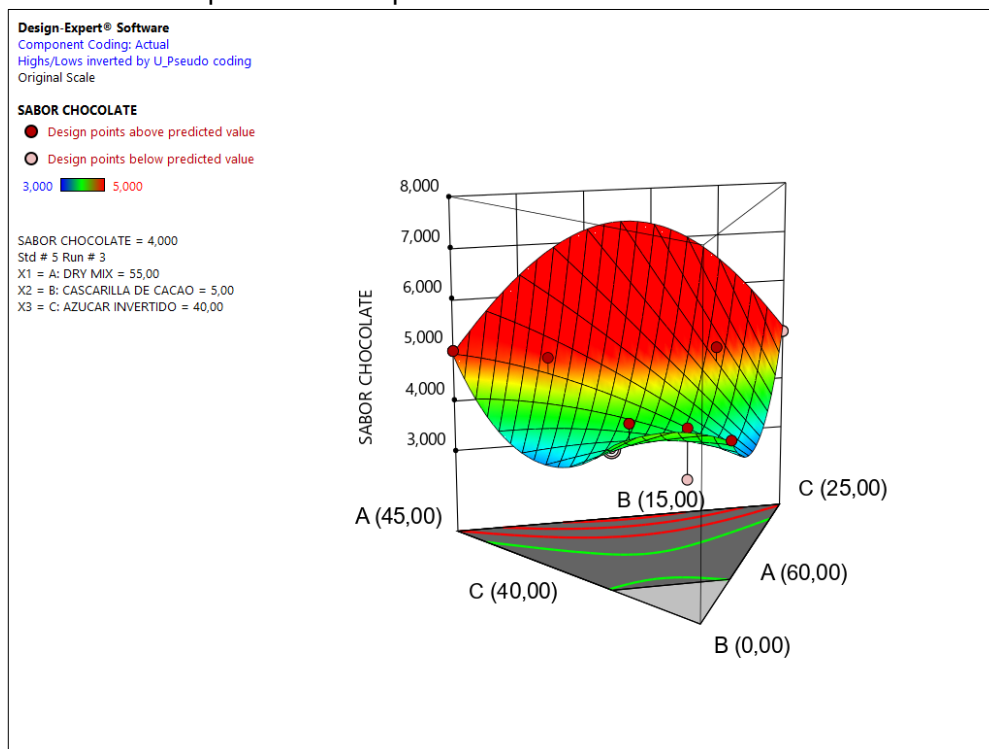
Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3 (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido) transformado en raíz cuadrada nos da 2.01, lo cual se aproximó al valor de sabor a chocolate (2.00) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

Sqrt (sabor chocolate) = (-11.00200 * 0.55) + (120.45212 * 0.05) – (27.10769 * 0.40) – (116.30140 * 0.55 * 0.05) + (84.27419 * 0.55 * 0.40) – (122.86163 * 0.05 * 0.40) = **2.01**

El sabor a chocolate del producto final en el análisis sensorial fue de 4.00, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 2.00, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (2.00) por el programa estadístico, entre estos se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (2.01) que está situado un poco rojiza debido a que lo sobrepasa por una pequeña diferencia.

Gráfico 12. Superficie de respuesta del sabor a chocolate



Fuente: Design Expert 11.0
Elaborado por: El Autor

4.3.5. Sabor amargo.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cubico especial obteniéndose lo siguiente:

Tabla 28. ANOVA del sabor amargo

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.2583	6	0.0430	7.59	0.0021	significant
Linear Mixture	0.1142	2	0.0571	10.06	0.0033	
AB	0.0617	1	0.0617	10.87	0.0071	
AC	0.0522	1	0.0522	9.19	0.0114	
BC	0.0570	1	0.0570	10.05	0.0089	
ABC	0.0428	1	0.0428	7.54	0.0190	
Residual	0.0624	11	0.0057			
Lack of Fit	0.0128	2	0.0064	1.17	0.3546	not significant
Pure Error	0.0496	9	0.0055			
Cor Total	0.3207	17				

Std. Dev.	0.0753	R²	0.8053
Mean	1.90	Adjusted R²	0.6992
C.V. %	3.96	Predicted R²	0.3294
		Adeq Precision	6.9427

Fuente: Design Expert 11.0
Elaborado por: El Autor

En la Tabla 28 se puede apreciar el valor de 7.59 para Valor-F y un valor de 0.0021 para valor- P, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 0.21 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 1.17; esto implica que hay un 35.46 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico

Sqrt (sabor amargo) = (244.13862 * dry mix) + (1090.87067 * cascarilla de cacao) + (557.00558 * azúcar invertido) – (557.00558 * azúcar invertido) – (2674.14334 * dry mix * cascarilla de cacao) – (1554.04992 * dry mix * azúcar invertido) – (4406.52780 * cascarilla de cacao * azúcar invertido) + (8520.37560 * dry mix * cascarilla de cacao * azúcar invertido).

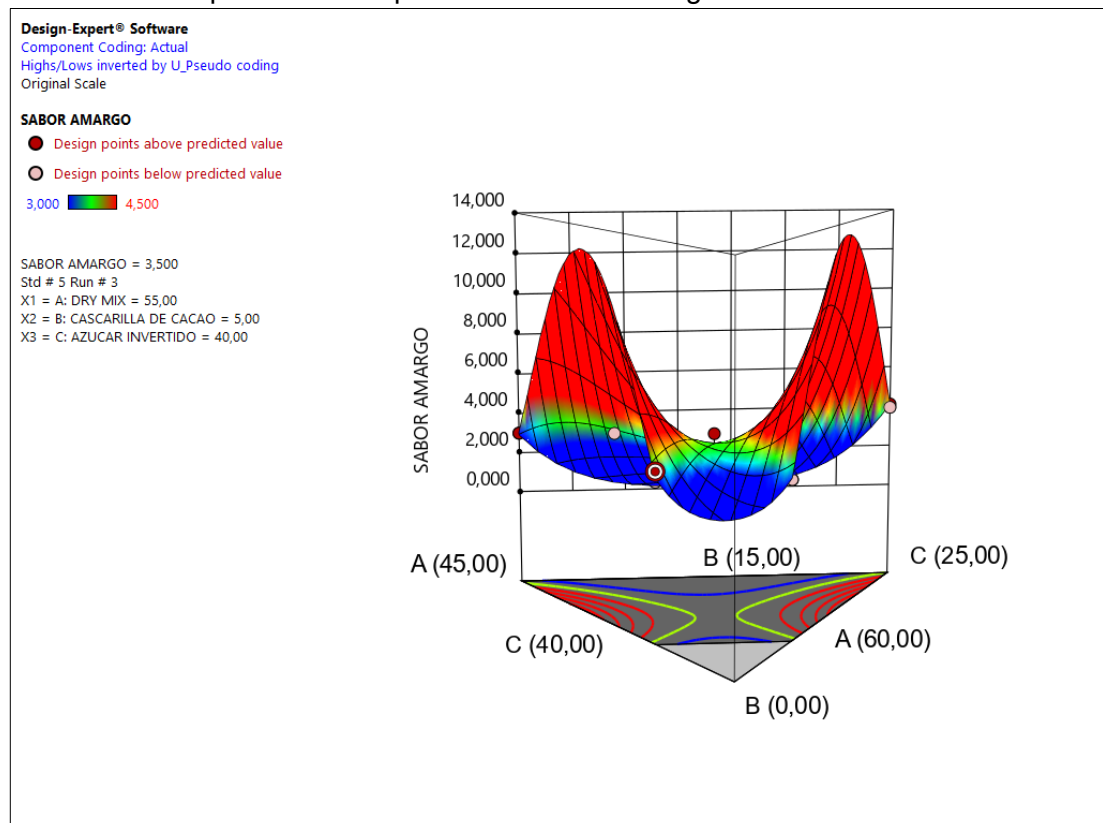
Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3 (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido) transformado en raíz cuadrada nos da 1.78, lo cual se aproximó al valor de sabor amargo (1.82) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

Sqrt (sabor amargo) = (244.13862 * 0.55) + (1090.87067 * 0.05) + (557.00558 * 0.40) – (557.00558 * 0.40) – (2674.14334 * 0.55 * 0.05) – (1554.04992 * 0.55 * 0.40) – (4406.52780 * 0.05 * 0.40) + (8520.37560 * 0.55 * 0.05 * 0.40) = **1.78**

El sabor amargo del producto final en el análisis sensorial fue de 3.50, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 1.87, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (1.82) por el programa estadístico, se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (1.78) que está situado en la parte antes de la roja debido a su proximidad con el valor predicho, pero no logra sobrepasarlo.

