

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



T E S I S

**“EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FÍSICO
QUÍMICAS DE BARRAS DE CHOCOLATE ELABORADAS A BASE DE CACAO
(*Theobroma cacao*) Y STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni)”**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:
JUAN NORIEL QUISPE GUERRERO**

**ASESOR:
Dr. JOSÉ GERARDO SALHUANA GRANADOS**

CAJAMARCA – PERÚ

2023

CONSTANCIA ANTIPLAGIO TURNITIN DE TESIS SUSTENTADA

El que suscribe, Dr. José Gerardo Salhuana Granados, en calidad de asesor de la tesis "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FÍSICO QUÍMICAS DE BARRAS DE CHOCOLATE ELABORADAS A BASE DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*)"

CERTIFICA

Que se ha realizado la revisión antiplagio TURNITIN del informe de la tesis sustentada, titulada "EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y FÍSICO QUÍMICAS DE BARRAS DE CHOCOLATE ELABORADAS A BASE DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y STEVIA (*Stevia rebaudiana Bertoni*)" presentado por el Bachiller JUAN NORIEL QUISPE GUERRERO, identificado con DNI N° 45016121, domiciliado en la Avenida Los alisos N° 629. Urb. Amauta, obteniéndose un porcentaje de semejanza 23%.

Se expide el presente documento de acuerdo a Ley, para los fines que el interesado estime conveniente.

Cajamarca, 30 de enero del 2023.



Dr. José Gerardo Salhuana Granados
Asesor
Cód. 02000



UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA
"NORTE DE LA UNIVERSIDAD PERUANA"
Fundada por Ley N° 14015, del 13 de febrero de 1962
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
Secretaría Académica



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En la ciudad de Cajamarca, a los veinticinco días del mes de julio del año dos mil veintitrés, se reunieron en el ambiente **2H - 204** de la Facultad de Ciencias Agrarias, los miembros del Jurado, designados según **Resolución de Consejo de Facultad N° 217-2023-FCA-UNC**, de fecha 15 de mayo del 2023, con la finalidad de evaluar la sustentación de la **TESIS** titulada: "**EVALUACION DE LAS CARACTERÍSTICAS SENSORIALES Y Físico QUÍMICAS DE BARRAS DE CHOCOLATE ELABORADAS A BASE DE CACAO (*Theobroma cacao*) Y STEVIA (*Stevia rebaudiana* Bertoni)**", realizada por el **Bachiller JUAN NORIEL QUISPE GUERRERO** para optar el Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las doce horas y treinta minutos, de acuerdo a lo establecido en el **Reglamento Interno para la Obtención de Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional de Cajamarca**, el Presidente del Jurado dio por iniciado el Acto de Sustentación, luego de concluida la exposición, los miembros del Jurado procedieron a la formulación de preguntas y posterior deliberación. Acto seguido, el Presidente del Jurado anunció la aprobación por unanimidad, con el calificativo de dieciséis (16); por tanto, el Bachiller queda expedito para proceder con los trámites que conlleven a la obtención del Título Profesional de **INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**.

A las trece horas y cuarenta minutos del mismo día, el Presidente del Jurado dio por concluido el Acto de Sustentación.

Ing. M. Sc. Fanny Lucila Rimarachin Chávez
PRESIDENTE

Ing. M. Sc. Jimmy Frank Oblitas Cruz
SECRETARIO

Ing. Mtr. Max Edwin Sangay Terrones
VOCAL

Dr. José Gerardo Salhuana Granados
ASESOR

Activar W
Ve a Configu

DEDICATORIA

A Dios grande y poderoso, que nos cuida y guía siempre por la senda del buen camino.

¡Gracias Dios!

A mis queridos padres: Esther y Segundo, por su amor y cariño, esfuerzo y encomio para conmigo, mostrado a lo largo del tiempo, por sus consejos y buenos deseos. A mi querida hermana, María por su cariño.

¡Muchas Gracias!

A mis compañeros y docentes de la Universidad Nacional de Cajamarca, ya que, con sus enseñanzas, amistad, consejos, y apoyo se logró conseguir esta meta.

¡Gracias!

AGRADECIMIENTOS

Agradecer a Dios por cuidar de mí en todo momento.

A mi familia completa ya que su cariño y consejo hicieron que siga adelante con esta meta

A mis compañeros de esta carrera profesional por estar conmigo y apoyarme intelectual y emocionalmente

A los docentes de la E.A.P de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, ya que gracias a sus enseñanzas que calaron en mí un gran afán de superación constante en mi desarrollo profesional.

A mi asesor Dr. José Salhuana Granados, por su asesoría, conocimiento, sugerencias, ideas y respaldo para la realización de este trabajo de investigación.

Juan Noriel, Quispe Guerrero.

INDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTO	v
INDICE GENERAL	vi
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	x
INDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
CAPITULO I	1
INTRODUCCION	1
1.1.Planteamiento del problema.	2
1.1.1 Formulación y sistematización del problema	3
1.1.2. Problema General.....	4
1.1.3. Justificación de la investigación.....	4
1.2. Objetivos de la investigación	5
1.2.1. Objetivo General.....	5
1.2.2. Objetivos Específicos.....	5
1.3. Hipótesis y Variables de la investigación	5
1.3.1. Hipótesis General.....	5
1.3.2. Variables.....	5
CAPITULO II	7
REVISION LITERARIA	7
2.1. Antecedentes de la investigación	7
2.2. Marco Teórico	9
2.2.1. El cacao y el chocolate.....	9
2.2.1.1. El cacao.....	9
2.2.1.2 El chocolate.....	11
2.2.2. La stevia.....	15
2.2.4. Mantequilla (lácteo).....	19

2.2.5. Evaluación y calidad sensorial.....	21
2.2.6. Evaluaciones fisicoquímicas.....	24
2.2.6.1. Materia prima.....	24
2.2.6.2. Producto terminado (Barras de chocolate a base de cacao y stevia)	25
2.2.6.3. Envases.....	27
2.3. Definición de términos.....	28
CAPITULO III	30
MATERIALES Y METODOS	30
3.1 Ubicación geográfica del trabajo de investigación.....	30
3.2. Materiales.....	30
3.2.1. Materia Prima.....	30
3.2.2. Insumos.....	30
3.2.3. Materiales de laboratorio.....	30
3.2.4 Materiales de cocina.....	31
3.2.5. Equipos de Laboratorio.....	31
3.2.6. Diagrama de flujo.....	32
3.3. Métodos de Control.....	38
3.3.1. Análisis Fisicoquímico de la Materia Prima.....	38
3.3.2. Análisis del Producto Terminado (Barras de chocolates a base de cacao y stevia).....	39
CAPITULO IV	43
RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
4.1. Resultados	43
4.1.1. Análisis sensorial de barras de chocolate a base da cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni)	46
4.1.1.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el color.....	46
4.1.1.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor.....	49
4.1.1.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor.....	51
4.1.1.4. Análisis de varianza (ANOVA) para la consistencia.....	53
4.1.1.5. Aceptación general de los tratamientos.....	55
4.1.2. Análisis del producto final.....	56

4.1.2.1. Características Fisicoquímicas de la barra de chocolate a base de cacao y stevia.....	56
4.1.2.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el color (Colorimetría).....	57
4.1.2.3. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura.....	60
4.1.2.4. Análisis de varianza (ANOVA) para la humedad.....	63
CAPITULO V	66
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	66
5.1. Conclusiones	66
5.2. Recomendaciones	66
CAPITULO VI	67
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	67
CAPITULO VII	78
ANEXOS	78
Anexo 1. Fotografías del procedimiento para la elaboración de la stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni): jarabe.....	79
Anexo 2. Fotografías de la prueba de corte de granos de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	81
Anexo 3. Fotografías de la elaboración del licor de cacao (<i>Theobroma cacao</i>).....	82
Anexo 4. Análisis fisicoquímicos.....	84
Anexo 4.1 Determinación del pH.....	84
Anexo 4.2. Determinación de sólidos solubles.....	85
Anexo 5. Fotografías de los ingredientes y de los tratamientos en la elaboración de chocolate a base de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni).....	87
Anexo 6. Medición del color (Colorimetría).....	88
Anexo 7. Medición de la textura de barras de chocolate a base de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni).....	89
Anexo 8. Determinación de Humedad Método AOAC 952.08, adaptado al equipo Precisa XM60.....	90
Anexo 9. Fotografías de la evaluación sensorial de las barras de chocolate a base de Cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni).....	91
Anexo 10. Rendimientos de cacao y stevia	93

Anexo 11. Equipos de laboratorio utilizados para la evaluación de la materia prima y del producto terminado, barras de chocolate a base de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni).....	94
Anexo 12. Resultados fisicoquímicos generales	96
Anexo 13. Diagrama triangular de mezclas.....	99
Anexo 14.Tabla 20. Analisis de varianza (ANOVA) de la aceptacion general de los tratamientos.....	100

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Tipo de variables e indicadores en el desarrollo de la investigación.	6
Tabla2. Composición del Chocolate.....	14
Tabla 3. Atributos de calidad sensorial del chocolate	15
Tabla 4. Composición de la stevia.....	19
Tabla 5. Composición media de la mantequilla	20
Tabla 6. Composición y combinacion los Tratamientos de las barras de Chocolate a base de cacao (<i>Theobroma Cacao</i>) y Stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni).....	40
Tabla 7. Resultados de la prueba de corte de granos de cacao.....	44
Tabla 8. Análisis fisicoquímicos del licor de cacao (<i>Theobroma Cacao</i>) y jarabe de stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni).	45
Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para el color.	47
Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor.	49
Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor.....	52
Tabla 12. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para el sabor.....	52
Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la consistencia	54
Tabla 14. Características fisicoquímicas del chocolate a base de cacao (<i>Theobroma Cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebudiana</i> Bertoni).....	57
Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para la colorimetría (L* a* b*).	58
Tabla 16. Resultados de medias y Prueba Tukey para el color (colorimetría).....	58
Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura	61
Tabla 18. Resultados de la textura de los tratamientos y prueba de significación Tukey al 5% de probabilidad.....	61
Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) para la humedad.....	63
Tabla 20. Analisis de varianza (ANOVA) par la aceptacion general de los tratamientos.....	100

ÍNDICE DE FIGURAS.

Figura 1.	Diagrama de flujo de la Elaboración de barras de chocolate con leche a base de cacao (<i>Theoroma Cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni) ..	33
Figura 2.	Puntaje del color de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).....	47
Figura 3.	Puntaje del olor de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).....	50
Figura 4.	Puntaje de la consistencia de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).	54
Figura 5.	Puntaje de la aceptación general de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).	55
Figura 6.	Resultados de luminosidad de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).....	59
Figura 7.	Promedio de la humedad de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).....	64
Figura 8.	Refractómetro de bolsillo Marca ATAGO PAL-3.....	94
Figura 9.	pH-metro de mano ProfiLiwe pH 3210/3310 Marca Atago	94
Figura 10.	Colorímetro Marca Konica Minolta CR-400.....	94
Figura 11.	Texturometro Marca BROOKFIELD CT3.....	95
Figura 12.	Determinador de humedad Marca Precisa XM 60.....	95
Figura 13.	Diagrama triangular de mezclas.....	99

INDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Fotos del Procedimiento para le elaboración del Jarabe de Stevia (<i>Stevia Rebudiana Bertoni</i>)	78
Anexo 2. Fotografías de la prueba de corte de granos de cacao	80
Anexo 3. Fotos de la elaboración del licor de cacao (<i>Theobroma Cacao</i>).	81
Anexo 4. Análisis fisicoquímicos	83
Anexo 5. Fotografías de los tratamientos (T) de barras de chocolate a base de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>)	85
Anexo 6. Medición del color.....	86
Anexo 7. Medición de la textura de barras de chocolate a base de cacao y stevia.	87
Anexo 8. Determinación de Humedad Método AOAC 952.08, adaptado al equipo PRECISA XM60	88
Anexo 9. Fotografías de la evaluación sensorial de barras de chocolate a base de Cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>)	90
Anexo 10. Rendimientos de cacao y stevia	93
Anexo 11. Equipos de laboratorio utilizados para la evaluación de la materia prima y del producto terminado, barras de chocolate a base de cacao (<i>Theobroma cacao</i>) y stevia (<i>Stevia rebaudiana Bertoni</i>).....	94
Anexo 12. Resultados fisicoquímicos generales	96
Anexo 13. Diagrama triangular de mezclas.....	99
Anexo 14. Tabla 20. Analisis de varianza (ANOVA) de la aceptacion general de los tratamientos.....	100

RESUMEN

Este trabajo de investigación se desarrolló en los laboratorios de Tecnología Láctea y Laboratorio de Ingeniería de Alimentos, de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca; teniendo como objetivo evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas de barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni), determinando el mejor tratamiento con mayor aceptación por panelistas y evaluando sus características fisicoquímicas. Las barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) presentan 4 tratamientos los cuales se describen a continuación: T1 (2 % de stevia y 63% de cacao); T2 (4% de stevia y 61% de cacao); T3 (6% de stevia y 59% de cacao) y finalmente T4 (8% de stevia y 57% de cacao). A todos los tratamientos se les añadieron crema de leche (15%) y Mantequilla sin sal (20%). Al final de la investigación se logró seleccionar el tratamiento más aceptado usando la evaluación sensorial utilizando una escala hedónica de (1 -5) niveles donde los panelistas plasman su nivel de agrado o desagrado; entre los cuatro tratamientos el T4 obtuvo la mayor aceptabilidad, el cual está compuesto por (8% de stevia y 57% de cacao) más la adición de los ingredientes (crema de leche y mantequilla sin sal). Los datos obtenidos fueron sometidos a un análisis de varianza (ANOVA) con un nivel de significancia del 95%, en caso de existir diferencias significantes ($p \leq 0,05$) se realizó el test de rango múltiple de Tukey al 95% de confianza. Posteriormente en esta investigación se fueron evaluando las características fisicoquímicas de las barras de chocolate como (colorimetría, dureza y humedad) utilizando un colorímetro, texturómetro y humidímetro.

Palabras Clave: Cacao, Stevia, Análisis sensorial, Análisis fisicoquímico, Chocolate.

ABSTRACT

This work of research was developed in dairy technology laboratory and food engineering laboratory of the Professional Academic School in Engineering in Food Industries of the National University of Cajamarca; having as objective the evaluation sensorial and physicochemical characteristics of elaboration milk chocolate bars based on cacao (*Theobroma Cacao*) and stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) through the determining the best treatment to have the greatest acceptance by the panelists and evaluating his physicochemical characteristics . The chocolate bars based on cacao (*Theobroma Cacao*) and stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) has a choice of 4 treatments, which are found below: T1 is composed of (2% stevia and 63% cacao); T2 (4% stevia and 61% cacao); T3 (6% stevia and 59% cacao) and finally T4 with (8% stevia and 57% cacao). All the treatments were added other ingredients such as milk cream (15 %) and unsalted butter (20%). At the end of the investigation, the configuration of the information can be selected, the communication through the sensory evaluation with a hedonic escalation of (1-5) levels where the panelists accept their level of liking or dislike, Within the four treatments T4 had greater acceptability, which is composed of (8% of stevia and 57% of cacao), plus the ingredients(milk cream and unsalted butter).The data were included in an analysis of variance (ANOVA) with a level of significance of 95%, if there were significant differences ($p \leq 0,05$) it did make, the Tukey multiple range test was performed at 95 % confidence. Later in the investigation the physicochemical characteristics of the chocolate bars were evaluated (color, texture and humidity) using a colorimeter, texturometer and humidity meter.

Keywords: Cacao, Stevia, Sensory analysis, Physical-chemical analysis, Chocolate.

CAPITULO I

INTRODUCCION

Uno de los objetos más importantes de la Ingeniería Alimentaria es la transformación de los productos alimenticios utilizando diversas fuentes proveedoras de materia prima; últimamente se ha ido desarrollando nuevas tendencias en el procesamiento de los alimentos, con el fin de ofrecer a los consumidores productos nutritivos y saludables, manteniendo las características propias de la materia prima.

En los últimos años el consumo de chocolate tradicional endulzado con azúcar ha disminuido debido a la diabetes y otro tipo de enfermedades debido al consumo masivo de azúcar y a la tendencia creciente de una buena parte de la población hacia el consumo de productos “Diet” (bajos en calorías) que incluyen la aceptación de hábitos alimenticios más saludables con preferencia hacia aquellos productos con bajo contenido de azúcar o endulzados con productos naturales como la stevia (Bucaramanga, 2011).

La stevia es un edulcorante no calórico, de origen natural, que se cultiva y utiliza en diversas partes del mundo y que ha penetrado de manera importante en el mercado nacional e internacional. Publicaciones reportan propiedades positivas entre ellas en el manejo de la diabetes transformándose en una nueva herramienta nutricional, organismos internacionales avalan su consumo como suplemento seguro y no estimula el apetito por ende sin riesgo de incremento de peso en su consumo (Duran et al , 2012).

Calderón, *et al.* (2016), señala que el cacao se encuentra compuesto de un alto valor nutricional como son los polifenoles, a los cuales se les asocian altos beneficios para la salud, destacándose la alta actividad antioxidante, la cual previene el envejecimiento celular, así como también la

aparición de determinadas enfermedades asociadas a la acción de radicales libres como el cáncer. Durante el proceso de tostado para la obtención del chocolate y sus derivados su porcentaje puede disminuir considerablemente, dependiendo del tiempo y temperatura.

Para obtener el mejor tratamiento de chocolate a base de cacao y stevia, se realizarán diferentes pruebas utilizando diferentes concentraciones de los mismos (materia prima), para cuatro tratamientos más la adición de otros insumos. De esta manera se establecerá cuatro diferentes tratamientos base, para lo cual a cada uno se realizará una prueba basada en una evaluación sensorial hasta demostrar cual es el más aceptado y posteriormente se realizó una evaluación fisicoquímica. Por esta razón que el objetivo de esta investigación será evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas de barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni, a partir de la materia prima principal como son granos de cacao, hojas de stevia, mantequilla sin sal y crema de leche).

1.1.Planteamiento del problema.