Gráfico 13. Superficie de respuesta del sabor amargo



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.3.6. Residual dulce.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cuadrático obteniéndose lo siguiente:

Tabla 29. ANOVA del residual dulce

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.3752	5	0.0750	23.35	< 0.0001	significant
Linear Mixture	0.2904	2	0.1452	45.18	< 0.0001	
AB	0.0251	1	0.0251	7.81	0.0162	
AC	0.0105	1	0.0105	3.28	0.0952	
BC	0.0068	1	0.0068	2.13	0.1700	
Residual	0.0386	12	0.0032			
Lack of Fit	0.0088	3	0.0029	0.8859	0.4845	not significant
Pure Error	0.0298	9	0.0033			
Cor Total	0.4138	17				

Std. Dev.	0.0567	R²	0.9068
Mean	1.82	Adjusted R²	0.8679
C.V. %	3.11	Predicted R²	0.8071
		Adeq Precision	17.1393

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 29 se puede apreciar el valor de 23.35 para Valor-F y un valor para valor- P menor a 0.0001, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 0.01 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 0.8859; esto implica que hay un 48.45 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (residual dulce) = (-6.35129 * dry mix) + (88.64805 * cascarilla de cacao) – (23.32982 * azúcar invertido) – (107.90354 * dry mix * cascarilla de cacao) + (64.94693 * dry mix * azúcar invertido) – (56.37470 * cascarilla de cacao * azúcar invertido).

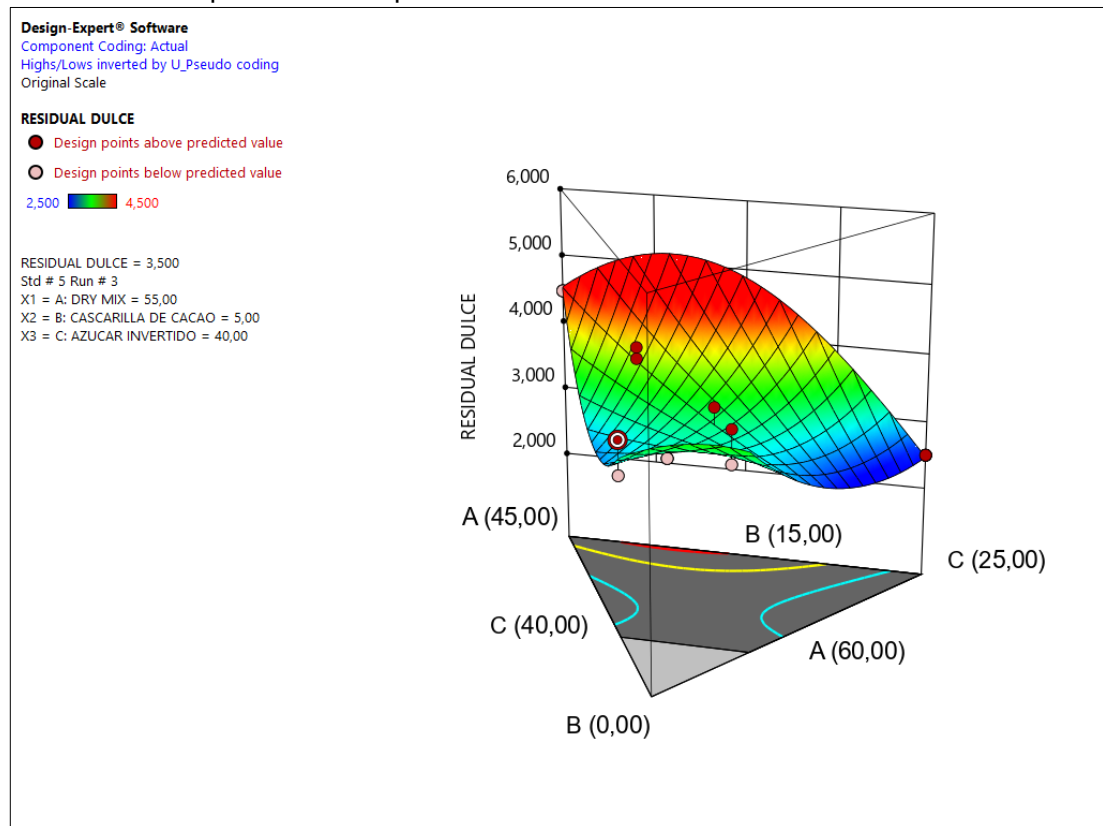
Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3 (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido) transformado en raíz cuadrada nos da 1.80, lo cual igualó al valor de residual dulce (1.80) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

Sqrt (residual dulce) = (-6.35129 * 0.55) + (88.64805 * 0.05) – (23.32982 * 0.40) – (107.90354 * 0.55 * 0.05) + (64.94693 * 0.55 * 0.40) – (56.37470 * 0.05 * 0.40) = **1.80**

El residual dulce del producto final en el análisis sensorial fue de 3.50, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 1.87, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (1.80) por el programa estadístico, se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (1.80) que está situado justo en la parte celeste debido a su igualdad con el valor predicho.

Gráfico 14. Superficie de respuesta del residual dulce



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.3.7. Residual a chocolate.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cuadrático obteniéndose lo siguiente:

Tabla 30. ANOVA del residual a chocolate

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.3597	5	0.0719	4.45	0.0159	significant
Linear Mixture	0.1879	2	0.0939	5.81	0.0172	
AB	0.0202	1	0.0202	1.25	0.2859	
AC	0.0043	1	0.0043	0.2681	0.6140	
BC	0.0440	1	0.0440	2.72	0.1250	
Residual	0.1940	12	0.0162			
Lack of Fit	0.0924	3	0.0308	2.73	0.1061	not significant
Pure Error	0.1016	9	0.0113			
Cor Total	0.5537	17				

Std. Dev.	0.1271	R²	0.6496
Mean	1.63	Adjusted R²	0.5037
C.V. %	7.82	Predicted R²	0.0741
		Adeq Precision	6.5270

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 30 se puede apreciar el valor de 4.45 para Valor-F y un valor para valor- P de 0.0159, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 1.59 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 2.73; esto implica que hay un 10.61 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (residual a chocolate) = (9.10230 * dry mix) – (102.10569 * cascarilla de cacao) + (13.24007 * azúcar invertido) + (96.73050 * dry mix * cascarilla de cacao) – (41.63624 * dry mix * azúcar invertido) + (142.85662 * cascarilla de cacao * azúcar invertido).

Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3 (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido) transformado en raíz cuadrada nos da 1.55, lo cual se aproximó al valor de

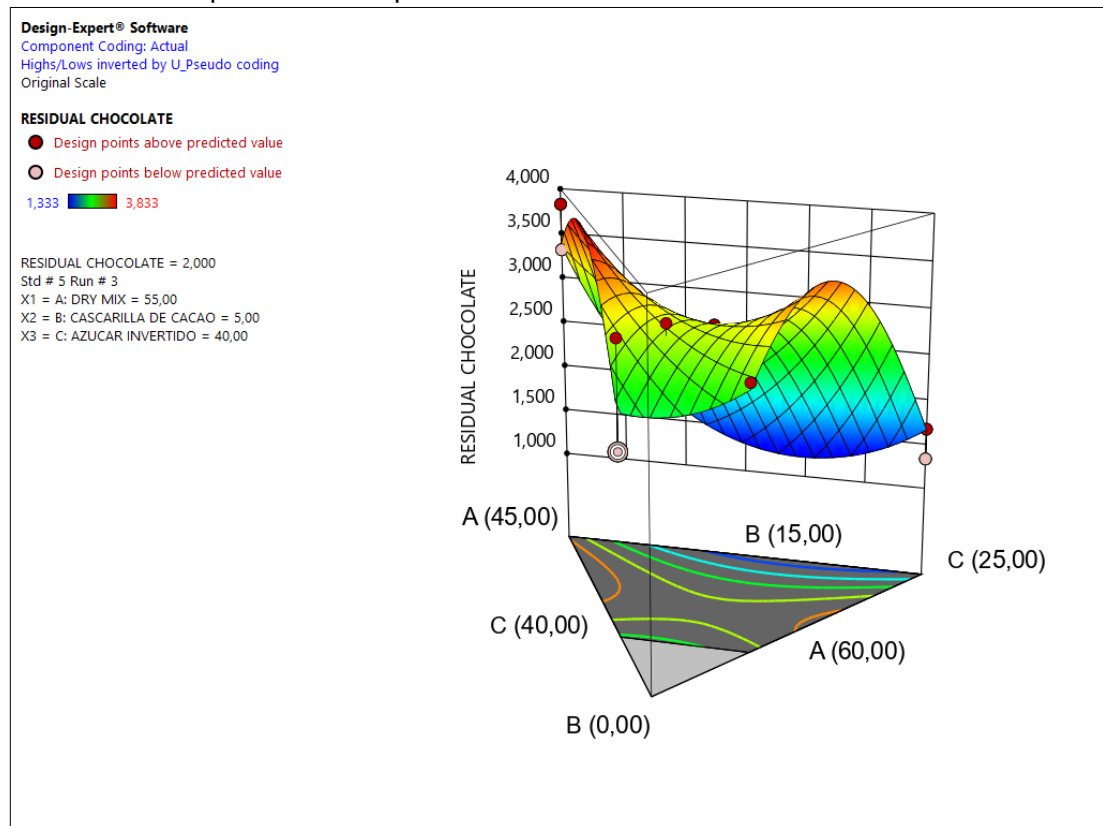
residual a chocolate (1.59) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

$$\text{Sqrt (residual a chocolate)} = (9.10230 * 0.55) - (102.10569 * 0.05) + (13.24007 * 0.40) + (96.73050 * 0.55 * 0.05) - (41.63624 * 0.55 * 0.40) + (142.85662 * 0.05 * 0.40) = \mathbf{1.55}$$

El residual a chocolate del producto final en el análisis sensorial fue de 2.00, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 1.41, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (1.59) por el programa estadístico, se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (1.55) que está situado en la parte amarilla debido a su proximidad con el valor predicho, pero no logra sobrepasarlo.

Gráfico 15. Superficie de respuesta del residual a chocolate



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.3.8. Residual amargo.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cuadrático obteniéndose lo siguiente:

Tabla 31. ANOVA del residual amargo

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.5958	5	0.1192	16.31	< 0.0001	significant
Linear Mixture	0.1903	2	0.0951	13.02	0.0010	
AB	0.0055	1	0.0055	0.7459	0.4047	
AC	0.0276	1	0.0276	3.78	0.0756	
BC	0.0001	1	0.0001	0.0146	0.9059	
Residual	0.0877	12	0.0073			
Lack of Fit	0.0246	3	0.0082	1.17	0.3740	not significant
Pure Error	0.0631	9	0.0070			
Cor Total	0.6835	17				

Std. Dev.	0.0855	R²	0.8717
Mean	1.52	Adjusted R²	0.8182
C.V. %	5.61	Predicted R²	0.7352
		Adeq Precision	11.1730

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 31 se puede apreciar el valor de 16.31 para Valor-F y un valor para valor- P menor a 0.0001, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 0.01 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 1.17; esto implica que hay un 37.40 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (Residual amargo) = (-17.77134 * dry mix) + (1.36936 * cascarilla de cacao) – (34.00871 * azúcar invertido) + (50.29162 * dry mix * cascarilla de cacao) + (105.13401 * dry mix * azúcar invertido) + (7.02920 * cascarilla de cacao * azúcar invertido).

Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3, (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido)

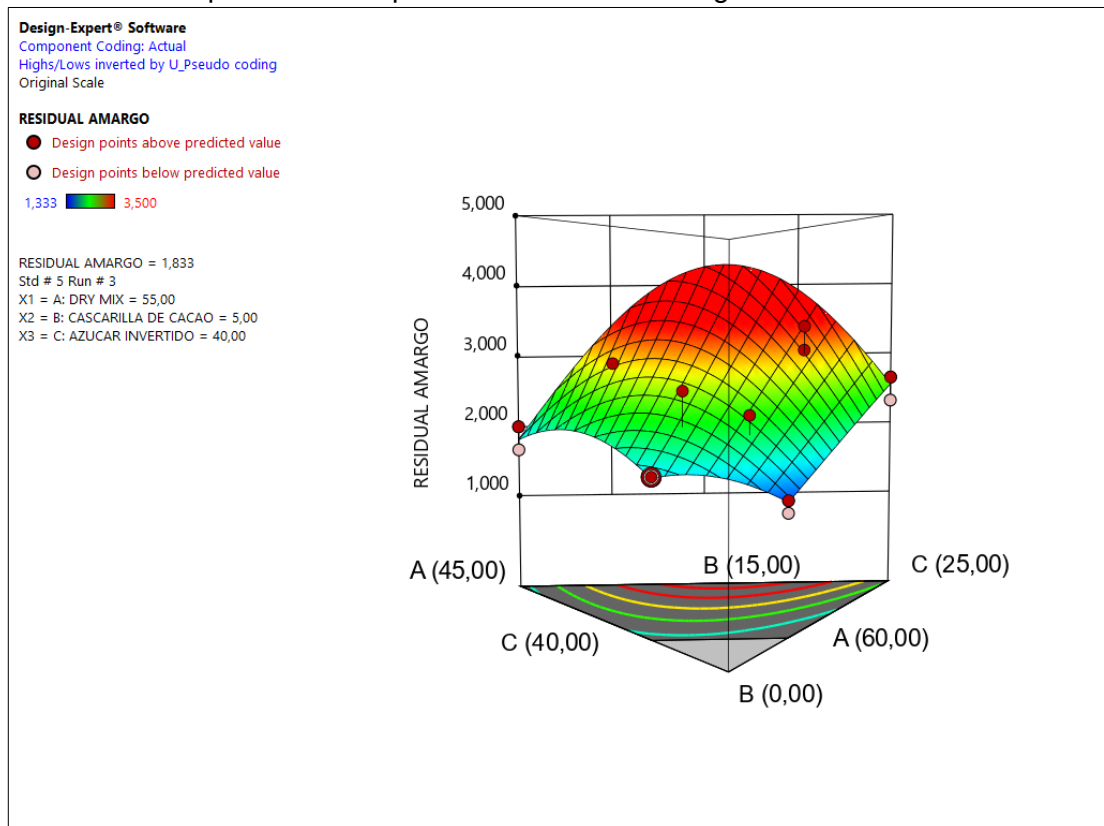
transformado en raíz cuadrada nos da 1.34, lo cual se aproximó al valor de residual amargo (1.38) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

$$\text{Sqrt (Residual amargo)} = (-17.77134 * 0.55 + (1.36936 * 0.05) - (34.00871 * 0.40) + (50.29162 * 0.55 * 0.05) + (105.13401 * 0.55 * 0.40) + (7.02920 * 0.05 * 0.40) = 1.34$$

El residual amargo del producto final en el análisis sensorial fue de 1.83, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 1.35, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (1.38) por el programa estadístico, se puede observar el punto señalado correspondiente al Tatamiento 3 (1.34) que está situado en la parte amarillenta debido a su proximidad con el valor predicho, pero no logra sobrepasarlo.

Gráfico 16. Superficie de respuesta del residual amargo



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.3.9. Crocancia.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cuadrático obteniéndose lo siguiente:

Tabla 32. ANOVA de la crocancia

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.3883	5	0.0777	11.41	0.0003	significant
Linear	0.3067	2	0.1534	22.54	<	
Mixture					0.0001	
AB	0.0308	1	0.0308	4.53	0.0547	
AC	0.0448	1	0.0448	6.58	0.0248	
BC	0.0531	1	0.0531	7.81	0.0162	
Residual	0.0816	12	0.0068			
Lack of Fit	0.0424	3	0.0141	3.24	0.0745	not significant
Pure Error	0.0393	9	0.0044			
Cor Total	0.4699	17				

Std. Dev.	0.0825	R²	0.8263
Mean	2.25	Adjusted R²	0.7539
C.V. %	3.66	Predicted R²	0.6547
		Adeq Precision	11.7216

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 32 se puede apreciar el valor de 11.41 para Valor-F y un valor para valor- P de 0.0003, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 0.03 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 3.24; esto implica que hay un 7.45 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (crocancia) = (25.48114 * dry mix) – (136.32926 * cascarilla de cacao) + (44.47998 * azúcar invertido) + (119.56502 * dry mix * cascarilla de cacao) – (1333.83194 * dry mix * azúcar invertido) + (157.02945 * cascarilla de cacao * azúcar invertido).

Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3, (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido)

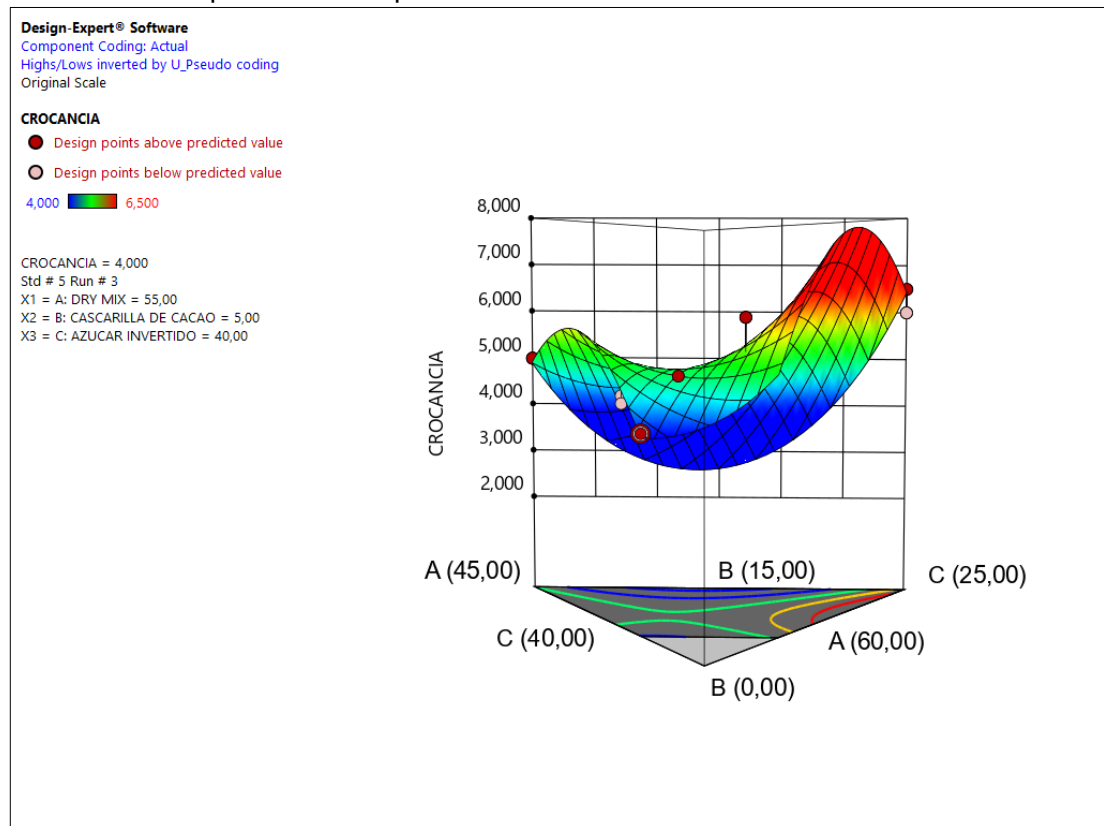
transformado en raíz cuadrada nos da 1.98, lo cual se aproximó al valor de crocancia (2.01) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

$$\text{Sqrt (crocancia)} = (25.48114 * 0.55) - (136.32926 * 0.05) + (44.47998 * 0.40) + (119.56502 * 0.55 * 0.05) - (1333.83194 * 0.55 * 0.40) + (157.02945 * 0.05 * 0.40) = \mathbf{1.98}$$

La crocancia del producto final en el análisis sensorial fue de 4.00, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 2.00, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (2.01) por el programa estadístico, se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (1.98) que está situado en la parte azul debido a su proximidad con el valor predicho, pero no logra sobrepasarlo.