En la búsqueda de productos saludables y bajos en calorías que no afecten la salud de los consumidores para la industria de alimentos, se investigó arduamente sobre edulcorantes que fueran capaces de no producir enfermedades relacionadas con la obesidad, como las generadas por el azúcar y otros edulcorantes de origen no natural, se optó por investigar edulcorantes naturales mínimamente procesados y ampliamente estudiados. En este ámbito surgió el hallazgo de un edulcorante a base de *Stevia rebaudiana* Bertoni, una hoja dulce extraído como alternativa a otros. Actualmente la stevia está muy difundida, incluso su extracto se puede hallar en polvo liofilizado, infusiones concentradas y en hojas secas (las que se utilizarán para este trabajo de investigación). Los procedimientos que se realizan a nivel industrial durante la extracción del edulcorante de stevia, hacen fácil su producción, pero a costa de ya no ser un producto final natural, sino sobre

procesado, con trazas de químicos que no son naturales. Por otro lado, el chocolate es un producto de consumo directo y de bebida, muy difundida a nivel mundial, aunque ya existen productos como los chocolates con leche del mercado (sublime, Nestlé, Gloria etc. que son endulzados con sacarosa y otros edulcorantes), que actualmente son muy aceptados por los consumidores, que por la cantidad de azúcar y edulcorantes que estos poseen en su composición puede afectar negativamente a los consumidores, si se excede en su consumo. Para el desarrollo de productos naturales y novedosos para los consumidores se debe tener muy en cuenta las características de cada uno de ellos, pues la combinación entre ellos debe de optimizarse, para ofrecer un producto de calidad y agradable al consumidor, siendo las características organolépticas y fisicoquímicas primordiales a tener en cuenta durante la elaboración de chocolates. Las características de calidad de un producto, están ampliamente influenciadas por las combinaciones o proporciones de cada ingrediente, y en la mezcla de su formulación, esto es de suma relevancia en la industria de alimentos, siendo necesario identificar una combinación óptima de mezcla para maximizar la calidad del producto. El objetivo de esta investigación es evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas de las barras de chocolate elaboradas a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*).

1.1.1 Formulación y sistematización del problema.

Este trabajo propone evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas de la elaboración de barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*), determinando cual es el tratamiento ideal; por consiguiente, se plantea la siguiente pregunta:

1.1.2 Problema general

¿Cuáles son las características fisicoquímicas del tratamiento más aceptable de la elaboración de barras de chocolate con leche a partir de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) en función de su aceptabilidad sensorial?

1.1.3 Justificación de la investigación

Actualmente surge la necesidad de innovar en materia de alimentación y nutrición, incorporando alimentos más saludables en nuestra dieta, con el fin de mejorar la salud de los consumidores sin perder el gusto por los sabores dulces, que son uno de los placeres de la alimentación actual, por tal sentido se optó por realizar este trabajo utilizando la stevia como endulzante natural de barras de chocolate. Este producto permitirá al consumidor probar un alimentos delicioso y muy saludable, ya que la stevia tiene propiedades como el dulzor que es 15-20 veces más dulce en la hoja entera seca que la sacarosa (Barrera, 2007).

Jarma *et al* (2012) nos dicen que los edulcorantes de stevia además de ser seguros ofrece bondades para el metabolismo y la salud del hombre, se han demostrado efectos positivos y se reportan propiedades anti rota-virus, mejoramiento de la hipertensión, tratamiento de la diabetes mellitus tipo 2, al estimular la secreción de insulina actuando sobre las células B del páncreas, es anticaries y no es carcinógeno

Según Sanchez y Piñero (2012) el chocolate a partir de cacao (*Theobroma cacao*) posee propiedades vasodilatadoras que mejoran la circulación sanguínea, ayudando a las personas hipertensas, posee vitaminas tales como las del complejo B, A y minerales como el Hierro y el calcio que son cofactores importantes para mantener la salud de las personas e incluso la mejora.

Es así que en este trabajo de investigación se busca dar a conocer productos saludables, enfocándolos de manera novedosa para el público consumidor, elaborándolos además con insumos de calidad y teniendo en cuenta sus características organolépticas y evaluando sus cualidades fisicoquímicas.

1.2. Objetivos de la investigación

1.2.1. *Objetivo General.*

- Determinar las características sensoriales y fisicoquímicas de la elaboración de barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao.*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni).

1.2.2. *Objetivos específicos.*

- ✓ Determinar cuál es el tratamiento más aceptable de la elaboración de barras a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) según su aceptabilidad sensorial.
- ✓ Evaluar las características fisicoquímicas de barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*stevia rebaudiana* Bertoni).

1.3. Hipótesis y variables de la investigación.

1.3.1 *Hipótesis General.*

- ✓ El uso de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) con la mayor concentración y con la menor concentración de cacao (*Theobroma cacao*) en la composición de barras de chocolate, será el producto de mayor aceptación sensorial.

1.3.2 *Variables.*

Se establecieron dos tipos de variables y sus indicadores como se observa en la Tabla 1, la variable independiente son la stevia (como extracto de jarabe de las hojas) y cacao (en licor de

cacao) utilizados en diferentes concentraciones para la elaboración de barras de chocolate (tratamientos: T). La variable dependiente serán las evaluaciones de las características sensoriales y fisicoquímicas de los tratamientos, a través de un panel evaluador y la utilización de equipos de laboratorio respectivamente, como se detallará más adelante.

Tabla 1. Variables e indicadores en el desarrollo del trabajo de investigación.

Tipo	Variable	Indicador
Independiente	Stevia (<i>Stevia Rebaudiana Bertonii</i>) Cacao (<i>Theobroma Cacao</i>)	Concentraciones de stevia y cacao
Dependiente	Aceptabilidad sensorial de barras de chocolate.	Color Olor Sabor Consistencia
	Características fisicoquímica de barras de chocolate	Color (colorimetría) Textura Humedad

CAPITULO II

REVISION LITERARIA

2.1. Antecedentes de la investigación.

- Laaz y Zambrano (2017) evaluaron el efecto de la stevia en las características organolépticas del chocolate semiamargo a partir de cacao fino de aroma. La concentración de stevia más idónea según en el análisis del factor B para el chocolate semiamargo. La concentración de la pasta de cacao más idónea para la elaboración de chocolate en barra es de 70% de licor de cacao, que se acompañó con un 30% de manteca de cacao y leche en polvo. El mejor tratamiento en cuanto a la aceptabilidad sensorial del chocolate semiamargo es T2 (70 % de cacao y 4% stevia) fue mejor calificado en cuanto a: color, olor, sabor y textura y en el rango de las categorías de agradable y ligeramente agradable. En este trabajo se tomaron los mismos atributos para determinar cuál será el tratamiento más aceptable
- Bonilla (2014), evaluó las características chocolates con leche a partir de cacao utilizando un texturometro Brookfield CT3, para medir la textura de los chocolates, midiendo la rigidez de estos a los dos y cuatro milímetros de penetración utilizando un cono de 30° a una velocidad de penetración de 10 mm/s en pedazos de chocolate, reportando los resultados en Newtons (N) variando en el método con Alvis *et al.* (2011) solamente en el texturometro utilizado. En este trabajo se tomaron los parámetros para medir la rigidez de los tratamientos.
- Pita y Fustamante (2016) evaluaron sensorialmente tabletas de chocolate de 30 a 50 gramos con 75 % de cacao endulzados con panela, en barra o tabletas; que contenían frutas secas, pasas, almendras o mani presentaron un color oscuro, el aroma intenso afrutado, el olor profundo a cacao-chocolate y la textura dura, pero suave en boca; fueron los atributos que

se relacionaron con la aceptabilidad de la demanda potencial de chocolate para consumo directo. Además de mantenerse a temperatura ambiente y el mismo porcentaje de cacao, de tal manera que los consumidores finales puedan reconocer estas características propias del chocolate orgánico que lo hace diferente a los chocolates convencionales. Los chocolates en el presente trabajo se mantuvieron a una temperatura ambiente, siendo el color, olor y textura atributos que se evaluaron.

- Serrano y Zambrano (2016) obtuvieron una mejor textura en el chocolate utilizando mantequilla sin sal de esta, alcanzando una consistencia parecida o semejante a los productos existentes en el mercado. De la misma manera se trató de enmascarar el amargor de la pasta de cacao añadiendo saborizante y la esencia de vainilla. También reportaron que, para la obtención de un producto con una buena cristalización, no se debe introducir el mismo en la refrigeradora, se debe dejarlo secar a temperatura ambiente (aproximadamente a 20°C). Una manera excelente de conservar el chocolate ya elaborado es a temperaturas entre 12 y 20°C, contrariamente se obtendrá un chocolate suave y su brillo se perderá.
- Callebaut (2014) señala que, en el proceso de elaboración del chocolate, se debe tomar muy en cuenta la temperatura a la que alcanza la pasta de cacao al momento de derretirlo, debido a que si su temperatura pasa de los 45°C se podría producir una sobre cristalización del chocolate, provocada por el crecimiento rápido de los cristales de la manteca proporcionando daño en su brillo y su consistencia. En este trabajo se realizó el moldeado a una temperatura de 40 °C.
- Ortiz (2012) elaboró un chocolate a base de pasta de cacao, leche en polvo y jarabe de stevia, realizando análisis bromatológicos a la materia prima empleada. Dando como mejor resultado el chocolate con 32% de cacao, 27% de stevia y el 41 % de leche en polvo en

función de su contenido calórico, presentando una humedad del 23.09 % cumpliendo con los parámetros de la norma NTE: INEN 621, bajo el criterio referencial para chocolates.

- Serrano & Zambrano (2016), elaboraran chocolates edulcorados con edulcorantes no calóricos como: stevia, sucralosa y jarabe de yacón, señalando que no es posible de realizar un chocolate con tres diferentes edulcorantes debido a que la cantidad que remplazara del azúcar es mínima, y al momento de combinar los ingredientes se agregara más dulzor del necesario provocando que su sabor no sea agradable al paladar, así mismo con la adición de crema de leche y mantequilla sin sal se obtiene una mejor textura, de tal manera que se puede alcanzar una consistencia parecida o semejante a los productos existentes en el mercado. En este trabajo se utilizó lácteos (mantequilla sin sal y crema de leche) para elaborar chocolates.

2.2. Marco teórico

2.2.1. El cacao y el chocolate

2.2.1.1. El cacao

El cacao (*Theobroma cacao* L.) es una especie originaria de los bosques tropicales de América del Sur cuyo centro de origen está localizado en la región comprendida entre las cuencas de los ríos Caquetá, Putumayo y Napo: tributarios del río Amazonas. Se ha señalado que el centro primario de diversidad del cacao se encontraría en la región nororiental del Perú (M y O Consulting S.A.C. 2008); sin embargo, la existencia de poblaciones silvestres y nativas dispersas en la región central y sur de la Amazonía alta, apoyaría la hipótesis de que el lugar de origen incluiría la región centro y suroriental del Perú, las cuencas de los ríos Huallaga, Ucayali y Urubamba (García, 2000).

En el pueblo Mokaya (2000 a.C.) ya se elaboraba los primeros trastes de cerámica para poder disfrutar alimentos y bebidas preparadas a base de cacao. Posteriormente, los mayas, los zapotecas y los aztecas utilizaron el cacao con fines medicinales, religiosos y alimenticios. Se dice que los mayas, fue el primer pueblo que se dio cuenta de las valiosas cualidades de la almendra. Aún en aquellos días, el precio del cacao debió haber sido alto, ya que las almendras se usaban para comprar esclavos y objetos de lujo, además de ser apreciadas como alimento que todas las personas lo consumían.

Los que llevaron primero el cacao a Europa fueron los españoles, ya que fueron los precursores de su introducción como cultivo agrícola en muchos países de América. Del siglo XVI en adelante el cacao se sembró en muchas de las regiones tropicales de centro y sur América y en muchas de las islas del Caribe. Aunque los españoles fueron los precursores en el desarrollo de cultivo industrial, otros pueblos, incluyendo a los portugueses, holandeses, británicos y franceses, más adelante, los esclavos libertos, también tuvieron un papel importante (Urquhart, 2003).

2.2.1.1.1. Importancia del cacao en el Perú

En el Perú se producen tres variedades de cacao: Trinitario 53.3% (Junín), forastero amazónico 37.3% (Cuzco y Ayacucho) y criollo 9.4% (zona norte de San Martín, Amazonas y Cajamarca). La producción de cacao en grano a nivel nacional viene aumentando sostenidamente desde hace 10 años, creciendo a una tasa de 12.6% en promedio anual (MINAGRI, 2020). El cacao utilizado para este trabajo de investigación fue proveniente de Valle del Marañón (regiones de Amazonas-Cajamarca), conseguido en la provincia de Celendín, Cajamarca; y siendo de la variedad criollo.

2.2.1.2 El chocolate

El chocolate lo descubrieron los aztecas hace 3000 años, a veces servido en vaso de oro los aztecas preparaban el chocolate con agua, granos de cacao y especias reservadas para el rey. El chocolate no es siempre negro también existe el chocolate blanco, chocolate en polvo, el chocolate con leche, etc. Los componentes que tiene el chocolate hacen que el contenido energético se eleve. Las grasas del cacao no aumentan los niveles de colesterol. El chocolate aporta vitaminas A y B y minerales como aluminio, hierro y calcio (Sanchez y Piñero., 2012).

Se ha considerado al chocolate como alimento de producto natural o transformado que suministra al organismo que lo ingiere, la energía y las sustancias químicas necesarias para mantener la vida y fomentar la buena salud. Estos nutrientes incluyen a las proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales y vitaminas (Organización Mundial de la Salud, 2015). En la industria de alimentos se elabora productos que sean funcionales y nutritivos para el consumidor, haciéndolos lo más deliciosos posibles y funcionales.

Según la Norma Técnica Peruana (NTP – INDECOPI) se puede denominar chocolate al alimento que tenga un mínimo de 35% de cacao en su composición, del cual un 18% como mínimo sea manteca de cacao (mantequilla de cacao) y un 14% materia seca de cacao. Para el chocolate con leche deberá tener un mínimo de 25% de cacao (Sotomayor, 2009). Según estas normas técnicas se establecen parámetros para la elaboración de chocolates a fin de evitar adulteraciones que para este trabajo sirvieron de base.

- ✓ Tabletas de chocolate: existen de chocolate negro, chocolate con leche, chocolate blanco, el chocolate con frutos secos y chocolates rellenos (trufa, café, praliné, licor, etc.). Cuando el porcentaje de cacao supera el mínimo establecido por la legislación de algunos países, puede

añadir un calificativo de calidad, como por ejemplo extrafino (Sotomayor, 2009). Para este trabajo de investigación se superó el minio establecido en chocolates, más la adición de lácteos.

Para la elaboración de un chocolate de calidad lo primero es la materia prima, así se obtiene el cacao fino o de aroma, el cual corresponde a los cacaos tipos criollos. Estos granos brindan un aroma o color especial en chocolates y en revestimientos o capas de cobertura (De La Cruz y Pereira, 2009). En este trabajo el cacao utilizado fue de la variedad criollo seleccionados y obtenidos del valle del Marañón (Regiones de Amazonas y Cajamarca).

Existen una variedad de chocolates tanto en Perú y en el mundo como, por ejemplo: amargo, semi amargo, semi dulce, extra amargo, con leche, blanco, así como también sus análogos, que son el producto homogéneo preparado a partir de cacao en polvo, grasa vegetal, féculas, adicionado o no de manteca de cacao, licor de cacao (masa o pasta de cacao), azúcar, edulcorante como la stevia, sólidos de leche y los aditivos alimenticios permitidos (Salinas y Bolivar, 2012). El chocolate elaborado a partir de cacao en este trabajo, fue un chocolate mas el añadido de stevia y solidos lacteos.

El chocolate es conocido por ser un producto rico en grasa y sacarosa. Su valor calórico se puede disminuir con una disminución en la concentración de grasa. Sin embargo, cuando la concentración de grasa es inferior a 27% de su peso, el chocolate pierde su suavidad y su fusión en la boca. Los principales ingredientes del chocolate son el licor de cacao, manteca de cacao y leche en polvo. El contenido de azúcar en el chocolate es de alrededor de 30 a 55%, la sustitución de la sacarosa por agente de cuerpo y edulcorante como la stevia, permite el desarrollo de un chocolate con características físico-químicas y sensoriales (Richter y Da Silva, 2007). Para este trabajo se

elaboró chocolates con stevia y lácteos, evaluando sus características sensoriales y fisicoquímicas de cuatro tratamientos con variación en su composición de cacao (licor) y stevia (jarabe).

2.2.2.1. Composición del chocolate

El chocolate contiene elementos minerales como potasio, fósforo y magnesio, además de vitaminas como la tiamina (vitamina b1) y el ácido fólico. Además, contiene el estimulante: teobromina que ejerce una acción tónica sobre el organismo, es un precursor diurético y estimula la circulación sanguínea, el chocolate aporta entre 449 y 542 calorías, variando según su tipo, como se muestra en la Tabla 2 composición del chocolate, donde el que contiene lácteos, se observa la tendencia a aumentar el contenido en la composición de macronutrientes: grasas, carbohidratos y proteínas, teniendo mayor energía que el chocolate (puro) , mientras que solo algunos micronutrientes tienden a reducir su disposición en este (Hierro y magnesio) a diferencia del chocolate (Sotomayor. 2009). En este trabajo se elaboró chocolates más la adición de lácteos (mantequilla y crema de leche).

Tabla 2. Composición del chocolate

Contenido por 100 gramos	Chocolate	Chocolate más lácteos
Energía (kcal)	449-534	511-542
Proteínas (g)	4.2-7.8	6.1-9.2
Hidratos de carbono (g)	47-65	54.1-60
Almidón	3.1	1.1
Azúcares (g)	50.1-60	54.1-56.9
Fibra (g)	5.9-9	1.8
Grasas (g)	20-30.6	30-31.8
Grasas saturadas (g)	15.1-18.2	17.6-19.9
G. mono insaturada (g)	8.1-10	9.6-10.7
Sodio (g)	0.02-0.08	0.06-1.2
Potasio (g)	0.4	0.34-0.47
Calcio (mg)	35-63	190-214
Fósforo	167-287	199-242
Hierro (mg)	2.2-3.2	0.8-2.3
Magnesio (mg)	100-113	45-86
Zinc (mg)	1.4-2.0	0.2-0.9
Vit. A (UI)	3	150-165
Vit. E (mg)	0.25-0.3	0.4-0.6
Vit. B1 (mg)	0.04-0.07	0.05-0.1
Vit. B6 (mg)	0.04-0.05	0.05-0.11

Fuente: Sotomayor (2009)

2.2.2.2. Características sensoriales y atributos de la calidad sensorial del chocolate.

Los criterios para evaluar en general las características sensoriales y atributos del chocolate para consumo directo, son las que se observan en la Tabla 3. También tomó en cuenta los atributos no sensoriales como forma, tamaño, marca, nombres, envase, precio; pues estos facilitan la identificación del producto y permiten su recuerdo asociado a uno u otro atributo, además configura la propia personalidad del mismo (Gonzales *et al.* 2011).

Todas estas características son de suma importancia para lanzar o para mantener un producto en el mercado. Los atributos sensoriales y no sensoriales son volcadas en entrevistas a profundidad a expertos chocolateros y particulares por medio de grupos focales (Schnarch, 2001) y (Torres,

2012). En este trabajo se realizó la evaluación del tipo de barra de chocolate macizo (a base de cacao y stevia) utilizando técnicas de encuesta y puntaje (escala hedónica de preferencia).

Tabla 3. *Atributos de calidad sensorial del chocolate*

Tipo de chocolates	Característica sensorial	Atributos
Chocolates macizos	Aspecto	Forma del molde, integridad y uniformidad, superficie (superficie superior y piso), brillo y color.
	Olor	Tipicidad del aroma (calidad e intensidad)
	Textura	Fragilidad y dureza, derretimiento en boca velocidad, cremosidad, percepción de grasa), suavidad, fundición al tacto.
	Sabor	Tipicidad del aroma sabor (cálida e intensidad), dulzor, amargor.