Gráfico 17. Superficie de respuesta de la crocancia



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.3.10. Sequedad.

Para este parámetro en el software utilizó un modelo cuadrático obteniéndose lo siguiente:

Tabla 33. ANOVA de la sequedad

Source	Sum of Squares	df	Mean Square	F-value	p-value	
Model	0.3662	5	0.0732	10.27	0.0005	significant
Linear Mixture	0.2813	2	0.1407	19.72	0.0002	
AB	0.0069	1	0.0069	0.9706	0.3440	
AC	0.0084	1	0.0084	1.18	0.2992	
BC	0.0247	1	0.0247	3.47	0.0872	
Residual	0.0856	12	0.0071			
Lack of Fit	0.0225	3	0.0075	1.07	0.4097	not significant
Pure Error	0.0631	9	0.0070			
Cor Total	0.4518	17				

Std. Dev.	0.0845	R²	0.8105
Mean	2.13	Adjusted R²	0.7316
C.V. %	3.97	Predicted R²	0.6299
		Adeq Precision	9.8074

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

En la Tabla 33 se puede apreciar el valor de 10.27 para Valor-F y un valor para valor- P de 0.0005, lo cual implica que el modelo es significativo ya que solo existe una probabilidad del 0.05 % de que el valor- F ocurra por ruido.

El lack of fit, o falta de ajuste en español, tiene un valor de 1.07; esto implica que hay un 40.97 % de probabilidad de que esta falta de ajuste ocurra por ruido, lo cual no es significativo.

A continuación, se encuentra la ecuación desarrollada con el programa estadístico:

Sqrt (Sequedad) = (14.49720 * dry mix) – (72.61708 * cascarilla de cacao) + (16.39420.* azúcar invertido) + (56.67775 * dry mix * cascarilla de cacao) – (57.95829 * dry mix * azúcar invertido) + (107.12966 * cascarilla de cacao * azúcar invertido)

Utilizando la ecuación anterior con los valores del Tratamiento 3, (55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido)

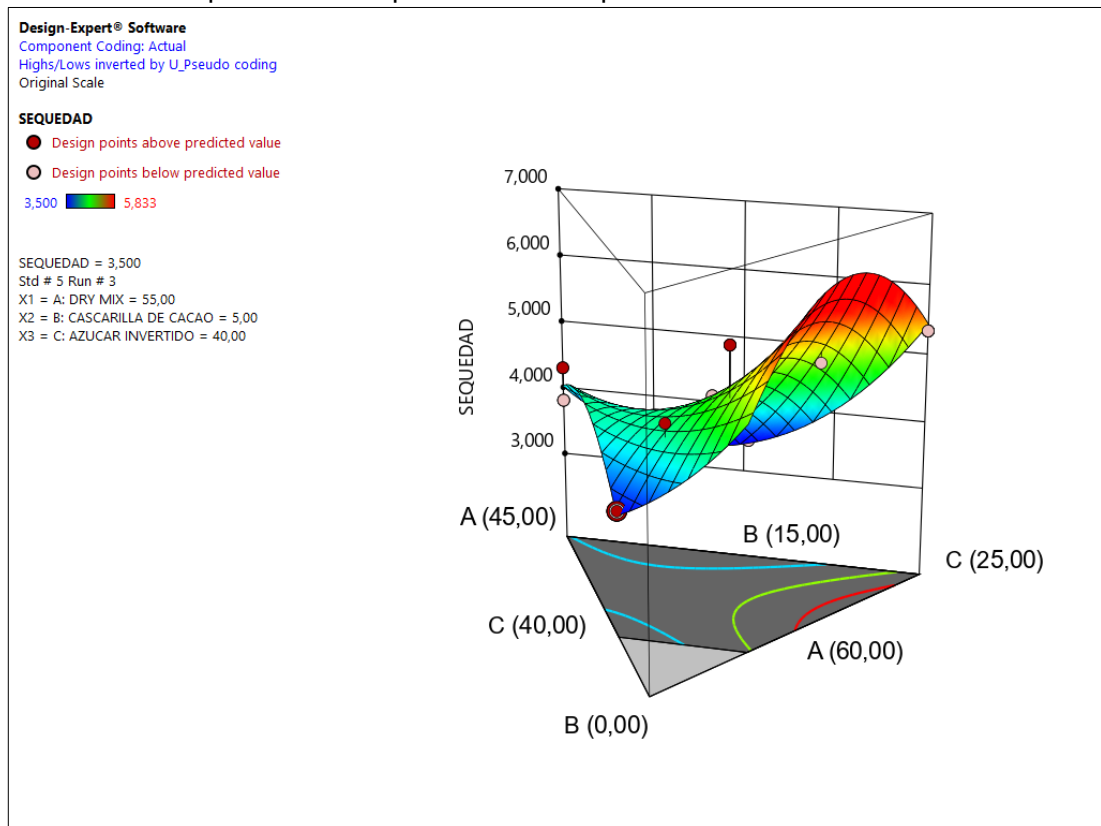
transformado en raíz cuadrada nos da 1.85, lo cual se aproximó al valor de sabor dulce (1.89) de la formulación más deseable según el software Design Expert. A continuación, se encuentra el cálculo de dicho valor:

$$\text{Sqrt (Sequedad)} = (14.49720 * 0.55) - (72.61708 * 0.05) + (16.39420 * 0.40) + (56.67775 * 0.55 * 0.05) - (57.95829 * 0.55 * 0.40) + (107.12966 * 0.05 * 0.40) = \mathbf{1.85}$$

El sabor dulce del producto final en el análisis sensorial fue de 3.50, el cual transformado a raíz cuadrada se obtiene 1.87, esto se aproximó al valor obtenido en el reemplazo de la ecuación anterior.

A continuación, se presenta los resultados en un gráfico de superficie de respuesta para el sabor dulce, en la cual como componentes se obtuvieron A: Dry mix B: Cascarilla de cacao C: Azúcar invertido, cada uno determinados por sus máximo y mínimos. Los puntos rojos indican valores con mayor relevancia en el gráfico al ser mayores al valor predicho (1.89) por el programa estadístico, se puede observar el punto señalado correspondiente al Tratamiento 3 (1.85) que está situado en la parte antes azul debido a su proximidad con el valor predicho, pero no logra sobrepasarlo.

Gráfico 18. Superficie de respuesta de la sequedad



Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.4. Comparación entre formulación Design Expert y mejor tratamiento

La composición del tratamiento ganador fue de 55 % dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % azúcar invertido, sin embargo, el programa Design Expert desarrollo una composición de la cual matemáticamente posee 100 % de deseabilidad, esta composición fue: 55.203 % dry mix, 5.311 % cascarilla de cacao y 39.485 % azúcar invertido. Ambas composiciones se asemejan bastante, esto explica porque tenían puntajes tan parecidos en cada parámetro sensorial. Esto confirma el resultado obtenido por el análisis sensorial.

A continuación, se presentan los puntajes en términos de raíces cuadradas para la fórmula de Design Expert, el tratamiento analizado

Tabla 34. Características de la formulación Design Expert

Respuesta	Design Expert (100 % deseabilidad)	Tratamiento 3 (sensorial)	Tratamiento 3 (ecuaciones)
AROMA DULCE	2.36	2.42	2.39
SABOR DULCE	2.51	2.52	2.48
INTENSIDAD COLOR	2.22	2.35	2.32
SABOR CHOCOLATE	2.00	2.00	2.01
SABOR AMARGO	1.82	1.87	1.78
RESIDUAL DULCE	1.80	1.87	1.80
RESIDUAL CHOCOLATE	1.59	1.41	1.55
RESIDUAL AMARGO	1.38	1.35	1.34
CROCANCIA	2.01	2.00	1.98
SEQUEDAD	1.89	1.87	1.85

Fuente: Design Expert 11.0

Elaborado por: El Autor

4.5. Grados Brix del Azúcar invertido

Los grados Brix fueron medidos en la Planta de Industrias Vegetales de la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil con la ayuda de un refractómetro. Obteniendo un resultado de 72 g /100g. Lo cual es notablemente mayor al poder endulzante de azúcar normal.

4.6. Calidad microbiología de la barra energética

4.6.1. Mohos y levaduras.

Los resultados microbiológicos para moho y levadura de la barra energética señalaron que no hubo desarrollo microbiano.

4.6.2. Coliformes.

Los resultados microbiológicos para Coliformes de la barra energética señalaron que no hubo desarrollo microbiano.

4.7. Calidad física y química de la barra energética

4.7.1. Humedad.

El análisis de humedad se realizó en un laboratorio acreditado ante el SAE, el cual utilizó la AOAC 20th 945.38 B como método de referencia obteniendo un resultado de 9.33 %. Dicho valor se encuentra dentro de los rangos permitidos por la norma INEN 3084:2015.

4.7.2. Cenizas.

El análisis de ceniza se realizó en un laboratorio acreditado ante el SAE, el cual utilizó la AOAC 20th 945.38 C como método de referencia obteniendo un resultado de 1.63 g/100g.

4.7.3. Proteína.

El análisis de proteína se realizó en un laboratorio acreditado ante el SAE, el cual utilizó la AOAC 20th 979.09 como método de referencia obteniendo un resultado de 9.20 g/100g.

4.7.4. Grasa.

El análisis de grasa se realizó en un laboratorio acreditado ante el SAE, el cual utilizó la AOAC 20th 945.38 F como método de referencia obteniendo un resultado de 11.29 g/100g.

4.7.5. Carbohidratos.

El análisis de carbohidratos se realizó en un laboratorio acreditado ante el SAE, el cual mediante cálculos se obtuvo un resultado de 68.55 g/100g

4.7.6. Fibra dietaria.

El análisis de fibra dietaria se realizó en un laboratorio acreditado ante el SAE, el cual utilizó la AOAC 20th 985.29 como método de referencia obteniendo un resultado de 4.10 g/100g

4.7.7. Energía.

A partir de los datos anteriores obtenidos del laboratorio, el análisis de la energía se realizó por medio de fórmulas matemáticas basadas en la norma NTE INEN1334-2 obteniendo un resultado de 206 Kcal o su equivalente a 869.47 KJ. dichos cálculos se pueden apreciar en la tabla presentada a continuación:

Tabla 35. Cálculo de energía de la barra energética

	Conversión (NTE INEN 1334-2)	Cantidad (Porción: 50g)	Energía
Proteínas	4 Kcal/g - 17 KJ	4.60	18.4 Kcal - 78.2 KJ
Grasas	9 Kcal/g - 37 KJ	5.64	50.76 Kcal - 208.68 KJ
Carbohidratos	4 Kcal/g - 17 KJ	34.27	137.08 Kcal - 582.59 KJ
		Energía total:	206.24 Kcal – 869.47 KJ

Elaborado por: El Autor

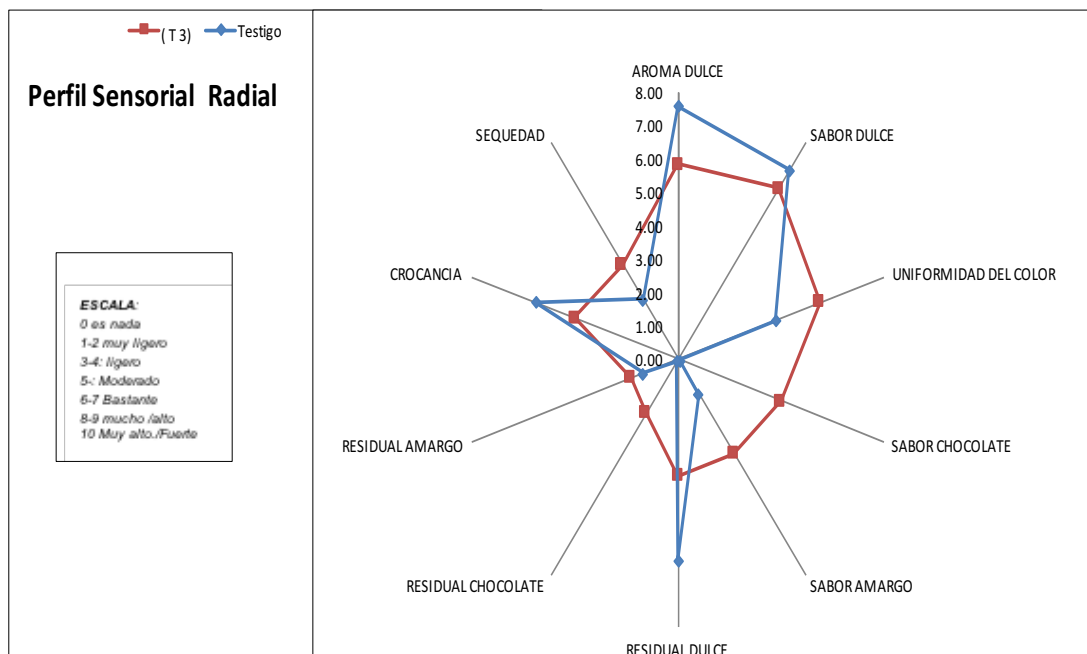
4.8. Comparación entre testigo y producto final

4.8.1. Nivel sensorial.

El análisis sensorial fue llevado a cabo en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil con 7 estudiantes de la Carrera de Nutrición, Dietética y Estética los cuales son considerados como panelistas con un grado de capacidad superior a la población común. A cada persona se le entregó una bolsa con 9 diferentes barras y 1 barra del mercado que hizo el rol de producto testigo.

Como resultados de los análisis se obtuvieron perfiles sensoriales de cada tratamiento, de los cuales el mejor resultado fue el Tratamiento 3. A continuación se expresan los valores obtenidos por dicho tratamiento en comparación con el perfil obtenido para la barra testigo:

Gráfico 19. Perfil sensorial radial Testigo vs Tratamiento 3



Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: El Autor

Sensorialmente los dos productos son muy similares, la mayor diferencia es la de sabor y residual a chocolate, lo cual se explicó que es debido a la falta de esta materia prima en la barra testigo y que corresponde a una característica propia de la barra energética desarrollada con la cascarilla de cacao.

Los parámetros más similares en el gráfico son sabor dulce, residual amargo, crocancia y sequedad.

4.8.2. Nivel físico y químico.

Como se mencionó anteriormente, todos los análisis realizados a la barra energética fueron hechos por un laboratorio acreditado por el SAE, a continuación, se resume dichos valores obtenidos además de los cálculos del porcentaje de valor diario que la barra cubre en cada parámetro según la NTE INEN 1334-2.

A continuación, se muestran los datos nutricionales de la barra energética con la presentación de 50 g:

Tabla 36. Datos nutricionales de la barra energética

PARAMETROS	TRATAMIENTO 3 (Porción: 50g)	VALOR DIARIO (%VD)
Energía	206.24 Kcal 869.47 KJ	10.31
Proteína (g)	4.60	9.2
Grasa (g)	5.64	8.67
Carbohidrato (g)	34.27	11.42
Fibra Dietaria (g)	2.05	8.2

Elaborado por: El Autor

Los datos de la barra testigo fueron obtenidos de la ficha nutricional en la etiqueta del mismo los cuales son:

Tabla 37. Datos nutricionales de la barra testigo

PARAMETROS	TESTIGO (Porción: 30g)	VALOR DIARIO (%VD)
Energía	120 Kcal 503 KJ	6
Proteína (g)	3	6
Grasa (g)	2	3
Carbohidrato (g)	23	8
Fibra Dietaria (g)	0	0

Fuente: Alimentos fortificados FORTESAN CIA. LTDA.

Elaborado por: El Autor

A continuación, se presentan los datos nutricionales de la barra energética y las testigos a manera de comparación:

Tabla 38. Comparación de datos nutricionales barra energética vs. testigos

PARAMETROS	TRATAMIENTO 3 (Porción: 30g)	TESTIGO (Porción: 30g)	OLIVERA, 2012 (Porción: 30g)
Energía	123.7 Kcal 521.5 KJ	120 Kcal 503 KJ	121.2 Kcal 507.1KJ
Proteína (g/30g)	2.76	3	4.71
Grasa (g/30g)	3.38	2	3.78
Carbohidrato (g/30g)	20.56	23	17.1
Fibra Dietaria (g/30g)	1.23	0	1.02
Humedad %	9.33	10	9.9

Fuente: Elaboración propia

Elaborado por: El Autor

4.9. Costo-beneficio

Las materias primas utilizadas para el desarrollo de la barra energética se detallan a continuación:

Tabla 39. Costos de materias primas

Material	Marca	cantidad	costo
Avena	Quaker	300 g	\$ 1.12
Chía	Weir	350 g	\$ 9.99
Amaranto	Weir	500 g	\$ 8.99
Almendra rebanadas	Nature's heart	200 g	\$ 8.75
Arándano deshidratado	Nature's heart	700 g	\$ 14.85
Cascarilla de cacao	COFINA S.A.	100 libras (45359.2 g)	\$ 7.00
Azúcar blanca	Valdez	2 kg	\$ 2.06
Cremor tártaro	Mc Cormick	50 g	\$ 4,50
Agua	Dansani	600 ml	\$ 0.35