Fuente: Gonzales et al. (2012)

2.2.2. La stevia

Chonata (2020), afirma que el génesis de la stevia está en las aldeas de los guaraníes “Stevia” denominada como Kaá, hé é. Luego, se difunde fuera del Paraguay. Fue el botánico suizo, Dr. Moisés Bertoni quien investigó la especie y sus propiedades edulcorantes, dando cuenta de las propiedades y utilización como edulcorante natural y con fines terapéuticos. Sostiene, que la “Stevia” es integrante de la familia del girasol (Asteraceae). Por otra parte, la *Stevia rebaudiana* Bertoni es denominada así en honor al químico Ovidio Rebaudi quien por primera vez analizó químicamente la planta, afirmando que su consumo era seguro. Luego aisló dos principios activos, uno dulce y uno amargo, a los que les atribuyó el nombre de esteviósido y rebaudiósido, demostrando que tienen un poder edulcorante de 200 o 300 veces superior al de la sacarosa, son estables al calor y no fermentan

La primera planta de stevia tuvo su origen en el trópico de capricornio a 23° 27' latitud sur en Paraguay, cuyo territorio está marcado por la existencia de lagos, más de 800 ríos, una elevada temperatura y gran humedad, coincidentemente también crecen muchos hongos comestibles de gran valor nutricional y medicinal (Carpoica ,2006).

La stevia es conocida como hoja dulce, su extracto, contiene hasta 300 veces más la dulzura del azúcar. La creciente demanda por productos bajos en carbohidratos y bajos en azúcar han visto en la stevia un alimento alternativo (Millán *et al.* 2012).

Muchos de los procesos de extracción de los glucósidos de *Stevia rebaudiana* Bertoni se llevan a cabo en Japón y hay muchas patentes que los describen. Las diferentes extracciones se pueden categorizar en aquellas basadas en solventes, adsorción cromatografía, intercambio iónico, precipitación selectiva, procesos de membrana y fluidos supercríticos (Giraldo *et al.* 2005). En este trabajo se realizó la extracción de glucósidos con agua como solvente y a temperatura alta, como se detallará más adelante.

Desde tiempos ancestrales la humanidad ha tenido una marcada preferencia hacia los alimentos dulces. Los edulcorantes proporcionan las mismas sensaciones que produce el azúcar, entre ellos la stevia que se ha utilizado desde hace muchos años con diversos fines tanto como endulzante y medicina, especialmente en el manejo de la diabetes, ya que reduce los niveles de glucosa plasmática e insulina, lo que sugiere que la stevia podría ayudar con la regulación de la glucosa. Es un compuesto cristalino de color blanco (esteviósido) endulzante natural sin calorías. El esteviósido parece tener muy poca o ninguna toxicidad aguda, además su uso como suplemento es seguro y no estimula el apetito, por lo tanto, no hay riesgo de incremento de peso en su consumo (Durán *et al.* 2012). Para este trabajo se utilizó en concentraciones bajas, para edulcorar chocolates más lácteos en la composición de barras de estos.

2.2.2.1. Propiedades de la stevia

Dentro de las propiedades químicas más importantes de la stevia se tiene su capacidad edulcorante, cuyas hojas secas son entre 20 y 35 veces más dulce que el azúcar, 110 veces más que la sacarosa a una concentración del 0.4% y 300 veces a una del 10 %. Es estable a un amplio rango de pH: 3-9 por encima del cual se produce una pérdida de dulzor. Posee estabilidad térmica a temperaturas normales de procesado e alimentos y se mantiene incluso hasta llegar 238 °C, ya que su estructura no se modifica, no pierde propiedades endulzantes, no fermenta, no carameliza ni forma cristales, así que puede someterse a procesos de cocción, pasteurización y esterilización. Es altamente soluble en agua, alcohol etílico y metílico e insoluble en éter. Al no ser metabolizado por el organismo se convierte en edulcorante no calórico, apto para el consumo con personas con diabetes (Muñoz, 2015). Utilizando esta información se realizó la solubilidad de los componentes de las hojas de stevia en agua a temperatura alta, por su estabilidad térmica, para elaborar un jarabe concentrado. En este trabajo se utilizó la stevia en forma líquida, a partir de las hojas deshidratadas de la planta para edulcorar chocolates más la adición de lácteos.

El principio activo de la stevia es el steviosido y el rebaudiosido, que son los glucósidos responsables del sabor dulce de la planta. Estos principios aislados son hasta 300 veces más dulces que la sacarosa. La stevia natural, sin refinar, contiene más de 100 elementos y aceites volátiles identificados. En la actualidad se utiliza de varias formas, como una simple infusión, en forma líquida o en forma de cristales solubles, y cada una de estas tendrá diferentes propiedades o aplicaciones (Terán y Acosta, 2014).

2.2.2.2. Consumo de la stevia

. Los diferentes usos y aplicaciones de la stevia dependen del nivel de dulzor que se quiere incluir en un producto. En su forma más sencilla, la stevia es consumida directamente como hojas frescas de sabor suave y licoroso. En su estado natural estas hojas se suelen utilizar en comidas (salsas) o infusiones y llegan a ser entre 15 a 30 veces más dulces que el azúcar. También se suele utilizar las hojas de stevia secas y molidas, con el fin de potenciar su poder edulcorante. Las hojas de stevia no se pueden disolver, razón por la que su presentación es en bolsas filtrantes. Los extractos y polvos de stevia, las presentaciones más refinadas de esta planta, se utilizan en empresas agroindustriales como edulcorantes no calóricos, de bebidas, mermeladas, productos de panificación, cereales, entre otros. Personas con diabetes o sobrepeso, consumen la stevia en tabletas, igual como se hace con otros edulcorantes como la sacarina (González y Moralejo, 2011). Para esta investigación se utilizó en jarabe (forma líquida), a partir de la infusión-concentración de las hojas de stevia, llegando a ser 15 a 30 veces más dulce que la sacarosa.

2.2.2.3. Composición de la stevia

Los compuestos responsables del dulzor de la *Stevia rebaudiana* son los glucósidos de esteviol aislados e identificados como esteviósido, esteviolbiósido, rebaudiósido A, B, C, D, E y F y dulcosidos, que se observan en la Tabla 4, donde el contenido en porcentaje de las hojas en cuanto a glucósidos, varía según los autores, observándose que el esteviosido se halla en mayor proporción y el dulcosido en menor, los glucosidos se hallan en las hojas de la planta en porcentajes variables en función a las condiciones de crecimiento y las técnicas agronómicas, llegando a alcanzar hasta el 15% de su composición (Gilabert & Encinas, 2014) y (Salvador *et al.* 2014).

Tabla 4. Composición de la stevia

Contenido en % de las hojas en peso seco			
Glucósidos	Gardana <i>et. al.</i> (2003)	Goyal <i>et. al.</i> (2010)	Kinghon &soejano (2005)
Esteviosido	5.8 ± 1.3	9.1	5 – 10
Rebaudiosido A	1.8 ± 0.2	3.8	2 – 4
Rebaudiosido C	1.3 ± 0.4	0.6	1 – 2
Dulcosido	No indica	0.3	0.4 – 0.7

Fuente: Gilabert & Encinas (2014)

2.2.2.4 Alimentos con stevia

En la elaboración de un cremogenado lácteo utilizaron dosis bajas de stevia (0,3%; 0,5%; 0,7%) por su poder edulcorante, también en una investigación sobre la vida útil de un néctar a base de yacón, maracuyá y stevia, los resultados indicaron que la cantidad de stevia utilizada en el néctar fue de 0.06 y 0.08 %, con las que se obtuvieron los mejores resultados fisicoquímicos y sensoriales Solórzano y Párraga (2011). En este trabajo se utilizó porcentajes bajos de stevia líquida, pero mucho más que lo mencionado por los autores, ya que en forma líquida es mucho menos dulce que refinada.

2.2.3. La mantequilla (lácteo)

según Rivera (1995), la mantequilla es una mezcla pastosa obtenida por procedimientos mecánicos. Es elaborada a partir de crema y adición de cultivos lácticos y sal (opcional), es una fuente importante de energía, tiene buena digestibilidad y con un aprovechamiento del 90%. La mantequilla es una fuente de vitaminas liposolubles importantes especialmente la vitamina E, como se muestra en la Tabla 5 donde se muestran la composición media de la mantequilla. Este fue uno

de los insumos en la elaboración de chocolates para este trabajo, proveyendo de brillo al producto, haciéndolo más atractivo sensorialmente.

Tabla 5. *Composición media de la mantequilla*

Componentes	%	Detalle	
Fase Grasa	82	Triglicérido	82%
		Fosfátidos	0,2 -1%
		Caroteno	3-9 ppm
		Vitamina A	9-30 ppm
		vitamina D	0.002-0.040ppm
		Vitamina E	8-40ppm
Agua	< 16		
Extracto seco magro	< 2	Lactosa	0.1-0.3%
		Ácido láctico (fermentada)	0.15%
		Materias nitrogenadas	.2-0.8%
		Caseína	0.06%
		Lactoalbumina	0.1-0.05%
		Trazas de proteínas	.001ppm

Fuente: Datateca (2016)

2.2.4. Crema de leche.

La leche contiene materia grasa, dispersa en el medio acuoso en forma de glóbulos de forma esférica, con un diámetro de 0,15 a 15 micras y formando una emulsión. La materia grasa, es tal vez, el componente de la leche que presenta mayor variabilidad, tanto en proporción dentro del volumen como en el tipo de materia que la compone, está formada por una serie grande de sustancias químicas naturales (se han detectado más de 450 diferentes), que se pueden clasificar en dos tipos principales: lípidos y compuestos liposolubles. Los lípidos son grasas (liquidas,

semilíquidas y solidas) y los compuestos liposolubles son sustancias que se disuelven en las grasas (tales como las vitaminas A, D, E y K ,etc (Guias Empresariales, 2000).

La separación de la materia grasa de la leche proporciona dos productos: la leche descremada (o semidescremada) y la crema. Se entiende por crema al alimento en el que se ha reunido la mayor parte de grasa de la leche, ya sea por reposo o centrifugación, sometida al proceso de pasteurización, ultra pasteurización, esterilización o cualquier otro tratamiento que asegure su calidad sanitaria. Es, en efecto, una leche enriquecida en grasa (Guias Empresariales, 2000). Para este trabajo sirvió como un insumo, que brindó suavidad al producto final.

2.2.5. Evaluación y calidad sensorial.

2.2.5.1. Calidad sensorial

En la calidad sensorial es preciso distinguir las características organolépticas que poseen los alimentos. Entre ellas podemos mencionar a la apariencia relacionada con la forma y especialmente con el color, textura que tiene que ver con las sensaciones que se manifiestan a través del tacto y la tensión, el sabor; caracterizado por el aroma, que resume las impresiones de agrado percibidas por vía indirecta a través de los sentidos; el olor caracterizada por el aroma, que resume las impresiones de agrado percibidas por vía directa a través del órgano olfativo; y el gusto. Para muchos el sabor es la principal razón que permite a las personas disfrutar de los alimentos (Saltos, 2010).

La evaluación sensorial se define como “una disciplina científica usada para medir, analizar e interpretar reacciones de aquellas características de los alimentos tal como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto ya audición”. Está constituida por dos partes: el análisis sensorial y el análisis estadístico. El primero tiene por finalidad recabar correctamente las percepciones de un jurado o panel de evaluadores (parte subjetiva) y el segundo transforma y

analiza los datos (parte objetiva). La evolución sensorial es multidisciplinaria, recurre a diferentes ramas como: psicología, química, fisiología, estadística. Por esta razón, su aplicación está recibiendo mayor reconocimiento y ha madurado notablemente en los últimos años. El fundamento del análisis sensorial es que la calidad sensorial de un producto es percibida por el hombre como el resultado de varios estímulos. De allí deriva la necesidad de descomponer y estudiar esa conducta o respuesta. (Lawless, 2010).

Los sentidos y las propiedades sensoriales son los atributos percibidos por nuestros sentidos. A continuación, se apreciarán las propiedades sensoriales más comunes relacionadas a cada sentido humano. (Bravo *et al.* 2011).

1. El Color

Es la percepción de la luz de una longitud de onda determinada que refleja un objeto. Los cuerpos blancos reflejan la luz de todas las longitudes de onda, los negros absorben todas las longitudes de onda. La medición del color se puede hacer utilizando escalas de color de manera visual o mediante un colorímetro. El color puede influir en la percepción de otro sentido, por ejemplo, un color desagradable puede asociarse con un sabor desagradable. Esta propiedad posee tres características: Tono, que es el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada; intensidad, que depende de la concentración de las sustancias que le dan color a un objeto; y el brillo (luminosidad), que depende de la cantidad de luz que es reflejada por un cuerpo comparado con la luz que incide en él (Bravo *et al.* 2011).

2. La apariencia

Es el aspecto exterior que muestran los alimentos, como expresión resultante, del color, el tamaño, la forma y el estado del alimento (Bravo *et al.* 2011).

3. El olor

Es la percepción por el olfato de sustancias volátiles liberadas por los objetos. Hay una relación entre el olor y el tiempo de percepción. Después de haber retirado una sustancia olorosa, olfato aun es capaz de percibir el olor por cierto tiempo, es por esto que, en las pruebas sensoriales de alimentos, los ambientes deben ser ventilados (Bravo *et al.* 2011).

4. El gusto

Puede ser ácido (agrio), dulce, salado o amargo o una combinación de los cuatro.

Esta propiedad es percibida por la lengua, la capacidad de las personas para detectar un tipo de gusto servirá para su participación en pruebas de sabor (Bravo *et al.* 2011).

5. El sabor

Es la combinación de tres propiedades: el olor, el aroma y el gusto. De allí que su evaluación sea compleja de medir. El factor que diferencia a un alimento de otro está en esta propiedad, por esto los jueces evaluadores deben tener en buenas condiciones su nariz, garganta y lengua (Bravo *et al.* 2011).

2.2.5.2. Evaluación sensorial.

Según Hernández (2005) la evaluación sensorial de alimentos, da respuesta a un bagaje de preguntas sobre la calidad de un producto que se puede formular. Se hace referencia a si exista diferencia entre dos o más muestras o productos (pruebas discriminativas), se describe y mide las diferencias que se presentan (pruebas descriptivas), y finalmente se pretende conocer el grado de preferencia, gusto o disgusto y de satisfacción que puede presentar un panelista por un producto determinado (pruebas afectivas) (Bravo *et al.* 2011).

2.2.5.2.1. Pruebas Afectivas.

Son pruebas en las cuales el panelista expresa el nivel de su agrado, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, frente a otro. Se utilizan escalas de calificación de las muestras. (Hernandez, 2005).

a) Pruebas de satisfacción

- **Escala Hedónica:** Consiste en pedirle a los panelistas que den su informe sobre el grado de satisfacción que tienen de un producto, al presentárseles una escala hedónica o de satisfacción, pueden ser verbales o gráficas, la escala verbal va desde me gusta muchísimo, hasta me disgusta muchísimo, entonces las escalas deben ser imparciales, y la escala grafica presenta caras o figuras faciales.

Presenta ventajas entre las cuales se hallan: es clara para los consumidores, se presenta pruebas de satisfacción con una mínima instrucción, resultado de respuestas con más información, pueden ser por atributos, etc.

Hernández (2005), señala que el análisis estadístico se realiza con el ANOVA clásico o métodos de los rangos de Tukey. Estos se aplican en: desarrollo de nuevos productos, medir el tiempo de vida útil de los productos, mejorar o igualar productos de la competencia, preferencias del consumidor, etc.

2.2.6. Evaluaciones Fisicoquímicas.

2.2.6.1. Materia prima

2.2.6.1.1. Prueba de corte de cacao

De acuerdo a la NTP- ISO 2451:2018 Granos de cacao. Especificaciones y requisitos de calidad, indica que el color interno del grano de cacao se evalúa como parte de su grado nivel y de

fermentación según la prueba de corte que se realiza para observar el interior del grano, identificando defectos (mohosidad, infestación de insectos, etc.). esta prueba consiste en partir a la mitad un número determinado de granos, provenientes de una muestra representativa. El corte se realiza con una navaja transversalmente y se procede a evaluar el interior del grano objetivamente, similar a lo descrito por Stevenson,*et al.* (1994), para la prueba de corte de granos de cacao.

2.2.6.1.2. *pH.*

Controlar el pH es importante en la elaboración productos alimenticios, como indicador de higiene o como controlador de procesos de transformación. El pH como la humedad y la temperatura, son relevantes para conservar los alimentos, de allí que generalmente, si se disminuye el valor de pH de un producto, aumente el periodo de conservación. Sbodío *et, al.* (2010).

2.2.6.1.3. *Solidos Solubles.*

Para Lewis (1993), los sólidos solubles se representan mediante los °Brix, porcentaje de las sustancias solubles en el producto, la lectura de estos se efectúa con un equipo denominado refractómetro y su lectura está definida a la temperatura de 20 °C, por lo que a otras temperaturas de medición habrá que corregirse. El °Brix equivale al principio de peso de sacarosa en una solución húmeda.

2.2.6.2. *Producto Terminado (Barras de chocolate a base de cacao y stevia)*

2.2.6.2.1. *Contenido de humedad.*

La determinación del contenido de humedad es una de las técnicas más importantes y de mayor uso en el procesado, control y conservación de los alimentos, puesto que la mayoría de los productos alimenticios poseen un contenido mayoritario de agua. Es un índice de estabilidad del producto y el contenido de humedad es un factor decisivo en muchos procesos industriales tales como la molienda de cereales, mezclado de productos solidos/finos, en la elaboración de pan, etc.

Así mismo en la evaluación de muchos procesos industriales es de gran importancia conocer el contenido de agua de los productos o materias primas para formular el producto y evaluar las pérdidas durante el proceso (Zaragoza ,2000). Según la NTP 208.017 CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de Humedad. Método gravimétrico establece los métodos para la preparación de la muestra y determinación de humedad en productos de cacao mezclas con azúcar, con parámetros de peso y temperatura de los equipos de desecación (2g y 100 ±2°C, respectivamente) hasta peso constante.

2.2.6.2.2. *Textura de alimentos.*

La textura puede considerarse como una manifestación de las propiedades reológicas de un alimento. Es un atributo importante que influye de calidad que influye en los hábitos alimentarios, la salud oral y la preferencia del consumidor: en el procesamiento y manipulación de alimentos, puede tomarse como índice de deterioro. La importancia en la calidad total varía ampliamente en función del tipo del alimento, entre otros factores, así, por ejemplo, en aquellos casos donde la textura puede ser un factor crítico en la calidad del alimento, tales como papas fritas, hojuelas de maíz, galletas y otros productos crujientes. Es por todo esto que existe mucho interés de medir la textura por métodos cuantitativos. La literatura recoge una gran variedad de instrumentos de medición de la textura entre estos se hallan los simuladores del proceso masticatorio: mandíbula de Volodkevich, Tenderometro MIT, Texturometro de la GFC, entre otros (Castro y Morgado, 2007).