Elaborado por: El Autor

Las materias primas utilizadas para el desarrollo del azúcar invertido se detallan a continuación:

Tabla 40. Costos de materias primas para azúcar invertido

Material	cantidad	costo
Azúcar blanca	20 g	\$ 0.0206
Cremor tártaro	0.02 g	\$ 0.0018
Agua	9.6 ml	\$ 0.0056
	COSTO	\$ 0.028

Elaborado por: El Autor

Las materias primas utilizadas para el desarrollo de una barra energética de 50 g de presentación se detallan a continuación:

Tabla 41. Costo – beneficio de la barra energética

Material		Formula	g/50g	costo
DRY MIX (55%)	Avena	33 %	16.5	\$ 0.0616
	Chía	5.5 %	2.75	\$ 0.0784
	Amaranto	5.5 %	2.75	\$ 0.0494
	Almendra rebanadas	8.25 %	4.12	\$ 0.1802
	Arándano deshidratado	2.75 %	1.37	\$ 0.0290
Cascarilla de cacao		5 %	2.5	\$ 0.0003858
Azúcar Invertido		40 %	20	\$ 0.028
COSTO BARRA ENERGETICA DE 50g				\$ 0.426985
Margen de ganacia (25%)				\$ 0.1067
PVP por barra				\$ 0.53
PVP caja de 8 barras				\$ 4.26

Elaborado por: El Autor

El producto testigo del mercado viene en cajas de 8 barras de 30 g cada una, esta caja tiene un PVP \$ 4.32, es decir \$ 0.54 cada barra. La barra desarrollada tiene 20 g más que el testigo, ofreciendo aproximadamente 66.7 % más producto.

Además, al igualar la presentación por cajas de 8 unidades del testigo, la barra energética desarrollada logra un PVP \$ 4.26, siendo \$ 0.06 más económico, valor que puede aumentar si el margen baja a 20 %, pues el PVP de la barra llegaría a \$ 0.51 y la caja a \$ 4.08 siendo \$ 0.24 más económico.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

Se evaluó la mejor combinación de avena, chía, amaranto, almendras, arándanos, cascarilla de cacao y azúcar invertido obteniéndose una barra energética formada por 55 % de dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % de azúcar invertido, se evaluaron las características físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales del producto final siendo estas muy similares a la del producto testigo, además se estableció costo-beneficio de la producción del nuevo producto, lo cual demostró que este producto puede ser competitivo dentro del mercado.

Como respuesta al problema de la investigación y en función a los objetivos y resultados, se concluye:

- De acuerdo a los resultados obtenidos, si es posible obtener una barra energética de buenas características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales y nutricionales con el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*) en combinación con cereales, semillas, almendras, arándanos y azúcar invertido.

5.2. Recomendaciones

- Continuar con investigaciones sobre fuentes no convencionales de nutrientes.
- Se debe buscar normas de calidad para referencias las características finales de los productos.
- Hacer un análisis de tiempo de vida útil de la cascarilla de cacao.

- Continuar con estudios de conservación para poder determinar valores adecuados que puedan formar parte de una normativa para este producto.

BIBLIOGRAFÍA

Alcaldía de Guayaquil. (s.f.). Geografía de Guayaquil. Recuperado de <http://www.guayaquil.gob.ec/geograf%C3%ADa-de-guayaquil>

Araneda, M. (2015). Cereales y derivados: Composición y Propiedades. Recuperado 26 de octubre de 2017, a partir de <http://www.edualimentaria.com/cereales-y-derivados-composicion-y-propiedades>

ARCSA (2015). Resolución ARCSA-DE-067-2015-GGG, P. 28. Recuperado de http://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2015/12/Resolucion_ARCSA-DE-067-2015-GGG.pdf

Badui, S. (2013). *Química de los alimentos*. México: Pearson educación.

Báez, L. et al (2013). Elaboración de una barra energética a base de Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) como fuente de Omega 3 y 6. (Tesis de grado). Universidad San Francisco de Quito. Quito-Ecuador. Recuperado: <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/2380/1/106819.pdf>

Bernaert, H. y Ruyscher, I. (2016). US9375024 B2. Recuperado a partir de <http://www.google.com.ec/patents/US9375024>

Casamen, L. y Soto, G. (2015). *Alternativas para la utilización de barras energéticas a partir de la quinoa (*Chenopodium quinoa*), amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*) y chia (*Salvia hispánica L.*) con tres tipos de jarabes: miel de agave, miel de abeja y glucosa en los laboratorios académicos de la carrera de Ingeniería Agroindustrial de*

la Universidad Técnica de Cotopaxi en el periodo 2015(Tesis de titulación). Universidad Técnica de Cotopaxi, Cotopaxi- Ecuador.

Chacón, D. (2013). "Barras energéticas definición" Candela diseños. Quito, Ecuador. (p 23).

Colussi, R. (2013). Acceptability and physicochemical stability of cereal bars elaborated based on oats and golden axseed. Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/bjft/v16n4/a06v16n4.pdf>

Coordinación General del Sistema de Información Nacional. (2016). Boletín situacional de cacao (2016). Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/index.php/situacionales-de-cultivo-2016>

Da Silva, E. (2016). Physicochemical and sensory characteristics of snack bars added of jervá our (*Syagrus romanzo ana*). Recuperado de <http://www.scielo.br/pdf/cta/2016nahead/0101-2061-cta-1678-457X08115.pdf>

Eggen, I. B. (1979, mayo 22). US4156030 A. Recuperado a partir de <http://www.google.com.ec/patents/US4156030>

El mundo de los cereales. Parte 1 | Nutrición y cocina saludable. (s. f.). Recuperado 26 de octubre de 2017, a partir de <http://blogs.diariovasco.com/nutricion-cocina-saludable/2015/09/15/el-mundo-de-los-cereales-parte-1/>

García, M. (s.f.) Tecnología de cereales. (Notas de los temas 5 a 8). Dpto. de Ingeniería Química, Universidad de Granada, España. Recuperado de <http://www.ugr.es/~mgroman/archivos/TC/mat.pdf>

- INEN (1998). Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placa por siembra en profundidad. NTE INEN 1529-10:98. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.1529.10.1998>
- INEN (2007). Cereales, leguminosas y subproductos. Determinación del rendimiento de cenizas por incineración (IDT). NTE INEN-ISO 2171:2007. Recuperado de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/AOC/08092014/nte_inen_iso_2171_extracto.pdf.
- INEN (2011) Bocaditos de granos, cereales y semillas. Requisitos. NTE INEN 2570:2011. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.2570.2011>
- INEN (2011) Granolas. Requisitos. NTE INEN 2595:2011. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.2595.2011>
- INEN (2013). Control microbiológico de los alimentos. Determinación de microorganismos Coliformes. Por técnica de recuento de colonias. NTE INEN 1529-7:2013. Recuperado de <http://normaspdf.inen.gob.ec/pdf/nte1/1529-7-1R.pdf>
- INEN (2014). Almacenamiento de cereales y leguminosas parte 2: recomendaciones prácticas (iso 6322-2:2000, idt). CPE INEN-ISO 6322-2. Recuperado de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/NORMAS_2014/GMO/08092014/cpe_inen_iso_6322_2_extracto.pdf
- INEN (2015). Cereales horneados, extrudidos e inflados. Requisitos. NTE INEN 2561. Recuperado de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/03/nte_inen_2561.pdf

- INEN (2015). Mezclas alimenticias. Requisitos. NTE INEN 3084:2015. Recuperado de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/01/nte_inen_3084.pdf
- INEN (2016). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 1. Requisitos. NTE INEN 1334-1. Recuperado de <https://archive.org/details/ec.nte.2570.2011>
- INEN (2016). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos. NTE INEN 1334-2. Recuperado de http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2016/05/nte_inen_1334-2.pdf
- INEN (2016). Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 3. Requisitos para las declaraciones nutricionales y declaraciones saludables. NTE INEN 1334-3. Recuperado de http://www.controlsanitario.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2014/07/ec.nte_.1334.3.2011.pdf
- Kopp, G. M., Pearson, S. M., y Shah, M. (2011, noviembre 29). US8067051 B2. Recuperado a partir de <http://www.google.com.ec/patents/US8067051>
- Koriyama, D. (2017). Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. Recuperado de
- Monteros, J. (2015). Determinación de parámetros óptimos para la estabilidad de sacarosa invertida líquida con fines industriales. Universidad Técnica del Norte, Ibarra-Ecuador. Recuperada de: <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/4448/1/03%20EIA%20365%20TESIS.pdf>

Morán, P. (2016). "Factores que inciden en el consumo de barras energéticas para deportistas en la ciudad de Guayaquil". (Tesis de masterado). Universidad Católica de Santiago de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/6157/1/T-UCSG-POS-MGM-33.pdf>

Nieburg, O. (2017) US demand for cocoa fibers to grow amid FDA review, says Moner Cocoa. Recuperado de <https://www.confectionerynews.com/Article/2017/07/13/Cocoa-fiber-demand-to-grow-amid-FDA-fibers-review-says-Moner-Cocoa>