Bonilla (2014), elaboró barras de chocolates con leche y utilizó un texturometro Brookfield CT3, para medir la textura de los chocolates, midiendo la rigidez de estos a los dos y cuatro milímetros de penetración utilizando un cono de 30° a una velocidad de penetración de 10 mm/s en trozos de chocolate, reportando los resultados en Newtons (N).

2.2.6.2.3. *Determinación del color (colorimetría).*

El color es una característica sensorial que se puede describir a través de parámetros cuantificables, en la industria de alimentos la medición instrumental del color sirve como herramienta de control de calidad (Mathias-Rettig, 2014).

Entre las técnicas de medición de color se halla la del colorímetro (colorimetría), que se basa en la visión del ojo humano, los colorímetros son dispositivos triestimulares (Tres filtros) para cada longitud de onda: filtros rojo, verde y azul. De esta manera se emula la respuesta del ojo humano al color y a la luz. En algunas aplicaciones de control de calidad, estas herramientas representan la respuesta de menor costo. Existe una serie de equipos, tales como los colorímetros Hunter Lab, Gardner, Color eye, color master, Momcolor, Minolta, etc (Figura, 2007).

2.2.6.3. Envases.

Araoz (2009), define como envase al recipiente de cualquier material y forma que adopte destinado a contener mercancías para su empleo, así mismo se caracteriza por individualizar, dosificar conservar, presentar y describir unilateralmente a los productos, pudiendo estar confeccionado de uno a más materiales simultáneamente. Se podría decir que “el envase protege lo que vende y vende lo que protege”.

El vidrio u otro material que proteja al producto de la contaminación ambiental; que sea inerte a la acción del contenido y que no traslade a este sabor extraños. Debe de ser impermeable a la grasa o al agua. El vidrio es un material casi perfecto ya que es inerte, impermeable, resistente a la acción química y al transporte. Sin embargo, tiene algunos inconvenientes de ser pesado, frágil y posee malas propiedades al choque térmico (Raimondo, 2002). En este trabajo se utilizó para envasar la stevia líquida (jarabe).

El foil de aluminio es un material que prolonga la “vida en el estante” de los productos debido a que es totalmente impermeable, evitando la oxidación, shock térmico, así como la acción de otros factores similares que contribuyen al deterioro del producto. Evita la pérdida de aroma de los productos, resiste a la luz visible y ultravioleta, evitando que el producto por efecto de la luz; aparezca la rancidez, que es uno de los problemas de calidad en chocolate, además que es plegable, resistente a la contaminación y capacidad de permanencia, no posee componentes volátiles y es flexible al paso del tiempo (Araoz, 2009). Estos materiales se utilizaron, en este trabajo, para contener las barras de chocolate a base de cacao y stevia.

2.2.7. Definición de términos.

- **Evaluación sensorial:** Disciplina de carácter científico utilizada para evocar, medir, analizar e interpretar esas respuestas a los productos percibidos a través de los sentidos de gusto, vista, olfato y oído (Stone y Sidel, 2004).
- **Colorimetría:** Ecured (2015, p65), señala que es la disciplina del estudio donde se miden los colores, desarrollando estrategias para cuantificar el color, es decir se obtienen valores numéricos del color. Es un procedimiento analítico y químico que está fundamentado en la magnitud del color en todos sus tipos.
- **Stevia:** Es un arbusto tupido originario del noreste de Paraguay, Brasil y Argentina que es mejor conocido como un edulcorante natural (Ridner ,2007).
- **Cacao:** Es un árbol procedente de América que produce un fruto del mismo nombre que se puede utilizar como ingrediente para alimentos entre los que se destaca el chocolate o licor de cacao (M y O Consulting S.A.C. 2008).
- **Foil de aluminio:** hoja o papel de aluminio delgado fácil de perforar, el cual presenta resistencia a la humedad y al oxígeno, lo que lo hace ideal para transporte largo. Estas

protegen y tapan recipientes, son termosellables y se utilizan para postres, flan, salsas, chocolates, etc (Araoz, 2009).

- **Licor de cacao:** es el líquido que se obtiene a partir de la fermentación, tostado y refinado de las semillas de cacao, es chocolate puro en forma líquida y está compuesto por dos ingredientes principales, la manteca o grasa de cacao y el cacao seco (polvo) siendo la base para hacer todo tipo de chocolates, no posee alcohol (Agrotterra, 2011).
- **Chocolate:** según la RAE (2014), es el alimento que se obtiene mezclando azúcar con dos productos que derivan de la manipulación de semillas de cacao: la masa del cacao y la manteca del cacao (licor de cacao). A partir de esta elaboración básica derivan los demás tipos dependiendo de la proporción de elementos entre ellos leche, colorantes, frutos secos, etc. es un producto obtenido mediante la molienda de semillas de cacao previamente descascaradas y tostadas, sin la adición de aditivos, la pasta obtenida puede servir para la producción de manteca de cacao y polvo de cacao, o bien para la fabricación de chocolates.

CAPITULO III

MATERIALES Y METODOS

3.1. Ubicación geográfica del trabajo de investigación.

El presente trabajo de investigación se realizó en el Laboratorio de Tecnología Láctea, Laboratorio de Ingeniería de Alimentos y en el Laboratorio de Bioingeniería y Fermentaciones Industriales de la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca ubicada en la Av, Atahualpa SN de la ciudad de Cajamarca departamento de Cajamarca- Perú.

3.2. Materiales.

3.2.1. *Materia Prima.*

- Hojas de stevia (*Stevia rebudiana* Bertoni).
- Cacao (*Theobroma cacao*)

La materia prima es proveniente del departamento de Cajamarca, específicamente, las hojas de stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) se obtuvieron en el mercado San Antonio de esta la ciudad de Cajamarca, y el cacao (*Theobroma cacao*) de la provincia de Celendín, del valle del Marañón específicamente; se escogieron los de mejor aspecto en cuanto a color, tamaño, y sin signos de daño o magulladuras.

3.2.2. *Insumos.*

- Mantequilla sin sal
- Crema de leche

3.2.3. *Materiales de laboratorio.*

- Papel filtro Whatman
- Matraz de Erlenmeyers 250ml.

- Probetas marca Pirex de 25, 50 ml.
- Pipetas volumétricas de 1,2,5 y 10 ml.
- Vasos de precipitación 50, 100, 250 y 500 ml.
- Termómetro Marca Thermometer World Wt1
- Balanza digital Marca Sartorius TE 12000.
- Molino Marca CORONA.

3.2.4. *Materiales de cocina.*

- Cocina eléctrica.
- Moldes de plástico.
- Molde cortador inox
- Recipientes (inox y plástico y pirex).
- Cuchara sopera metálica
- Colador y tamices.
- Envases de vidrio y plástico
- Foil de aluminio.

3.2.5. *Equipos de laboratorio.*

Se utilizaron los siguientes equipos durante esta investigación para realizar las pruebas fisicoquímicas, ver (Anexo 11)

- Refractómetro de bolsillo Marca ATAGO PAL-3.
- pH-metro digital PH 009 (III) WMETERS.
- Colorímetro Marca KONIKA MINOLTA CR-400.
- Texturómetro Marca BROOKFIELD CT3.
- Determinador de humedad Marca PRECISA XM 60.

3.2.6. *Diagrama de Flujo.*

Se fundamenta en seguir una secuencia determinada por pasos a través de un diagrama de flujo que se presenta a continuación.

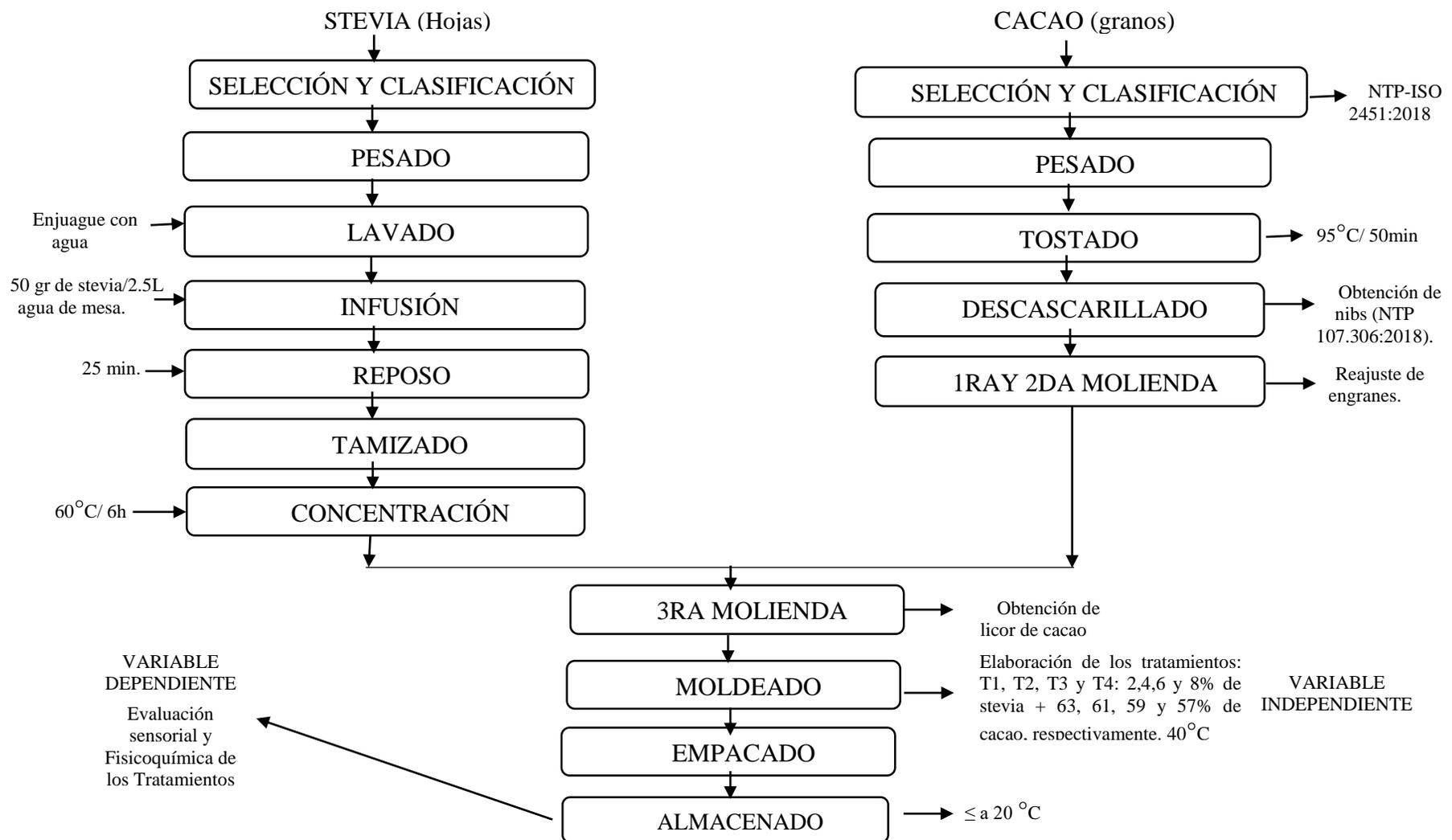


Figura 1. Diagrama de flujo de la Elaboración de barras de chocolate con leche a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*).

Seguidamente, se detalla los pasos para la elaboración de las barras de chocolate con leche a base de cacao y stevia, como se observa en la Figura 1.

Preparación de la stevia (Anexo 5).

a) Materia Prima

La materia prima que se empleará serán hojas de stevia (*Stevia rebusiana Bertoni*) y cacao (*Theobroma cacao*), conseguidos en el mercado “San Martín” de la ciudad de Cajamarca y en el mercado central de la provincia de Celendín respectivamente, los cuales se inspeccionaron para escoger las que no presentan daños de ningún tipo. En el caso de la stevia se escogieron las hojas secas de color agradable, sin daños, ni presencia de pardeamiento u otros defectos. Para el cacao, se escogieron los granos o almendras de similar tamaño, color, olor y sin ninguna señal de daño mecánico o por insectos (Anexo 1).

b) Selección y clasificación

Etapa en la cual se verifica la calidad de la materia prima obtenida, la que será recepcionada en el laboratorio de Tecnología Láctea que pertenece a la Escuela Académico Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, en donde se realizará una apreciación visual para seleccionar la materia prima en buen estado, descartando la que presente deterioro mecánico, biológico, color, olor extraño, daño por insectos o deformaciones según lo estipulado en el subcapítulo 5.3.4 de la NTP-ISO 2451:2018 granos de cacao. Especificaciones y requisitos de calidad, realizándose la prueba de corte.

c) Pesado

Se procede a pesar la materia prima seleccionada en buen estado, esta operación se realiza en una balanza digital analítica perteneciente al laboratorio de Tecnología Láctea.

d) Lavado

Se escogió y elimino los elementos extraños, impurezas y contaminantes presente en las hojas de stevia y los granos de cacao. Solo para las hojas de stevia se enjuagaron con agua potable circulante para facilitar la remoción de residuos de tierra, polvo y otras sustancias extrañas a fin de no alterar las características organolépticas de la materia prima.

e) Infusión

Se realizó según lo descrito por Nature (2013), se hizo una infusión con las hojas de stevia y agua de mesa; en una proporción de 1/50 respectivamente, a una temperatura de 90°C por un tiempo de 25 minutos en una olla cerrada lo más herméticamente posible.

f) Reposo

Según Nature (2013) se dejó reposar la infusión a temperatura ambiente por un tiempo de 25 minutos en una olla cerrada herméticamente.

g) Tamizado y filtración

Esta operación consiste en filtrar y separar las hojas del líquido proveniente de la infusión utilizando coladores, tamices y papel filtro (Nature, 2013).

h) Concentración-Extraccion

Según Méndez y Sarabia (2012), este es un tratamiento mediante el cual se realizará un calentamiento del líquido tamizado y filtrado de la infusión, a una temperatura de cocción baja entre 60°C, haciendo uso de un termómetro de mercurio el cual fue utilizado de manera directa sobre la infusión extracto, jarabe u otra materia prima, sanitizándola previamente con alcohol

isopropilico; según lo recomendado por los autores, en una olla amplia por un tiempo estimado de seis horas, hasta obtener un líquido concentrado de color oscuro y más viscoso.

i) Envasado

Según lo recomendado por Méndez y Sarabia (2012), esta etapa se realizó envasando la stevia en caliente en un frasco de vidrio con tapa, para ser utilizado luego en la elaboración de los tratamientos de barras de chocolate.

Etapas del procesamiento del cacao (Anexo 3):

j) Tostado

Operación que se realizó utilizando una cocina eléctrica y una cacerola a 95 °C por un tiempo de cincuenta minutos removiendo constantemente a fin de evitar la quemadura de los granos de cacao. Gianola (1983) señala que la temperatura no debe superar los 115°C, lo cual se realizó y para que el tostado sea más uniforme se removió constantemente, tomando en cuenta un color similar de tostado para todos los granos al final de esta operación.

k) Descascarillado

Operación que se realizó manualmente, una vez atemperados los granos tostados de cacao se separó la cascarilla, que es un elemento no deseado por su amargor y astringencia, de los nibs, que son el producto proveniente del grano de cacao, luego de haber sido fermentado, secado, tostado, descascarillado y trozado (según NTP 107.306:2018 CACAO Y CHOCOLATE. Nibs de cacao. Requisitos), los cuales se utilizaron para la elaboración del licor de cacao y chocolate.

l) Primera y Segunda Molienda

Esta operación consiste en la reducción de partículas, se realizó utilizando un molino manual, para la molienda de los nibs de cacao, además se ajustaron los engranes del molino para obtener partículas más pequeñas y más parecidas al chocolate en cada molienda.

m) Tercera molienda

En esta etapa se realizó el reajuste de los engranes del molino, para obtener partículas más pequeñas y un chocolate más agradable, obteniéndose el licor de cacao o pasta de cacao.

n) Moldeado

Se realizó en un baño maría, a una temperatura de 35-65°C realizando una pasteurización rápida (Ortiz, 2012), se procedió a la mezcla del cacao, stevia, mantequilla sin sal y crema de leche a una temperatura de 40°C, realizando un movimiento continuo (Serrano y Zambrano, 2016), elaborando cada uno de los tratamientos T1, T2, T3 y T4 (con 2,4,6 y 8% de stevia más 63, 61, 59 y 57% de cacao respectivamente) que son la variable independiente en este trabajo. Luego se procedió a moldear en un recipiente y con un molde cortador, que conforme solidificaron las barras (Tratamientos T) se procedió a cortar; con 30mm de largo, 20mm de ancho y 10mm de profundidad para cada barra.

o) Empacado

Esta etapa se realizó manualmente, las barras de chocolate se empacaron en foil de aluminio, que es el material más adecuado para este fin ya que no imparte sabor u olor alguno y además que protege para la no adherencia de sabores u olores degradables de su entorno (Araoz, 2009).

p) Almacenamiento

Las barras de chocolates a base de stevia y cacao se almacenaron a temperatura menor a 20°C, los cuales posteriormente se evaluarán sensorialmente y también fisicoquímicamente, que son las variables dependientes en este trabajo.

3.3. Métodos de Control.

3.3.1. Análisis Fisicoquímico de la Materia prima.

3.3.1.1. Determinación de sólidos solubles.

El porcentaje de sólidos solubles se determinó directamente por lectura en el refractómetro de bolsillo digital ATAGO PAL-3 que se expresa en °Brix, para la stevia se realizó directamente. Para el licor de cacao se realizó según el método recomendado por Chavez y Feijo (2020). (Anexo 4.3,1)

3.3.1.2. Determinación del pH

Se utilizó un pH- metro digital PH 009 (III) WMETERS, se enjuago el electrodo con agua destilada, luego se procedió a tomar las muestras de stevia y del licor de cacao. Para el licor de cacao se determinó según el método AOAC 970.21 (Chaves y Feijo, 2020). Para la stevia fue determinado directamente (Anexo 4.1.1)

3.3.1.3. Prueba de corte de cacao.

Se procedió a cortar transversalmente una muestra significativa de granos de cacao y se realizó su inspección de coloración interna visual, para determinar su nivel de fermentación y calidad según Manual para análisis de cacao en laboratorio (Stevenson et al, 1994). Asi mismo la NTP-ISO 2451:2018 indica que para la prueba de corte se toman 600 granos por tonelada,

provenientes de una muestra representativa. El corte debe ser longitudinal para exponerla máxima superficie del cotiledon, e inspeccionar la parte interna del grano. (Anexo 2)

3.3.2. Análisis del Producto Terminado (barras de chocolate con leche a base de cacao y stevia.

3.3.2.1. Diseño experimental

El Diseño experimental empleado para este trabajo de investigación fue un Diseño Completamente al Azar (DCA) con 4 tratamientos (T1, T2, T3, T4) de los cuales se realizaron 4 repeticiones. Se realizó una evaluación sensorial para determinar cuál tratamiento es el más aceptable y también se realizó la evaluación fisicoquímica de Colorimetría, textura y humedad, los que se evaluaron por un periodo de 22 días, siendo para este trabajo las variables dependientes.

Los tratamientos contienen diferentes porcentajes referente a la materia prima (licor de cacao y jarabe de stevia) en su composición como barras de chocolate a base de cacao y stevia, que son las variables independientes para este trabajo. Las combinaciones de los tratamientos con stevia (Jarabe), Cacao (licor de cacao), Crema de leche y mantequilla sin sal se describen en la Tabla 6.

Los resultados se sometieron a un análisis de varianza con un nivel de significancia del 95%. En el caso de existir diferencias significativas ($P \leq 0,05$) se realizará el test de rango múltiple de Tukey al 95% de confianza (Mendenhall & Beaver, 2010).

Martínez (2007), da las pautas para interpretar el porcentaje de Coeficiente de variación, mencionando que $CV \leq 30$, nos indica que los datos son relativamente homogéneos. Además, la transformación de datos, hace que estos se normalicen y se pueda utilizar las pruebas de la estadística paramétrica con mayor fiabilidad.

Tabla 6. *Composición y combinaciones de los Tratamientos de barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma Cacao*) y stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) por cada 100g.*

Tratamientos	Stevia (Jarabe)	Cacao (licor)	Crema de leche	Mantequilla	Combinaciones (100%)
T1	2	63	15	20	Stevia 2%, cacao 63% , crema de leche 15% y mantequilla sin sal 20%.
T2	4	61	15	20	Stevia 4%, cacao 61% , crema de leche 15% y mantequilla sin sal 20%.
T3	6	59	15	20	Stevia 6% , cacao 59% , crema de leche 15% y mantequilla sin sal 20%.
T4	8	57	15	20	Stevia 8%, cacao 57% , crema de leche 15% y mantequilla sin sal 20%.

3.3.2.2. Evaluación sensorial.

Para el análisis sensorial se utilizó el tipo de prueba Afectiva de los Tratamientos, con diferentes porcentajes respecto a la materia prima; cacao (licor de cacao) y stevia (jarabe) en las barras de chocolate descritas en la Tabla 6, mediante la cual estos se evaluaron para determinar la aceptabilidad del producto, presentándose debidamente rotulados, se consumieron de manera directa y fueron acompañadas con un vaso con agua, para ello participaron 35 panelistas, los que

evaluaron los 4 tratamientos uno por uno, fueron estudiantes al azar y alumnos del 7° ciclo de estudios; que llevaban el curso de Análisis Sensorial de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Nacional de Cajamarca, los que denominamos “jueces no entrenados” los cuales usaron sus sentidos de la vista, el olfato, el gusto, el tacto y el oído para medir las características sensoriales y la aceptabilidad del producto, se usó una escala hedónica de (1-5) niveles donde los panelistas plasmaron su nivel de agrado o desagrado (Hernández, 2005).

3.3.2.3. Evaluación de las características físico- químicas de los tratamientos.

1. Determinación de la humedad.

El análisis fue desarrollado en el transcurso del paso del tiempo con 4 repeticiones por cada tratamiento cada tres días durante 22 días (Anexo 12). Para la humedad se utilizó el equipo determinador de humedad PRECIZA XM 60 tomando los parámetros del método oficial de la AOAC 952.08 y la NTP 208.017, añadiendo 2g de chocolate triturado, previamente homogenizado a 100 ± 2 °C por 1 hora o hasta peso constante. (Garcia, 2021).

Se utilizó la ecuación del manual del equipo para el cálculo de humedad de los tratamientos. (Anexo 8)

$$\text{Humedad en \%} \quad 0- 100 = \% H = \frac{PH-PS}{PH} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$

Donde:

PH: Peso húmedo (Peso medido al comienzo de la medición)

PS: Peso seco (Peso medido al final de la medición).

2. *Determinación del color (Colorimetría).*

El análisis fue desarrollado con 4 repeticiones por cada tratamiento en el transcurso del paso del tiempo cada tres días durante 22 días (Anexo 12). Para la determinación del color se utilizó el equipo Chroma Meter CR 400 KONICA MINOLTA INC, el cual evalúa el color de los tratamientos, esto se determinó midiendo los parámetros de color de la escala L*a*b* (CIELAB) cuyos parámetros son: de Luminosidad: escala 0 (negro) a 100 (blanco), escala al color verde (negativa) a color rojo (positiva) y escala al color azul (negativa) a amarillo (positiva) respectivamente, que arroja el equipo (Lee y Powers, 2005). (Anexo 6)

3. *Determinación de la textura.*

El análisis fue desarrollado con 4 repeticiones por cada tratamiento en el transcurso del paso del tiempo, cada tres días durante 22 días (Anexo 12). Para la determinación de la rigidez se utilizó un texturómetro Brookfield CT3, para medir la textura de todos los tratamientos, que evalúa la rigidez de chocolates de dimensiones 3 x 2 x 1 cm, mediante la prueba de penetración a los 2 mm de profundidad; usando un cono de 30 grados a una velocidad de penetración de 10 mm/s (Bonilla, 2014) y Alvis *et al.* (2011). Los resultados son arrojados en gf y se cambiaron a N. (Anexo 7).

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Resultados

4.1.1. Análisis de la materia prima

Para la realización de las barras de chocolate con leche a base de cacao y stevia (Tratamientos), primeramente, se llevó a cabo una evaluación fisicoquímica de la materia prima utilizada para este trabajo de investigación. La composición de la stevia y el cacao dependen de varios factores como variedad, madurez, fermentación, tratamientos post cosecha, etc.

- Para la stevia se escogieron las hojas verdes secas, de olor característico, sin presencia de daños o pardeamiento, para realizar una infusión-concentración.
- Para el chocolate, se escogieron los granos de cacao, en promedio del mismo tamaño, color similar con características sensoriales de calidad, que luego se procesó para la obtención de licor de cacao.

Se realizó una inspección sensorial de la Materia prima, tanto de las hojas de stevia y las almendras de cacao, separándose las de mejor color y sin daños aparentes, además del resto de insumos para la elaboración del chocolate a base de cacao y stevia.

Se realizó la infusión-evaporación de la stevia para la obtención de un jarabe, utilizando agua de mesa y hojas de stevia de buen aspecto, en una relación 1/50 a 85°C por 25 minutos, luego se filtró y se procedió a su concentración (Nature, 2013).

Luego se procedió a la inspección sensorial de las almendras de cacao y se realizó la prueba de corte transversal, los resultados se observan en la Tabla 7.

Tabla 7. Resultados de la prueba de corte de granos de cacao.

Núm. Granos/ Porcentaje (%)	Violetas	Marrón-Violeta	Marrones
120	12	20	88
100	10	16.6	73.3

Como se observa en la Tabla 7, se procedió a realizar la prueba de corte, según NTP-ISO 2451:2018, que para este trabajo de investigación se tiene como resultado; un 73.3% de almendras de cacao marrones, un 16.6% de Marrones-Violeta y 10 % de violetas. (Anexo 2), según Stevenson *et al* .(1993), mencionan que las almendras de color marrón poseen una fermentación muy completa, su calidad sabor y aroma del grano es superior y muy deseable para la producción de chocolate. Las almendras de color marrón - violeta indican una fermentación parcial, la calidad del sabor de estas almendras es regular; pero aprovechable para producir chocolate. Y en las almendras violetas no se ha dado una fermentación, su sabor es muy astringente y amargo con ausencia de aroma, su calidad no es aceptable para la industria chocolatera y solo son útiles para extraer manteca y colorantes. Además, mencionan que las almendras con una fermentación normal presentan los siguientes resultados: almendras parcial o totalmente violetas igual a un 35%, si superan este porcentaje tienen baja fermentación y si las almendras marrones superan el 90% existe riesgo de sobrefermentación, lo cual constituye un defecto; por lo que se puede decir que para este trabajo de investigación las almendras de cacao no sobrepasaron los límites de porcentajes de los autores mencionados, presentando un nivel de fermentación ideal para la producción de chocolate.

Seguidamente se realizó el tostado de los granos de cacao a 90 °C por 50 minutos para la obtención de licor de cacao, al respecto Gianola (1983), señala que la temperatura de tostado no

debe superar los 115 °C, y el tiempo varía según el tamaño de las almendras, la clase de cacao; que puede tener la piel más o menos gruesa o la humedad de la fruta en cosecha., el cacao pierde 6% de su peso por término medio y depende de su preparación inicial de poscosecha.

Tabla 8. *Análisis fisicoquímicos del licor de cacao (Theobroma Cacao) y jarabe de stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni).*

Tipo de evaluación	Licor de cacao	Stevia (jarabe)
pH	5.32	6.30
°Brix	79.7	67.1

Como se observa en la Tabla 8, para este trabajo de investigación la materia prima tiene como resultado un pH de 6.30 para la stevia, según Muñoz (2015) y (Osorio, 2007), señalan que el pH de las concentraciones de stevia es estable a un amplio rango de 3-9, por encima del cual se produce una pérdida de dulzor. Por lo cual podemos decir que lo obtenido en este trabajo se encuentra dentro del rango de los autores mencionados, indicando que no se produjo pérdida de dulzor de la stevia, como mencionan los autores. (Ver Anexo 4.1.2).

Los resultados obtenidos para el pH del licor de cacao en este trabajo, son de 5.32 (ver Tabla 8), Egas (2015) reporta la obtención de un pH de licor de cacao de 5.3, similar a lo obtenido en este trabajo; por lo que no se halla diferencia con el autor mencionado, ya que se utilizó la metodología AOAC (2005) 970.21 descrita por (Jacome, 2015). Al respecto Lopez (2018), reporta rangos de pH de licor de cacao entre 5.2 a 6.1, observándose que lo obtenido en este trabajo se halla dentro del rango del autor mencionado, ya que el pH depende del tipo de cacao y las condiciones de cultivo. (Anexo 4.1.2).

Según Muñoz (2015), reporta valores de sólidos solubles recuperados de stevia en solución acuosa de 65.47 a través de un diagrama triangular de extracción sólido- líquido de hojas de stevia en 2 etapas a 875 kg de disolvente (agua), comparando con lo obtenido en este trabajo de investigación, que se observa en la Tabla 8, son de 67.1, indicando que no hay variación con lo descrito por el autor; a diferencia con lo reportado por Ortiz,(2012), quien en la etapa de concentración, obtuvo un jarabe de 9.92 °Brix, con la cual si existe diferencia, debido a la utilización de ácido ascórbico, al tiempo y la temperatura de concentración. (Anexo 4.4)

Bonilla (2014) reporta valores de sólidos solubles (°Brix) de licor de cacao en un rango de 77.8 – 80.3, de tres tipos de cacao a diferentes tiempos y temperaturas de tostado, comparado con lo obtenido en este trabajo, que fueron de 79.7 °Brix, (ver Tabla 8) encontrándose dentro del rango mencionado por el autor, debido principalmente a que el tiempo y temperatura de tostado del cacao fue similar. (Anexo 4.4)

4.1.2. Análisis sensorial de barras de chocolate a base de cacao y stevia.

4.1.2.1. Análisis de varianza (ANOVA) para el color.

En la Tabla 9 se observan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el color, los cuales indican que no existe significación estadística para los tratamientos, dado que el valor de significación (p-valor = 0.9649) es mayor al 0,05. Este resultado indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a su color, es decir que los panelistas evaluadores no presentaron preferencias por el color de ninguno de los tratamientos.

El coeficiente de variación (CV =11.80 %) indica la variabilidad de los resultados en el puntaje del color que se encontró con un mismo tratamiento.

En la Figura 2, se observa que los puntajes de los tratamientos oscilan entre 3.83 (T1) y 3.94 (T4). Según estos resultados los panelistas presentaron mayor preferencia por el color del tratamiento T4 (8% de stevia y 57% licor de cacao).

Tabla 9. Análisis de varianza (ANOVA) para el color de los tratamientos (Datos transformados con \sqrt{X}).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F calculado	p-valor
Tratamiento	0.01	3	0.004	0.08 ns	0.96
Error	7.37	136	0.05		
Total	7.38	139			

CV = 11.80 %

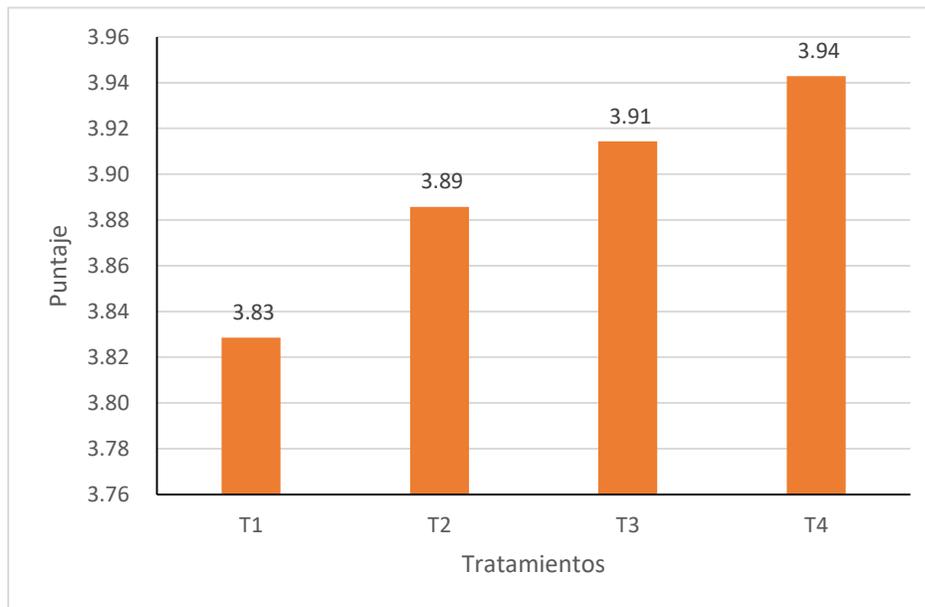


Figura 2. Puntaje del color de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

El color es uno de los atributos más importantes en diversos alimentos, y sin lugar a duda se ha convertido en una característica para la medición de la calidad, ya que los consumidores manifiestan una preferencia por aquellos productos de apariencia atractiva. (Watson, 2010)

Laaz y Zambrano (2017), elaboraron barras de chocolates con stevia, obteniendo en su investigación para el atributo de color, que el T2 (4% de stevia y 70% de cacao) fue el más aceptado sensorialmente de entre sus tratamientos, mostrando buenas calificaciones para este atributo, entre me agrada y me agrada ligeramente, mencionando no hallar diferencias entre sus tratamientos, y que la adición de stevia no influye en la cualidad de color del chocolate, mientras que el porcentaje de cacao utilizado sí. Comparado con nuestros resultados, las barras de chocolate que obtuvieron mayor aceptación del color, fueron las del T4 (3.94), evidenciándose que a mayor concentración de stevia y con la menor concentración de cacao, en la composición de los tratamientos, mayor puntaje para el atributo de color, esto debido a que la concentración de cacao, que hace que el producto luzca más aceptable en menores concentraciones, debido a que luce ligeramente más claro, además la stevia utilizada en este trabajo no influencia para el color, por ser un jarabe que se utilizó en bajas concentraciones, a diferencia de los autores mencionados, quienes utilizaron un edulcorante de stevia comercial. Bordy *et al*, (2016) señalan no encontrar diferencias para el atributo de color, evaluando la aceptación de diferentes sustituciones de stevia en leche sabor a chocolate para adultos, debido a la falta de poder discriminatorio de los panelistas evaluadores. Comparado con el resultado de este trabajo se indica que por el mismo motivo no se hallan diferencias para el atributo de color, concordando con el autor mencionado.

4.1.2.2.. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor

En la Tabla 10, se observan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el olor, los cuales indican que no existe significación estadística para los tratamientos, dado que el valor

de significancia (p -valor = 0.5936) es mayor al 0.05. Este resultado indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a su olor, es decir, que los panelistas evaluadores no presentaron preferencia por el olor de ninguno de los tratamientos.

El coeficiente de variación ($CV = 12.94 \%$) indica la variabilidad de los resultados en el puntaje del olor que se halló con un mismo tratamiento.

En la Figura 3, se observa que los puntajes oscilan entre 3.57 (T4) y 3.80 (T1).de acuerdo a estos resultados los panelistas mostraron mayor predilección por el olor del tratamiento T1 (2% de stevia y 63% de cacao).

Tabla 10. Análisis de varianza (ANOVA) para el olor de los tratamientos (Datos transformados con \sqrt{X}).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	p-valor
Tratamiento	0.12	3.00	0.04	0.64	0.59
Error	8.30	136.00	0.06		
Total	8.41	139.00			

CV = 12.94 %

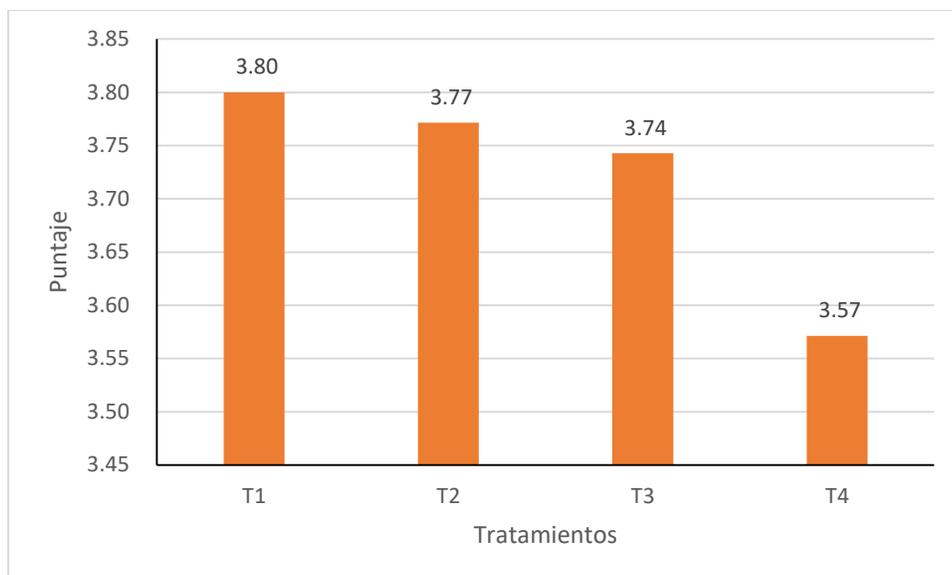


Figura 3. Puntaje del olor de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

El olor es un parámetro muy importante en la aceptabilidad de cualquier producto, pero esta característica se ve influenciada por las materias primas e insumos utilizados y que no transmitan olores desagradables ni extraños al producto. (Coloma, 2000)

En cuanto al atributo de olor de los tratamientos, como se observa en la Figura 3, el T1 obtuvo el mayor puntaje con 3.80, seguido por el T2 (3.77), siendo estos tratamientos los que se componen con las menores concentraciones de stevia y con las mayores concentraciones de cacao en su composición, debido a que el cacao en mayores concentraciones brinda un aroma a chocolate más característico, haciendo que los panelistas evaluadores tengan una mayor aceptación, en cuanto a la stevia, esta no influye para este atributo, debido a que no presenta olor característico alguno, A este respecto Laaz y Zambrano (2017) mencionan que para el atributo de olor entre sus tratamientos, entre ellos el T2, tienden a estar entre me agrada ligeramente a ni me grada ni me desagrada, mencionando la cantidad de cacao en el chocolate influye para el olor, a diferencia de la stevia, lo que se evidencia en este trabajo.