Ochoa, C. (2012). "Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa apicare". (Tesis de grado). Escuela superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/2577/1/56T00345.pdf>

Okiyama, D., Navarro. S., Rodriguez, C., (2017) Cocoa shell and its compounds: Applications in the food industry. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0924224416302540?showall%3Dtrue%26via%3Dihub>

Olivera C, Ferreyra D, Giacomino M, Curia C, Pellegrino G, Fournier U, y Apro C,. (2012). Desarrollo de barras de cereales nutritivas y efecto del procesado en la calidad proteica. *Revista chilena de nutrición*, 39(3), 18-25. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182012000300003>

Ortega, R. M., Aparicio Vizuete, A., Jiménez Ortega, A. I. y Rodríguez Rodríguez, E. (2015). Cereales de grano completo y sus beneficios

sanitarios. *Nutrición Hospitalaria*, 32(1). Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/resumen.oa?id=309243316006>

Pacheco, S. Z. (2014). Barras de cereales energéticas y enriquecidas con otras fuentes vegetales. *Revista de Investigación Universitaria*, 3(2). Recuperado a partir de <http://revistascientificas.upeu.edu.pe/index.php/riu/article/view/522>

Paiva, A., Pícolo, M., Ribeiro, J., Batista, E. y Ciabotti, S. (2012). Characterization of food bars manufactured with agroindustrial by-products and waste. *Ciênc. Agrotec.*, volumen 36, paginas 333-340. Recuperado de http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/9736/1/ARTIGO_Characterization%20of%20food%20bars%20manufactured%20with%20agroindustrial%20by-products%20and%20wa.pdf

Pazmiño, D. (2013). Obtención de una infusión aromática a partir de la cascarilla de cacao de fino aroma. (Tesis de titulación). Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador. Recuperado de http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5034/1/53738_1.pdf

Pereria, M. (2012). *Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano* (Tesis de grado). Universidad Simón Bolívar, Sartenejas –Venezuela. Recuperado de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/07/000155680.pdf>

Saltos, H. y Bayas, A. (2010). Aplicación de un diseño experimental de mezclas en el desarrollo de una “barra energética” con base en el salvado de palmito de Pejibaye (*Bactris gasipaes* H.B.K). *Revista Tecnológica ESPOL*. Volumen 23, 1-8. Recuperado de <http://www.rte.espol.edu.ec/index.php/tecnologica/article/view/48/20>

- Sánchez, J. (2013). Evaluación energética de cáscaras de cacao nacional y ccn-51. (Tesis de maestría). Universidad De Cuenca. Cuenca-Ecuador. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/4508/1/tesis.pdf>
- Sangronis, E., Soto, M., Valero, Y. y Buscema, I. (2014). Cascarilla de cacao venezolano como materia prima de infusiones. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 64(2). Recuperado de <https://www.alanrevista.org/ediciones/2014/2/art-7/>
- Silva, E., Sobrinho, V. y Cereda, M. (2013). Stability of cassava flour-based food bars. *Food science and technology*, volumen 33(1), 192-198. Recuperado de http://www.scielo.br/pdf/cta/v33n1/aop_cta_5600.pdf
- Society of Sensory Science. (s. f.). Recuperado en <https://www.sensorysociety.org/pages/default.aspx>
- Soto, M. (2012). Desarrollo del proceso de producción de cascarilla de semilla de cacao en polvo destinada al consumo humano. (Tesis de titulación). Universidad Simon Bolivar, Sartenejas, Venezuela. Recuperado de <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/07/000155680.pdf>
- Torres, M. (2011) “producción y exportación de barras orgánicas nutritivas hacia estados unidos: investigacion de mercado”. (Tesis de grado). Universidad Casa Grande. Guayaquil-Ecuador. Recuperado de <http://dspace.casagrande.edu.ec:8080/bitstream/ucasagrande/389/1/Tesis395TORp.pdf>
- USDA (2017) Basic Report: 09079, Cranberries, dried, sweetened. Recuperado de <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/2192?fgcd=&manu=&lfacet=>

&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup
=cranberry&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=

USDA (2017) Basic Report: 09079, syrup, cane. Recuperado de
[https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/8787?n1=%7BQv%3D1%7D
&fgcd=&manu=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&form
at=Full&new=&measureby=&Qv=1&ds=Standard+Reference&qt=&qp
=&qa=&qn=&q=&ing=](https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/8787?n1=%7BQv%3D1%7D&fgcd=&manu=&lfacet=&count=&max=&sort=&qlookup=&offset=&format=Full&new=&measureby=&Qv=1&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=)

USDA (2017) Basic Report: 12006, Seeds, chia seeds, dried. Recuperado
de
[https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3610?fgcd=&manu=&lfacet=
&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup
=chia&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=](https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3610?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=chia&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=)

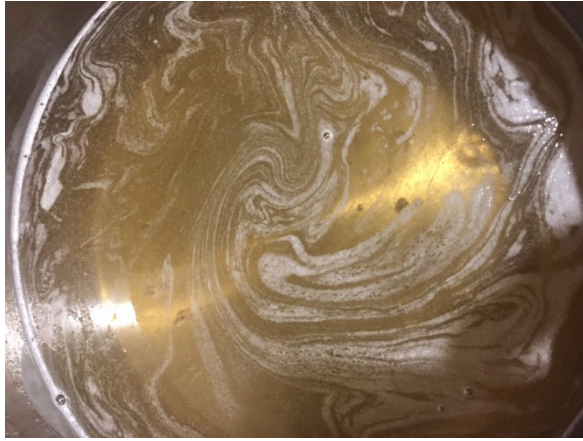
USDA (2017) Basic Report: 12061, Nuts, almonds. Recuperado de
[https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3635?fgcd=&manu=&lfacet=
&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup
=almonds&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=](https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/3635?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=almonds&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=)

USDA (2017) Basic Report: 20001, Amaranth grain, uncooked. Recuperado
de
[https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6473?fgcd=&manu=&lfacet=
&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup
=amaranth&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=](https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6473?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=amaranth&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=)

USDA (2017) Basic report: 20038, Oat. Recuperado de
[https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6507?fgcd=&manu=&lfacet=
&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup
=oat&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=](https://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/6507?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=50&offset=&sort=default&order=asc&qlookup=oat&ds=Standard+Reference&qt=&qp=&qa=&qn=&q=&ing=)

- Van Damme, E.. (2009). Invert sugar recipe .Recuperado 26 de octubre de 2017, a partir de <http://www.chefeddy.com/2009/11/invert-sugar/>
- Velastegui, A. (2016). “Desarrollo de un alimento nutritivo y energetico tipo barra a partir de moringa, quinoa y amaranto”. (Tesis de grado). Universidad de Guayaquil. Guayaquil-Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/12977/1/TESIS%20MAESTRIA%20DESARROLLO%20DE%20UN%20ALIMENTO%20NUTRITIVO%20Y%20ENERGETICO%20TIPO%20BARRA%20A%20PARTIR%20DE%20MORINGA%20Y%20QUINOA%20Y%20AMARANTO.pdf>
- Vera, G. (2016) Determinación de azúcares totales, hidratos de carbono disponibles y factores de cálculo de energía en alimentos. Recuperado de <http://www.achipia.cl/wp-content/uploads/2016/06/8-M--todos-Az--cares-Totales-H.-de-Carbono-F--ctores-c--lculo-energ--a-Dra.-Gloria-Vera.pdf>
- Verdini, R. (2017). *Cereales y Derivados*. (presentación digital). Facultad de ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario, Argentina. Recuperado de http://www.fbioyf.unr.edu.ar/evirtual/pluginfile.php/118012/mod_resource/content/2/2017-B-CEREALES%20Y%20DERIVADOS.pdf
- Vivanco, E. (2017). *Caracterización físico-química de la cascarilla de *Theobroma cacao* L, variedades Nacional y CCN-51* (trabajo de titulación). Universidad Técnica de Machala, Machala-Ecuador. Recuperado de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/11237/1/VIVANCO%20CARPIO%20ERIK%20RICARDO.pdf>

ANEXOS



Anexo 1. Elaboración del azúcar invertido.



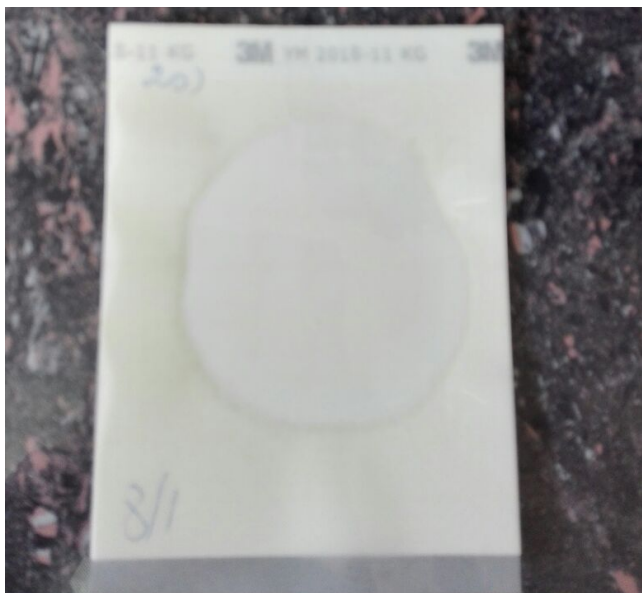
Anexo 2. Mezcla de barra energética.