Serrano y Zambrano (2016) elaboraron barras de chocolates con edulcorantes no calóricos, mencionando que las sensaciones en cuanto al olor son parecidos entre sus pruebas, siendo la Prueba # 3 la que contenía stevia, sin hallazgo de diferencias con las demás pruebas. Comparado con nuestros resultados se evidencia que solo influiría las concentraciones de cacao para el atributo de olor y no la de la stevia.

4.1.2.3. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor.

En la tabla 11, se observan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el sabor, los cuales indican que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación (p -valor = 0.0040) es menor al 0.05. Este resultado indica que existe diferencias altamente significativas entre los tratamientos con respecto a su sabor, es decir que los panelistas evaluadores presentaron mayor preferencia por el sabor de uno o más tratamientos.

El coeficiente de variación ($CV = 19.63 \%$), indica la variabilidad de los resultados del puntaje para el sabor que se encontró con un mismo tratamiento.

Al realizar la prueba Tukey al 5% de probabilidad (Tabla 12) se observa que los resultados obtenidos con el T1 que contiene (2% de stevia y 63% de cacao), T2 (4% de stevia y 61% de cacao) y T3 (6% de stevia y 59% de cacao) cuyos puntajes son 2.57, 2,71 y 3.00 respectivamente, siendo estadísticamente iguales, de la misma manera los resultados obtenidos para el T3 (6% de stevia y 59% de cacao) y el T4 (8% de stevia y 57% de cacao), cuyos puntajes son 3. 00 y 3.43, respectivamente; son estadísticamente iguales. El tratamiento que presenta puntaje mayor es T4 y el tratamiento que tiene puntaje menor es T1. Estos resultados indican que los panelistas tuvieron mayor preferencia significativa por el sabor del T4.

Tabla 11. Análisis de varianza (ANOVA) para el sabor de los tratamientos(Datos transformados con \sqrt{X}).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	p –valor
Tratamiento	1.37	3	0.45	4.53**	0.004
Error	13.74	136	0.10		
Total	15.11	139			

CV = 19.63 %

Tabla 12. Prueba de significación de Tukey al 5% de probabilidad, para el sabor.

Tratamiento	Promedio del Puntaje	Significación al 5%
T4	3.43	A
T3	3	AB
T2	2.71	B
T1	2.57	B

Serrano y Zambrano (2016), elaboraron barras de chocolate con edulcorantes no calóricos, mencionando hallar diferencia significativa para el atributo de sabor entre sus pruebas, entre ellos la Prueba #3 que contiene stevia, siendo notable en esta el sabor característico del edulcorante, aportando un amargor propio de esta que se enmascara con el del cacao. Con respecto a los resultados para el atributo de sabor obtenidos en este trabajo, se observa en la Tabla 12, que los tratamientos que poseen las mayores concentración stevia y con las menores concentraciones de cacao en su composición (T4 y T3), poseen significativamente más aceptación del sabor, ya que los panelistas tuvieron mayor aceptabilidad para este atributo, siendo el T4 con (8% de stevia y

57% de cacao) el que más alto puntaje obtuvo (3.43) debido a que su sabor dulce es más marcado, brindado por las mayores concentraciones de stevia, enmascarando el sabor amargo propio del cacao, concordando con lo mencionado por los autores. A este respecto Laaz & Zambrano (2017) elaboraron barras de chocolates con stevia y cacao, señalando que obtuvieron calificaciones de entre me agrada y me agrada ligeramente para el atributo de sabor, siendo el T6 (5% de stevia y 70% de cacao), el que agrado más a los panelistas, siendo este uno los tratamientos que presento la mayor concentración de stevia y con la menor concentración de cacao de sus tratamientos, mencionando además que el sabor se relaciona con el dulzor del producto, lo cual se corrobora en este trabajo.

4.1.2.4. Análisis de varianza (ANOVA) para la consistencia.

En la Tabla 13, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la consistencia; los cuales indican que no existe significación estadística para los tratamientos, dado que el valor de significación (p -valor = 0.4423) es mayor al 0.05. Este resultado indica que no existe diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a su consistencia, es decir que los panelistas evaluadores no presentaron preferencia por la consistencia de ninguno de los tratamientos.

El coeficiente de variación ($CV = 14.81\%$), indica la variabilidad de los resultados en el puntaje de consistencia que se encontró con un mismo tratamiento.

En la Figura 4, se observa que los puntajes de los tratamientos oscilan entre 3.09 (T2) y 3.31 (T4), según estos resultados los panelistas presentaron mayor preferencia por la consistencia del T4 (8% de stevia y 57% de cacao).

Tabla 13. Análisis de varianza (ANOVA) para la consistencia de los tratamientos (Datos transformados con \sqrt{X}).

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	p-valor
Tratamiento	0.18	3	0.060	0.89	0.44
Error	9.17	136	0.067		
Total	9.35	139			

CV = 14.81 %

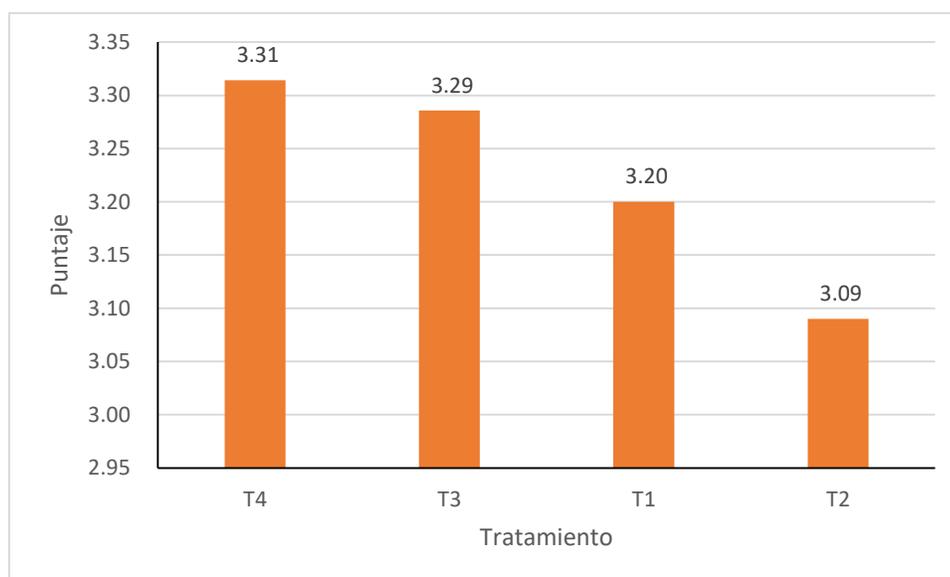


Figura 4. Puntaje de la consistencia de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

Laaz y Zambrano (2017), elaboraron chocolates a base de cacao y stevia, siendo el T2 (4% de stevia y 70% de cacao) mejor calificado, mencionando que, para el atributo de consistencia o textura, la valoración de sus tratamientos se inclinó hacia me agrada ligeramente a ni me agrada ni me desagrada, además mencionan que la cantidad de stevia no influye en la cualidad de consistencia para sus tratamientos, mientras que el cacao si, y a mayor concentración tiende a ser

más sólido. Comparado con nuestros resultados para el atributo de consistencia, se observa que obtiene el mayor puntaje el T4(3.31), siendo el que posee la mayor concentración de stevia y con la menor concentración de cacao, siendo menos rígido a la masticación y siendo el mejor calificado. En la Figura 13, además, se observa que los tratamientos que poseen menor concentración de cacao en su composición, presentaron mayor aceptación para la consistencia, siendo los mejor calificados por los panelistas, debido a que fueron menos rígidos, reafirmando lo mencionado por los autores.

4.1.2.5. Aceptación general de los tratamientos.

En la Figura 5, se observa que los porcentajes de aceptación general de los tratamientos oscilan entre el 71.1% (T4) y 64.6% (T1). Según estos resultados los panelistas presentaron mayor aceptabilidad general por el Tratamiento T4 (57% de cacao y 8% de stevia) con el cual se obtuvo el mayor porcentaje de aceptación comparado con los demás tratamientos.

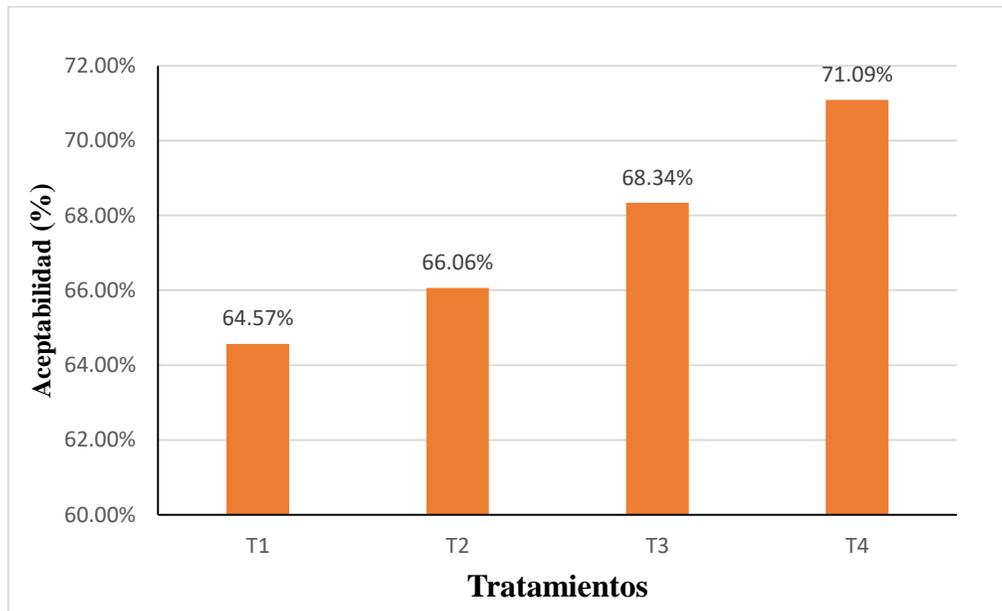


Figura 5. Porcentaje de aceptación general de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

Según Laaz y Zambrano (2017), elaboraron y evaluaron las características bromatológicas y sensoriales de chocolates con stevia, realizando seis tratamientos, entre ellos un T2 (4% de stevia y 70 % de cacao) siendo este el más aceptado sensorialmente, mencionando que la stevia influye para el sabor en las cualidades sensoriales del chocolate, y el porcentaje de cacao utilizado a mayor concentración tiende a ser más amargo y sólido. Comparando con nuestros resultados las barras de chocolate del T4 (8% de stevia y 57 % de cacao), obtuvieron mayor aceptabilidad, lo que los hace más agradable para los panelistas, debido a que es el tratamiento con la mayor concentración de stevia y con la menor concentración de cacao en su composición, lo que se relacionó con un color, sabor y consistencia más agradable, por lo que se concluye con la hipótesis planteada: el uso de stevia con la mayor concentración y con la menor concentración de cacao en la de la composición de barras de chocolate es el producto de mayor aceptación.

4.1.3. Análisis del producto Final.

4.1.3.1. Características fisicoquímicas de la barra de chocolate a base de cacao y stevia.

Una vez seleccionado el chocolate a base de cacao y stevia, a través del análisis sensorial del producto, se sometió a las pruebas fisicoquímicas de Color (colorimetría), textura y humedad, cuya elaboración cumple los requisitos del CODEX STAN 87-1981, Rev.1-2003.

En la Tabla 14, se muestran los valores correspondientes para el Tratamiento 4 (T4), cuya composición es de 57 % de cacao, 8% de stevia, 15% de Crema de leche y 20% de mantequilla. Siendo el que presentó mejor aceptabilidad por parte de los panelistas evaluadores.

Tabla 14. Características fisicoquímicas del chocolate a base de cacao (*Theobroma Cacao*) y stevia (*Stevia Rebudian Bertoni*).

Características Fisicoquímicas	T4		
	L*	a*	b*
Colorimetría	24.6	5.72	2.46
Textura (Rigidez a 2mm en N)	3.10		
Humedad %	18.28		

4.1.3.2. Análisis de varianza (ANOVA) para el color (colorimetría).

En la Tabla 15, se observan los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para el color (colorimetría), mediante los parámetros de L*, a*, b*; los cuales indican que existe significación estadística para los tratamientos, dado que, el valor de significación (p-valor = 0.0003, 0.00005 y 0.000004 respectivamente), son menores al 0.05. Estos resultados nos indican que existen diferencias altamente significativas entre los tratamientos con respecto al color (colorimetría).

Los coeficientes de variación para L*a*b* (CV= 3.68, 10.89 y 28.11 respectivamente), indican la variabilidad de los resultados del puntaje para el color (colorimetría) que se encontró con un mismo tratamiento.

En la Tabla 16 se observa los resultados de la prueba de Tukey al 5% de probabilidad para el color (colorimetría) de los tratamientos, donde, la luminosidad L* oscila entre 24.51 (T2) y 26.12 (T1), para el parámetro a* oscila entre 5.72 (T4) y 6.74 (T3), y para el parámetro b* 2.46 (T4) y 4.09 (T3). Según estos resultados se puede indicar que el T1 (2% de stevia y 63% de cacao), presenta mayor luminosidad que los demás tratamientos y el T2 (4% de stevia y 61% de cacao),

presenta la más baja luminosidad. Para el parámetro a* el T1 (2% de stevia y 63% de cacao) y el T3 (6% de stevia y 59% de cacao) son estadísticamente iguales, mostrando los valores más altos (6.17 y 6.74 respectivamente); indicando que poseen la tendencia hacia el color rojo más puro que los demás tratamientos. También, se observa que para el parámetro b* el T3 (6% de stevia y 59 % de cacao) se diferencia de los demás tratamientos, obteniendo el valor más alto de 4.09, lo que indica que presenta el color amarillo más puro de los tratamientos.

Tabla 15. Análisis de varianza (ANOVA) para el color (Colorimetría) (L* a* b*).

Parámetros	Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los Cuadrados	F calculado	p-valor
L*	Tratamiento	5.62	3	1.87	13.59	0.0003
	Error	1.65	12	0.14		
	Total	7.26	15			
a*	Tratamiento	2.29	3	0.76	111.94	0.00005
	Error	0.08	12	0.006		
	Total	2.37	15			
b*	Tratamiento	6.97	3	2.32	3801.6	0.000004
	Error	0.007	12	0.0006		
	Total	6.97	15			

Tabla 16. Resultados de medias y Prueba Tukey al 5% de probabilidad para la colorimetría.

Tratamiento	L*		a*		b*	
T1	26.12	A	6.17	AB	2.52	A
T2	24.51	B	5.95	A	2.84	A
T3	25.01	B	6.74	B	4.09	B
T4	24.60	B	5.72	B	2.46	A
CV(%)	3.68		10.89		28.11	

Letras diferentes en la columna indican diferencias significativas para Tukey ($p < 0,05$). CV: coeficiente de variación.

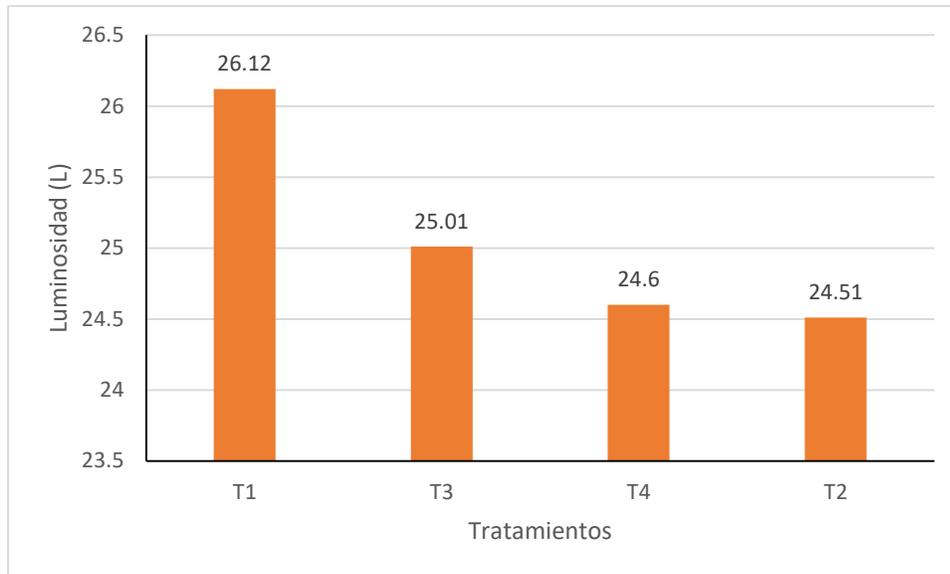


Figura 6. Resultados de la luminosidad de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

Según Bonilla (2014), quien elaboró chocolates con diferentes variedades de cacao a diferentes temperaturas y tiempos de tostado, entre ellos el cacao B a 100°C por 60 min, indica que la luminosidad en el chocolate se produce por una separación de fases en este, quedando el chocolate recubierto por grasa de color blanco (manteca de cacao y de lácteo solidificada). Comparando con los resultados de este trabajo, en la Figura 6, se muestran los resultados de luminosidad de los tratamientos, observándose que el T1 con (2% de stevia y 63 % de cacao) es el que presenta la mayor luminosidad (26.12), siendo el que contiene la mayor concentración de cacao (mayor manteca de cacao) en su composición, causándose en este la reacción de separación de fases en mayor medida, también se muestra que el T4 (24.51) es uno de los que presentan menor luminosidad, siendo el que posee la menor concentración de cacao, produciéndose en este una menor reacción de lo mencionado por el autor ,debido a la cantidad de cacao en la composición de este, además la cantidad de lácteo en los tratamientos de este trabajo; es similar para todos, no influyendo al igual que la concentración de stevia no influyo para la luminosidad.

Según Becket (2008), el chocolate presenta un color característico café, obtenido durante la fermentación del cacao, que resulta en una combinación de los parámetros a^* y b^* y una baja luminosidad. En este trabajo se observa en la Tabla 16, que para el parámetro de color a^* el T3 (6.74) presenta el valor más alto y el T4 es el que presenta el valor más bajo (5.72), presentando ambos tendencia al color rojo; mientras que para b^* el T3 (4.09) presenta el valor más alto, y el T1(2.52) es el que presenta menor valor, tendiendo al color amarillo ambos. Ambos parámetros (a^* y b^*) varían hacia el rojo y el amarillo en todos los tratamientos, diferenciándose en su pureza, debido a que el cacao es la materia prima de mayor porcentaje en la composición de los tratamientos, mientras que la stevia se utilizó en porcentajes bajos no influyendo.

Garcia (2021), realizó la sustitución de sacarosa por stevia en leche sabor a chocolate en polvo, no hallando diferencias para la escala L^* a^* b^* entre sus muestras, mencionando que la stevia en diferentes porcentajes no influyo en el color de las muestras, debido a que la cocoa fue la fuente principal de color en sus muestras. Comparando con los resultados de esta investigación, cuya fuente principal de color es el cacao (licor), si se encontró diferencias significativas, por ser este ingrediente el de mayor concentración entre los tratamientos, conjuntamente con la stevia (jarabe) en menores proporciones, y además por tratarse de barras de chocolate.

4.1.3.3. Análisis de varianza (ANOVA) para la Textura.

En la Tabla 17, se observa los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la textura, los cuales indican que existe significación estadística para los tratamientos, dado que el valor de significación (p -valor = 0.0016) es menor al 0.05. este resultado indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la textura.

El coeficiente de variación (CV = 3.54%) indica la variabilidad de los resultados para la textura que se encontró con un mismo tratamiento.

En la Tabla 18, se observa que la textura o rigidez de los tratamientos oscila entre 3.10 (T4) y 4.93 (T1), según estos resultados se puede indicar que el T4 (8% de stevia y 57% de cacao) presenta menor rigidez o dureza que los demás tratamientos.

Tabla 17. Análisis de varianza (ANOVA) para la textura.

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medio	F calculado	p-valor
Tratamiento	7.54	3	2.51	9.64	0.0016
Error	3.13	12	0.26		
Total	10.67	15			

$$CV = 3.54\%$$

Tabla 18. Resultados para la textura de los tratamientos y prueba de significación Tukey al 5% de probabilidad.

Tratamientos	Rigidez a 2 mm (N)	
T1	4.89	A
T2	4.57	A
T3	4.46	A
T4	3.10	B

Letras diferentes indican diferencias significativas Tukey ($p < 0,05$).

Serrano y Zambrano (2016), elaboraron chocolates con diferentes edulcorantes, entre ellos la Prueba # 3, con stevia, reportando la medición de la textura a 2 mm de penetración utilizando un penetrometro, obteniendo valores entre 4.90N a 5.98N, siendo el que presento la menor dureza en

la prueba comparada con otros edulcorantes para chocolates. Comparando con nuestros resultados, se observa que los tratamientos con la mayor concentración de stevia y con la menor concentración de cacao presentan menor rigidez, siendo el T4 (3.1N), el de menor rigidez, observándose también que con menores concentraciones de stevia y con las mayores concentraciones de cacao en los tratamientos, presentan mayor rigidez, siendo el T1(4.93 N) más sólido que los demás tratamientos, mostrando que los rangos de rigidez no varían con los autores mencionados, principalmente por que la cantidad de cacao influye en la textura o rigidez de los chocolates y a mayores concentraciones de este mayor rigidez. Además, la stevia utilizada para la elaboración de los tratamientos para este trabajo fue en jarabe, y de acuerdo a Bonilla (2012), quien señala que mayor actividad de agua se relaciona con una menor rigidez en chocolates, mostrando que se coincide con lo mencionado por el autor, ya que los tratamientos con mayor concentración de stevia en su composición son menos rígidos o duros.

Alvis *et al.* (2011), evaluaron la dureza de tipos de tabletas de chocolates, señalando que utilizaron un texturometro a una fuerza de penetración de 2mm de profundidad, obteniendo para el chocolate con leche 13.7 N, señalando además que la firmeza en el chocolate disminuye de acuerdo a la concentración de grasa en la leche. Comparado con nuestros resultados, estos varían significativamente, debido a que se utilizó diferentes concentraciones de cacao (licor) y stevia (jarabe), y no por lo que mencionan los autores, debido a que el contenido de lácteos es similar para todos los tratamientos.

4.1.3.4. Análisis de varianza (ANOVA) para la humedad.

En la tabla 19, se muestran los resultados del análisis de varianza (ANOVA) para la humedad, los cuales indican que no existe significación estadística para los tratamientos, ya que el valor de significación (p-valor = 0.9429) es mayor al 0.05. Este resultado indica que no existen diferencias significativas entre los tratamientos respecto a la humedad.

El coeficiente de variación (CV = 9.08%), indica la variabilidad de los resultados de la humedad que se halló con un mismo tratamiento.

En la Figura 7, se muestra que la humedad de los tratamientos oscila entre 15.34 (T1) y 18.28 (T4). Según estos resultados, se puede indicar que el T4 (8% de stevia y 57% de cacao) presenta una mayor humedad y el T1 (2% de stevia y 63 % de cacao) presenta menor humedad.

Tabla 19. Análisis de varianza (ANOVA) la humedad.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	p-valor
Tratamiento	20.29	3	6.76	1.24	0.94ns
Error	65.17	12	5.43		
Total	85.46	15			

CV = 9.08 %

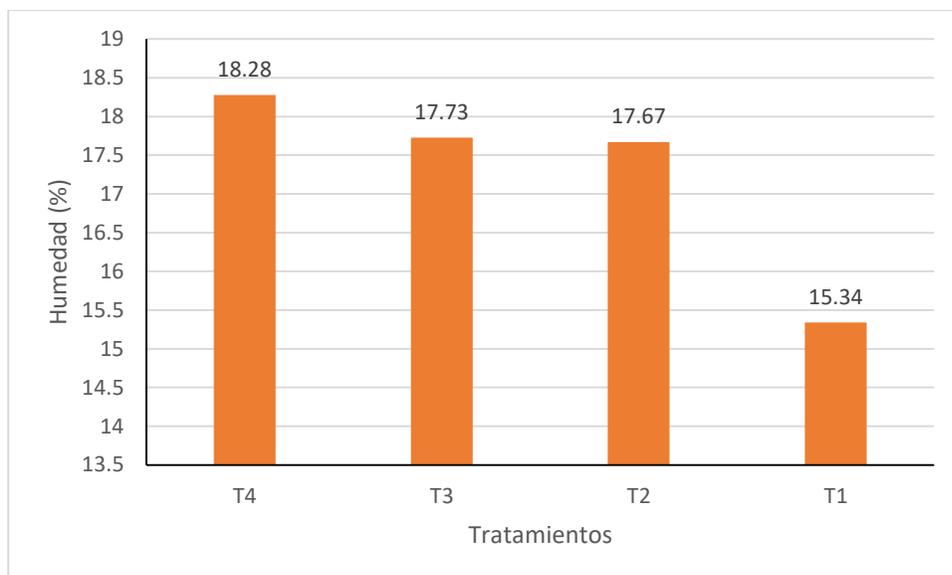


Figura 7. Promedio de la humedad de los tratamientos (T1, T2, T3 y T4).

Según Ortiz (2012), quien elaboró chocolates utilizando un edulcorante natural de stevia, siendo el Tratamiento # 16 (32% de cacao y 27% de stevia y 41% de leche en polvo) el que presenta una humedad del 23.09%, encontrándose dentro de los rangos de humedad, según los cuales se referencia en la NTE: INEN 621: 2010, con mención en chocolates y requisitos para la elaboración de los mismos, reportando diferencias para la humedad entre sus diferentes tratamientos optimizados en chocolates con leche y stevia, utilizando diferentes formulaciones de cacao (licor), stevia y leche en polvo, produciendo cambios en el contenido de humedad del chocolate, reportando humedades entre los rangos de 15.69% y 21.89%. Comparado con los resultados obtenidos en este trabajo, las humedades de los tratamientos se hallan dentro de los rangos reportados por el autor, observándose que el T4 posee 18.28% de humedad, siendo la mayor de todos, observándose que con el uso de mayor concentración de stevia y con la menor concentración de cacao, mayores valores para la humedad de los tratamientos, esto debido a que en ambos trabajos se utilizó concentraciones de stevia (jarabe) similares, lo cual influyo en los resultados para la

humedad de los tratamientos, así mismo Becket (2008), señala que el porcentaje de humedad de un chocolate se ve afectada tanto por las materias primas como por el proceso.

Beckett (2009), señala que la humedad del chocolate debe estar alrededor de 1.6%, por lo que comparado con nuestros resultados se halla diferencia, debido a que la humedad se halla muy por encima de lo reportado por el autor, esto por el tipo de elaboración y los ingredientes que componen los chocolates para ambos trabajos. El autor mencionado, elaboró chocolates con sacarosa y leche en polvo, a diferencia de este trabajo, que se utilizó crema de leche, mantequilla sin sal y stevia (jarabe), lo que influye en la humedad de estos tratamientos.

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- El tratamiento con mejor aceptabilidad de acuerdo a la evaluación sensorial fue el tratamiento T4, cuya composición es de 8% de stevia, 57% de cacao, 15% de mantequilla sin sal y 10 % de crema de leche, respectivamente, siendo el Tratamiento con la mayor concentración de stevia y con la menor concentración de cacao en su composición, lo que se relacionó con un color, sabor dulce y textura más agradable para los panelistas. Los cuales para su elaboración cumplen con la NTP-CODEX STAN 87.2013.
- De acuerdo al análisis fisicoquímico del producto más aceptado sensorialmente (T4), la barra de chocolate a base de cacao y stevia, dio como resultados: Colorimetría (luminosidad) L* 24.6; presentando la menor luminosidad, (rojo) a* 5.72 y (amarillo) b* 2.46; para la textura a 2mm de penetración presento una rigidez de 3.10 N; resultando el menos rígido, y una humedad de 18.28%; siendo el de mayor humedad.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda la utilización de mayores concentraciones de stevia (> 8 %) para chocolates, aunque el sabor residual no es agradable, se enmascara con el amargor del cacao (utilizar < 60%), variando las concentraciones y demás insumos, esto potenciaría las características sensoriales y fisicoquímicas del producto, además de realizar un mejor refinado de chocolates.
- Para la evaluación sensorial, se recomienda la utilización de la NTP 107.311:2021 CHOCOLATE. Lineamientos para la evaluación sensorial de chocolate.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agrotterra. (2021). The Leading Agrimarketplace. Recuperado el 22 de febrero del 2021, de <http://blog.agrotterra.com/actualidad/licor-de-cacao/63049/>
- Alejandra, E. C. (2015). Evaluación y Análisis Técnico Financiero del Proceso de Prensado de Licor de Cacao (Theobroma Cacao) para la Obtención de manteca y Polvo de cacao. Tesis, ESCUELA POLITECNICA NACIONAL, Quito-Ecuador.
- Alvis, A., Pérez, L., & Arrazola, G. (2011). Determinación de las propiedades de textura de tabletas de chocolate mediante técnicas instrumentales. (3ra. ed., Vol. XXII). Información tecnológica.
- Araoz, F. (2009). GUIA DE ENVASES Y EMBALAJES (Primera ed.). (M. Higa, & P. Monzón, Lima-Perú, Lima: Mincetur.
- Arribas, V. (2017). La Importancia del color de los alimentos. México: Instituto de Investigación de ciencia de la alimentación.
- Awua, P. (2002). Cocoa Processing and Chocolate Manufacture in Ghana. Essex, UK: JAMIESON AND ASSOCIATES Press Inc.
- Barrera, C. O. (2007). Stevia el Dulce sabor de tu vida. 15-16.
- Beckett, S.T. (2008). The science of Chocolate. 2nd edición. The Royal Society of Chemistry, Cambridge
- Beckett, S. (2009). Industrial Chocolate Manufacture and Use (Cuarta Edición ed.). Inglaterra, York: Blackwell Publishing Ltd.

- Bonilla, C. (2014). Evaluación del Tostado y Desarrollo de chocolate con leche a partir de cacao (Theobroma Cacao) Var. Trinitario. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, 17-19.
- Bordy, P., Palchak, T., Berruma-Bernardi, M., & Cho, H.(2016). Adult acceptance of Chocolate milk sweetened with Stevia. JOURNAL OF CULINARY SCIENCE & TECHNOLOGY, 216-221.
- Bravo, J., Bravo, F., González, M., Molina, E., Pérez, A., & Sigüero, B. (2011). Análisis Sensorial de Alimentos.12-15p. (E. Molina Hernández, Ed.) Instituto De Investigación de Ciencias de Alimentación (CIAL) CSIC-UAM.
- Bucaramanga. (2011). Factibilidad para la creación de una empresa productora de chocolate. Recuperado el 15 de julio del 2018, de <http://repositorio.uis.edu.com/jspui/bitstream/123456789/11642/142038.pdf>
- Calderón, R., Chauran, N., Mendoza, C., Vega, J., Rojas, L., & Manganiello, L. (2016). Parámetros de operación más adecuados para el proceso de tostado de almendras de cacao. Revista INGENIERIA UC. ISSN 1316-6832, vol .23, num. 1. Universidad de Carabobo. Venezuela pp. 80-81.
- Callebaut. (febrero del 2014). es.scribd.com. Obtenido de SCRIBD-Callebaut - Templado con Mycryo: <http://es.scribd.com/document/207849516/Callebaut-Templado-Con-Mycryo>
- Carpoica (Corporación colombiana de investigación colombiana),2006. Tecnología para el cultivo de la stevia. Manual Tecnico 7. Colombia pp. 56-58.
- Castro, M. & Morgado A. (2007). Parámetros mecánicos y Textura de los Alimentos. Habana-Cuba: UNIVERSIDAD DE CHILE. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas.

- Caxi, M. (2013). Evaluación de la vida útil de un néctar a base de yacón (*Smallanthus Sonchifolius*), maracuyá amarillo (*Pasciflora Edulis*) y Svevia (*Svevia Rebaudiana*) en función de las características fisicoquímicas y sensoriales. Tesis. Ing. en industrias alimentarias. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna, PE. p 52-53.
- Charrodiere., R. (2018). Cálculos de recetas y otros cálculos. Achieve Healthy & sustainable (págs. 1-4). Santiago, Chile: NIN CENTENARY.
- Chávez, J. y Feijo, K. (2020). DISEÑO DE UNA PASTA UNTABLE A BASE DE MUSA ACUMINATA Y CHOCOLATE CON INCLUSIÓN DE INULINA Y STEVIA REBAUDIANA. UTMACH. Facultad de Ciencias Químicas y de la Salud. INGENIERIA EN ALIMENTOS, 29-31.
- Chonata, E. (2020). La Stevia Rebaudiana como edulcorante calórico. Propuesta de su adición a galletas. Universidad Politécnica de Valencia. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/150599/Chonata> - La Stevia (Rebaudiana) como edulcorante acalórico. Propuesta
- Christopher Stevenson, J. C. (1993). Manual de Análisis de Cacao en Laboratorio. En J. C. Christopher Stenvenson, Manual de Análisis de Cacao en Laboratorio. (págs. 14-16). Costa Rica: Pro cacao.
- Coloma, P. (2000). Elaboración de galletas a base de una mezcla de Cañihua (*Chenopodium Pallidicaule Aellen*), Cebada (*Hordeum VulgareL.*), quinua (*Chenopodium Quinoa Willd*, Tarwi (*Lupinus Mutabilis Sweet*) y Trigo (*Triticum Bulgare L.*). Puno: Centros e Institutos de investigación. Universidad Nacional del Altiplano.

- De La Cruz, E. y Pereira I. (2009). Historia, Saberes y Sabores en torno al Cacao (*Theobroma cacao*) en la Sub región de Barlovento. revista universitaria de investigación, 10, 97-120.
- Del valle Moreira, I. A. (2012). “Utilización de leche en polvo stevia (*Stevia Rebaudiana*) como edulcorante en la elaboración del manjar de leche de vaca.” Universidad Técnica Estatal de Quevedo Facultad de Ciencias Pecuarias Escuela de Ingeniería En Industrias Pecuarias.
- Desrosier. (2007). Elementos de Tecnología de Alimentos. México: Compañía Editorial Continental S.A.
- Duran, S. K. (2012). Stevia (*Stevia Rebaudiana* Bertoni), edulcorante natural y no calórico (Vol. 39). Santiago, Chile: Revista Chilena de Nutrición.
- Ecured (2015). Colorimetría cap. http://www.ecured.cu/Colorimetr%C3%ADa_cap.
- Egas Chávez, M. (2015). Evaluación y Análisis técnico Financiero del proceso de Prensado de Licor de cacao (*Theobroma Cacao*) para la Obtención de manteca y polvo de Cacao. Quito-Ecuador: ESCUELA POLITECNICA NACIONAL.
- Figura, T. (2007). Food Physics: Physical Properties, Measurement and Applications. Heidelberg Springer-Verlag Berlin.
- García, D. (2021). Evaluación de la leche sabor Chocolate ZAMORANO reducida en azúcares añadidos y sustituidos por GREENESSE TM 60 STEVIA y OPTIMIZER STEVIA R. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Departamento de Agroindustria Alimentaria. HONDURAS.
- Instituto del cacao y del chocolate. (2005). Informe, reporte. Bruselas-Bélgica. <http://virtualpro.co>
- Gianola, C. (1983). La industria del Chocolate. Madrid, España: PARANINFO.

- Gilabert, J. & Encinas, T. (2014). De la stevia al E-960: un dulce camino. Ciencia y Tecnología de los Alimentos. Universidad Complutense de Madrid. Madrid ES. revista Reduca (Recursos Educativos). Serie Congresos Alumnos. Vol.6, N* 1, p.305-311.
- Giraldo, C., Marín, L., & Habeych, D. 2005. Obtención de Edulcorantes de Stevia Rebudian Bertoni. Revista CENIC. Ciencias Biológicas, vol. 36, p.3.
- Gonzales, A. & Moralejo, S. (2011). Aproximación a la comprensión de un endulzante natural alternativo, la Stevia Rebudian Bertoni: Producción, consumo y demanda potencial. revista Scientia Agroalimentaria, vol. 17, núm. 32, p.62.
- Gonzales, Y., Pérez, S., & Palomino C. (2011). Factores que inciden en la calidad sensorial del chocolate. Actualización en nutrición, Vol.XIII (Num.4), 325-327.
- Guías Empresariales. (2000). SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL. SECRETARIA DE COMERCIO Y FOMENTO INDUSTRIAL, Yogurt y crema.
- Guillermo, Y. (2019). Influencia de la Stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni) en las características sensoriales y fisicoquímicas en el néctar de Arándano (Vaccinium Corymbosum). Facultad de Ingeniería y Ciencias Humanas. UNIVESIDAD DEL CENTRO DEL PERU.
- Guzmán, E. (2018). Determinación de los parámetros óptimos para la obtención de néctar a partir del mango ciruelo (Spondias Cytherea) Edulcorado con Stevia (Stevia Rebaudiana Bertoni). ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA INDUSTRIAL ALIMENTARIAS. Universidad Nacional de Piura.
- Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial Universidad Nacional Abierta y a Distancia-UNAD. Bogotá: Primera Edición.