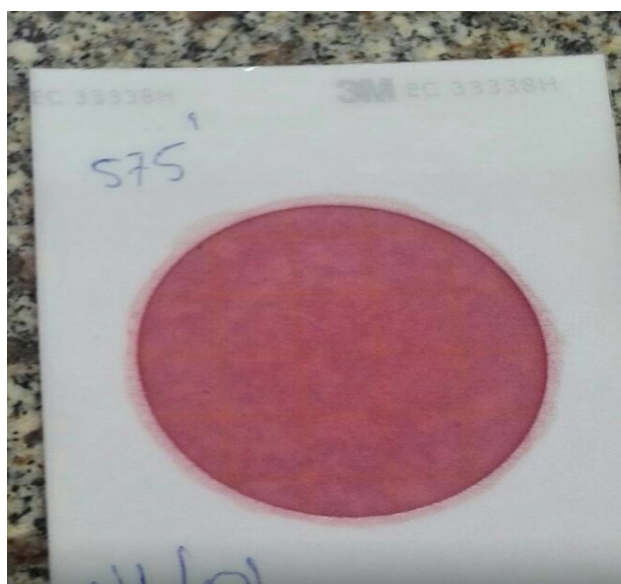
Anexo 3. Medición de grados Brix.



Anexo 4. Degustación de tratamientos.



Anexo 5. Determinación de mohos



Anexo 6. Determinación de Coliformes.
y levaduras.



Anexo 7. Incubación de microorganismos



Anexo 8. Barra energética.



Anexo 9. Determinación de cenizas de la cascarilla de cacao.

Anexo 10. Ficha técnica de la cascarilla de cacao



FICHA TECNICA

PRODUCTO = CASCARILLA DE CACAO

Descripcion = Subproducto obtenido del descascarillado del cacao en grano.


CARACTERIZTICAS FISICO - QUIMICAS

Parametro	Valor promedio
	%
HUMEDAD	5,00
GRASA	4,00
PROTEINA	14,00
FIBRA	18,00

ENVASE = Sacos de polipropileno de 100 Libras cada uno

may-17

Anexo 11. Informe de ensayos



INFORME DE ENSAYOS

Fecha de Informe:	16/01/2018	Orden:	98	Informe:	221-18	Página:	1/1
-------------------	------------	--------	----	----------	--------	---------	-----

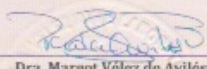
INFORMACIÓN DEL CLIENTE:							
Nombre:	JIMENEZ FERRE HECTOR ANDRES						
Dirección:	SAMANES 6 MZ 980 VILLA 21						
Teléfono:	0990551273	Fax:	--	E. Mail:	--		

DATOS DE LA MUESTRA:							
Tipo de Muestra:	CEREALES Y DERIVADOS						
Nombre:	BARRA ENERGETICA CON CASCARILLA DE CACAO						
Descripción:	Barra de cereales						
Lote:	--	Fecha de Elab.:	--	Fecha de Exp.:	--		
Contenido Declarado:	--	Cantidad Recibida:	1 de 200 g	Condición:	Normales, Funda plástica		
Fecha de Recepción:	08/01/2018	Cód. de Laboratorio:	CG-C-6-08-01-18	Forma de conservación:	Ambiente		
				Muestreo:	Realizado por el cliente		


RESULTADOS							
ANÁLISIS QUÍMICO							
Fecha de Análisis	09/01/2018	Página R 38-5.10:	1B482				
Condiciones ambientales:	Temperatura:		22°C - 33°C	Humedad Relativa: 24% - 62%			
Parámetros	Unidad	Resultados	Requisitos	Método de Referencia			
Humedad	g/100g	9,33	--	AOAC 20th 945.38 B			
Cenizas	g/100g	1,63	--	AOAC 20th 945.38 C			
Grasa	g/100g	11,29	--	AOAC 20th 945.38 F			
Proteínas (N x 6,25)	g/100g	9,20	--	AOAC 20th 979.09			
Carbohidratos por Diferencia	g/100g	68,55	--	CÁLCULO			
Fibra Dietaria	g/100g	4,10	--	AOAC 20th 985.29			

OBSERVACIONES

Se podrán realizar modificaciones a este documento, hasta 6 meses después de su emisión, las mismas que deberán ser respaldadas, por un requerimiento de las autoridades de salud o por un sustento técnico válido, de acuerdo al criterio del laboratorio.
Estos resultados corresponden exclusivamente a la muestra analizada.
La contra muestra se almacena en el laboratorio por 1 mes
Prohibida su reproducción total o parcial, sin previa autorización de LABORATORIOS AVVE S.A.
Las observaciones y opiniones no se encuentran dentro del Alcance de Acreditación
Los registros generados por el análisis de la(s) muestra(s) son mantenidas en los archivos del laboratorio por 5 años
Válido solo el Informe Original




Dra. Margot Vélez de Avilés
Gerente Técnico & Calidad



Datos de Contacto:
Dirección Laboratorio Matriz: Parque Industrial Callitima 1, Calle Arq. Miraflores Lugares Residencial,
Edificio Comercial 3 Local 4 A Km. 11 1/2 vía a Daule.
PBX. Matriz: (5934) 2103206. Teléfonos Parque Callitima 1: 2103017 / 2103025 ext. 235 Cel: 0996070515

Dirección Laboratorio de Microbiología: Parque Industrial Callitima 2, Bodega D44
Km. 11 1/2 vía a Daule.
Teléfono: (5934) 2103365 ext. 101. Teléfonos Parque Callitima 2: 2103188 ext. 443

E-mail: margot.aviles@laboratoriosavve.com
cotizaciones@laboratoriosavve.com
paola.aviles@laboratoriosavve.com
ismera.aviles@laboratoriosavve.com
www.laboratoriosavve.com

 Laboratorios AVVE

REV 08/09-11

R02-5.10 Rev.01 06/03/15



DECLARACIÓN Y AUTORIZACIÓN

Yo, **Jiménez Ferré Héctor Andrés** con C.C: # 0922938477 Autor del trabajo de titulación: **Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de cascarilla de cacao (*Theobroma cacao*)** previo a la obtención del título de **Ingeniero Agroindustrial con concentración en Agronegocios** 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, 06 de Marzo de 2018

f. _____

Nombre: **Jiménez Ferré Héctor Andrés**

C.C: 0922938477



REPOSITORIO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGÍA		
FICHA DE REGISTRO DE TESIS/TRABAJO DE TITULACIÓN		
TEMA Y SUBTEMA:	Desarrollo de una barra de cereal tipo energética mediante el uso de cascarilla de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).	
AUTOR(ES)	Héctor Andrés Jiménez Ferré	
REVISOR(ES)/TUTOR(ES)	Victor Egbert Chero Alvarado	
INSTITUCIÓN:	Universidad Católica de Santiago de Guayaquil	
FACULTAD:	Facultad de Educación Técnica para el Desarrollo	
CARRERA:	Ingeniería Agroindustrial	
TÍTULO OBTENIDO:	Ingeniero Agroindustrial con concentración en Agronegocios	
FECHA DE PUBLICACIÓN:	06 de Marzo de 2018	No. DE PÁGINAS: 112 páginas
ÁREAS TEMÁTICAS:	Producción de alimentos, Calidad, Agroindustria	
PALABRAS CLAVES/ KEYWORDS:	cascarilla de cacao, barra de cereal, barra tipo energética, perfil sensorial, panel sensorial, QDA.	
<p>El objetivo de la presente investigación fue desarrollar una barra de cereales tipo energética utilizando cascarilla de cacao (<i>Theobroma cacao</i>), en combinación con avena, chíá, amaranto, almendras, arándanos y azúcar invertido. Se organizaron los ingredientes en tres grupos: dry mix, conformado por avena, chíá, amaranto, almendra y arándano, cascarilla de cacao y azúcar invertido. Para el diseño de mezclas se utilizó del software estadístico Design Expert 11.0; se establecieron 18 formulaciones que fueron procesadas y analizadas por duplicado por parte de un panel sensorial conformado en la Universidad Católica de Santiago de Guayaquil, por 7 jueces semi-entrenados con la referencia de una barra del mercado a la que de denomino barra testigo a través de un QDA. Los perfiles sensoriales de la formulación escogida por el programa y una de las formulaciones se aproximaron al perfil sensorial desarrollado por la barra testigo. Esta fórmula fue determinada como 55 % de dry mix, 5 % cascarilla de cacao y 40 % de azúcar invertido. Los atributos físicos, químicos, nutricionales y sensoriales en su mayoría superaron al de la barra testigo.</p>		
ADJUNTO PDF:	<input checked="" type="checkbox"/> SI	<input type="checkbox"/> NO
CONTACTO CON AUTOR/ES:	Teléfono: +593-4-990551273	E-mail: hectorandresjf@gmail.com
CONTACTO CON LA INSTITUCIÓN (COORDINADOR DEL PROCESO UTE)::	Nombre: Ing. Caicedo Coello Noelia M Sc.	
	Teléfono: +593-4-987361675	
	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):		