- Jacome, W. (2015). Diseño de una planta de elaboración de chocolate negro y chocolate con leche a partir de licor de cacao. Quito: Escuela Politécnica Nacional.
- Jarma, A., Cardona, C., & Fernández, C. (2005). Efecto de la Temperatura y Radiación en la producción de Glucósidos de esteviol de stevia rebaudiana en el caribe húmedo colombiano. *Revista de Agronomía Colombiana*, 23(2), 3.
- Jarma, A; Rengifo T; Aramendiz, H. 2005. Aspectos fisiológicos de stevia (*Stevia Rebudiana Bertoni*) en el Caribe colombiano: efecto de la radiación incidente sobre el área foliar y la distribución de biomasa. *Revista Agronomía Colombiana*, vol. 23, num.2, p.3.
- Jinap, S., Wan. -Rosli, W., Russly, A., & Nurdin, L. (1998). Effect of Roasting Time and Temperature on volatile Components Profile During Nib Roasting of Cocoa Bean (*Theobroma Cacao*). *Journal of the Science and food Agriculture*, 441- 448.
- Laaz, F. & Zambrano, C. (2017). EFECTOS DE LA STEVIA (*Stevia Rebaudiana Bertoni*) Y CACAO FINO DE AROMA EN LAS CARACTERISTICAS BROMATOLOGICAS Y ORGANOLEPTICAS DEL CHOCOLATE SEMIAMARGO. Escuela Superior politécnica de Manabí: MANUEL FELIX LOPEZ.
- Lawless, T. (2010). *Texture Evaluation, Sensory evaluation of food: principles and practices*. New York: 2 ed.
- Lee, Y. & Powers, J. (2005). Comparison of CIE lab, and DIN 99 color differences between various shades of resin composites. *The International journal of Prosthodontics*, 18.
- Lewis, M. (1993). *Propiedades físicas de los Alimentos y de los Sistemas de Procesados*. Zaragoza: Acribia.

- López E., P. C. (2018). CHOCOLATES FINOS NACIONALES COFINA S.A. Aseguramiento de calidad. Ecuador: CODIGO EAC - 006.
- Mendenhall, W., Beaver, R., & Beaver, B. (2010). Introducción a la Probabilidad y Estadística. En W. Mendenhall, R. Beaver, & B. Beaver, Introducción a la Probabilidad y Estadística (Décimo tercera ed., págs. 447-461). México DF: EDITEC S.A. de CV.
- Méndez, F. & Sarabia, R. (2012). Extracción de un edulcorante natural no calórico a escala de laboratorio a partir de Stevia Rebaudiana Bertoni y sus aplicaciones en la Industria de alimentos. Ciudad Universitaria, El Salvador.: Universidad de el Salvador. Escuela de ingeniería Química e ingeniería De Alimentos.
- Millán, E., Pacheco, W., & Morales, J. (2012). Estudio económico para la producción y comercialización de hoja de Stevia (Stevia Rebudian Bertoni) deshidratada. Revista Scientia Agropecuaria vol. 16, núm. 2, p.25.
- MINAGRI (2020). Observatorio de Commodities: Cacao. Ministerio de Agricultura y Riego. http://repositorio.midagri.gob.pe/bistream/20.500.13036/757/1/comodities_cacao_enero-mar_2020.pdf
- Muñoz, C. (2015). Proceso de obtención de un nuevo edulcorante natural a base de Stevia Rebaudiana Bertoni. PROYECTOS DE FIN DE CARRERA. Ingeniería Química. Cádiz-España
- Nature, P. (2013). Como hacer STEVIA EN POLVO/LIQUIDO 0% CALORIAS. España.
- NORMA TECNICA PERUANA NTP 208.017: 2015 CACAO Y CHOCOLATE. Determinación de humedad. Método gravimétrico 3ª ed. Lima- Perú.

Norma Técnica Peruana NTP-ISO 2451 Granos de cacao. Especificaciones y requisitos de calidad.
GIP 103 2021.

Norma Técnica Peruana NTP 107.306: 2018 + MT 1:2021 CACAO Y CHOCOLATE. Nibs de cacao. Requisitos 1ª ed. Lima- Perú.

NTP-CODEX STAN 87.2013. NORMA PARA EL CHOCOLATE Y PRODUCTOS DEL CHOCOLATE, Enmienda 2016.

Ortiz, P. (2012). Elaboración de un chocolate utilizando un edulcorante natural de stevia. santo Domingo. Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial.

Osorio, C. (2007). Stevia el dulce sabor de tu vida. ADMINISTRACION COMERCIAL Y MERCADO. Principios de administración.

Pita, O. F. (2016). "Tesis para optar el título de: licenciado en administración de empresas" Viabilidad comercial de chocolate orgánico para consumo directo en la ciudad de Chiclayo. Chiclayo-Perú.

Raimondo, E. (2002). Envases para frutas y hortalizas frescas. Rev. fca., TOMO XXXIV. N*1.

REAL ACADEMIA ESPAÑOLA: Diccionario de la lengua española, 23ª ed.

Ritcher, M. & Da Silva S. (2007). Ingredientes Utilizados en la industria del Chocolate. Revista Brasileira de Ciencias farmacéuticas, III (3), 357-366.

Rivera, J. (1995). Tecnología de leche y derivados. Universidad de Nariño. San Juan de Pasto. (Colombia)

Ruiz M. (2014). Influencia de la época de cosecha en la calidad del licor de cacao tipo nacional. SPAMCIENCIA (5 (2): 73-85/2015), 84.

- Ruiz, M. (2020). Evaluación Paramétrica en Tostado de Cacao piurano con diseño factorial 3k, y determinación del perfil sensorial. Piura.
- Salinas, N. y Bolívar W. (2012). Ácidos grasos en chocolates venezolanos, ecuatorianos y sus análogos. (Vol. 25). Caracas: An. Venezuela nutrición.
- Saltos, H. (2010). Sensometría Análisis en el Desarrollo de los Alimentos Procesados, editorial Pedagógica Freire, Riobamba. Ecuador. pág. 9, 25-26.
- Salvador, M., Sotelo, M., & Paucar L, (2014). Estudio de la Svevia (Svevia Rebaudiana Bertoni) como edulcorante natural y su uso en beneficio de la salud. Dep. de Ingeniería Industrial. Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Santa, Ancash- Perú
- Organización Mundial de la Salud (2015). Inocuidad de los alimentos. Obtenido de <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs399/es/>.
- Sánchez, L., & Piñero, P. (2012). Chocolate (En línea). Obtenido de <Http://www.slideshare.net/>: <Http://www.slideshare.net/>.
- Martínez, C. (2019). ESTADÍSTICA BASICA APLICADA. ECOEE 5ta Edición. Bogotá-Colombia.
- Mathias-Rettig, K. & Ah-Hen, K. (2014). El Color de los Alimentos un Criterio de Calidad Medible. AGROSUR. Universidad Austral de Chile, 8-9.
- Sbodio, A. (2010). Tratamiento térmico de leche: influencia del pH y CaCl en la elaboración de Queso cuartirolo. Revista Internacional del centro de Información Tecnológica (CIT), 107-116.

- Serrano, B. & Zambrano Y. (2016). Elaboración de Confitería Base de Chocolate con Edulcorantes no Calóricos. UIVERSIDAD DE CUENCA. Ecuador.
- Schnarch, A. (2001). Nuevo Producto. Colombia: Mac Graw-Hill.
- Sotomayor, C. (2009). Estudio del mercado interno para la determinación y caracterización del consumo actual y potencial de derivados industriales del cacao. Obtenido de http://agroaldia.minag.gob.pe/biblioteca/download/pdf/manualesboletines/cacao/mercado_cacao.pdf.
- Solórzano, L & Párraga, R. (2011). Aplicación de la pulpa de maracuyá y stevia en la elaboración de un cremogenado lácteo en la ESPAM MFL. Tesis. Ing. Agroindustrial. ESPAM MFL. Calceta-Malabi, EC.24.
- Stevenson, C., Corven, J., & Villanueva, G. (1994). MANUAL DE ANALISIS DE CACAO EN LABORATORIO. IICA PROCACAO, 13-16.
- Stone, Herbert. & Sidel, Joel L. (2004). Sensory Evaluation Practices. A volume in Food Science and Technology. 3ª ed. Elsevier Academic Press. San Diego, California, USA. 565p.
- Terán, W. & Acosta, O. (2014). Elaboración De una Bebida Funcional a Base de Cebada (*Hordeum Vulgare*) y Cacao en Polvo (*Theobroma Cacao L.*) Edulcorado con Stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*). (En Línea) consultado 15 de setiembre del 2018 formato PDF Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/bistream/123456789/2687/1/03%20349%20TESIS.pdf>.
- Torres, M. (2012). influencia de las características y procesado del grano de cacao en la composición fisicoquímica y propiedades sensoriales del chocolate negro. recuperado de:

<http://www..tdx.cat./bistream/handle/10803/80743/Tesis%20MTM2012.pdf.sessionidE841C3A1592C67FCA02A592CA28CD4D1.tdx2sequence1>.

Urquhart, D. (2003). Cacao, "La Historia del Cacao" (Vol. Tomo I). Costa Rica: Grupo editorial SIC.

Uzca, C. (2009). Aplicación de la Stevia Rebaudiana Bertoni en el Desarrollo y Diseño de Proceso de un chocolate en polvo para Grupos de personas con Dietas de bajas Calorías. Guayaquil. Ecuador: Escuela Superior Politécnica del Litoral.

Watson, G. (2010). Aprovechamiento de la harina de Pejibaye en la elaboración de alimentos enriquecidos con compuestos bioactivos beneficiosos y en la evaluación de su aceptación sensorial en consumidores. Costa Rica. Obtenido de <http://www.kerwa.ucr.ac.cr/handle/10669/29530>.

Zaragoza Universidad. (2000). Prácticas de análisis químico de alimentos 2do CTA. Zaragoza-España.

ANEXOS

Anexo 1. Fotografías del procedimiento para la elaboración de la stevia (*Stevia rebusiana Bertoni*): jarabe.

1. Recepción y selección de materia Prima Hojas de Stevia y agua de mesa



2. Pesado



3. Lavado



4. Infusión



5. Reposo



6. Filtrado



7. Concentración



8. Envasado



Anexo 2. Fotografías de la prueba de corte de granos de cacao (*Theobroma cacao*).



Anexo 3. Fotografías de la elaboración del licor de cacao (*Theobroma Cacao*).

1. Recepción y selección



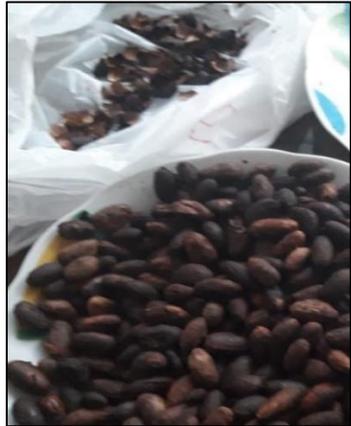
2. Pesado



3. Tostado



4. Descascarillado



5. Moliendas



6. Envasado



Anexo 4. Análisis fisicoquímicos.

Anexo 4.1. Determinación del pH.

Método: potenciómetro

Procedimiento:

- Se enciende y calibra el pH metro.
- Se prepara la muestra: la medida del pH se hace a una muestra del jarabe de stevia (directamente) y del licor de cacao (metodología según AOAC 970.21).
- El electrodo se lava con agua destilada para eliminar los restos de tampón, seguidamente se lava con la muestra a medir.
- Se introduce el electrodo en la muestra, de tal forma que quede suficientemente cubierta la membrana de intercambio del electrodo con la muestra.
- Se agita la muestra, normalmente se realiza con un agitador magnético.
- Se acopia el valor de pH, tras unos segundos de estabilización de la medida.
- Tras realizar las medidas, el electrodo se lava con agua y se guarda en la disolución de almacenamiento del mismo.

Anexo 4.1.2. fotos de la determinación de pH de la stevia (jarabe) y del licor de cacao, respectivamente.



Anexo 4.2. Determinación de solidos solubles.

Método: Usando refractómetro digital ATAGO

Procedimiento

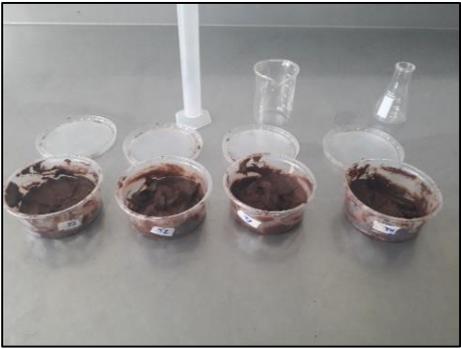
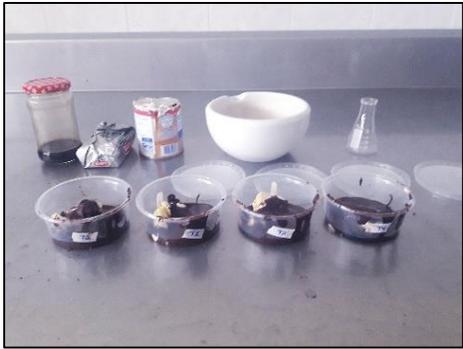
- Prender el refractómetro digital pulsando el botón START del equipo.
- En la parte de toma de muestra colocar una gota de agua destilada y dejar reposar, pulsar el botón ZERO; esto generara que el refractómetro se calibre en 0, 00 °Brix.
- Limpiar la zona de toma de muestra con agua destilada y papel toalla, hasta que quede lo más seca posible.
- Tomar una gota de muestra y colocar la en la zona de toma de muestra, pulsar nuevamente el botón START y recoger los datos obtenidos en la pantalla digital.
- Si la temperatura de la muestra no es 20 °C, la medida realizada debe de ser corregida, Sin embargo, por conveniencia, a menudo esto suele ser ignorado cuando se determina los °Brix de la muestra en el laboratorio.

- Por esto último, la medida obtenida por el refractómetro digital sin corrección de temperatura debe de ser mirada solamente como una, estimación del °Brix.
- Una corrección aproximada que puede realizarse es restar o sumar por cada °C por debajo o por encima de 20 °C 0,07 °Brix respectivamente

Anexo 4.2.1. Fotografías de la toma de muestras de solidos solubles del jarabe de stevia y del licor de cacao, respectivamente.



Anexo 5. Fotografías de los ingredientes y de los tratamientos en la elaboración de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia Rebaudiana Bertoni*).



Anexo 6. Medición del color (Colorimetría).

Metodo: Utilización del colorímetro.

- Prender el colorímetro CHROMA METER CR 400 KONICA MINOLTA, INC. desplazando el botón POWER hacia la derecha, ubicado a un costado del equipo.
- Presionar el botón CAL en la parte superior bajo un tapiz blanco.
- Cuando la muestra se halle en la parte inferior del colorímetro (área de medición) presionar el botón que queda en el dedo índice y esperar dos destellos de luz en la parte del área de medición.
- Tomar nota de las Mediciones L^* a^* b^* cuando la luz verde en la parte superior del colorímetro prenda y que se muestran en la pantalla del colorímetro.
- Volver a medir otra muestra de la misma manera.

Anexo 6.1. Fotografía de la medición del color de las barras de chocolate con leche a base de cacao y stevia/ Tratamientos (T), utilizando el colorímetro KONICA MINOLTA CR400.



Anexo 7. Medición de la textura de barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*).

Método: Utilización del Texturometro BROOKFIELD CT3.

- Prender el equipo TEXTUROMETRO BROOKFIELD CT3, pulsando el botón Power localizado en la parte posterior del equipo.
- Utilizar la pieza adecuada para la toma del test, en este caso fue un cono de 30° y ajustarla al equipo.
- Utilizando el botón SELECT/SCROLL, que se halla en la parte frontal del equipo, seleccionar el tipo de test, fuerza de inicio, deformación, y velocidad.
- Colocar la muestra en el área de toma de muestras
- Pulsar el botón START, y empezara la prueba.
- Tomar los datos de la pantalla del equipo.
- Luego de realizada la prueba, pulsar el botón RESET/ STOP.
- Volver a realizar los pasos anteriores.

Anexo 7.1. Fotografías de la toma de muestras de dureza del Chocolate edulcorado con stevia en el equipo TEXTUROMETRO BROOKFIELD CT3.



Anexo 8. Determinación de Humedad Método AOAC 952.08, adaptado al equipo Precisa XM 60.

Método: Utilización equipo PRECISA XM60.

- Pesar aprox. 2 g. de muestra a 102 °C en el equipo.
- Encender el equipo PRECISA XM60, pulsando el botón de encendido.
- Calibrar el equipo para los parámetros del método mencionado, en este caso se programó a 102 °C por una hora, para ello se presionó los botones para adecuar el equipo.
- Se toma el platillo de aluminio y se coloca dentro del equipo, se tara y se procedió a pesar 2 g. de chocolate edulcorado con stevia, se cierra el equipo.
- Se presiona el botón de START para empezar a medir la humedad de los chocolates.
- Pasado los 20 min el equipo se estabiliza y muestra parametros en su pantalla, las cuales se recopilaron para este trabajo de investigación.
- Se utilizó las fórmulas que se hallan en el manual del equipo para el cálculo de la humedad de cada una de las muestras.

Anexo 8.1. Fotografías de la determinación de humedad de chocolates edulcorados con stevia en el Equipo PRECISA XM60.



Anexo 9. Fotografías de la evaluación sensorial de las barras de chocolate a base de Cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebudiana Bertoni*).



**Anexo 9.1. Ficha para determinar la Evaluación Sensorial de Chocolate a base de cacao
(*Theobroma Cacao*) y stevia (*Stevia Rebudian Bertoni*).**

Fecha: / / 2022

Instrucciones: Frente a Ud. se presentan cuatro muestras de Chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana* Bertoni) “Por favor, obsérvelas y pruebe cada una de ellas, empezando por su izquierda hacia su derecha, cada una está rotulada **T1, T2, T3, y T4**. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada tributo de cada **Tratamiento**, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra”.

Nota: Recuerde tomar agua antes de probar el siguiente **Tratamiento**.

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta mucho ☹
2	Me disgusta moderadamente :/
3	No me gusta ni me disgusta 😐
4	Me gusta moderadamente :]
5	Me gusta mucho 😊

CALIFICACIÓN PARA CADA ATRIBUTO				
Tratamiento/Evaluación	T1	T2	T3	T4
sensorial				
Color				
Olor				
Sabor				
Consistencia				
Apariencia General				

¡Gracias por su colaboración!

Anexo 10. Rendimientos de cacao y stevia

Se trabajó con 1 kg de cacao para la realización de este trabajo de investigación, el cual fue variando a medida del avance y la elaboración de los Tratamientos. Para el tostado del cacao, el peso vario a 911g, después del descascarillado a 804.4g con 106.59 g de cascarilla y al finalizar obteniéndose 729g de licor de cacao puro. Siendo el rendimiento de más del 70%

El rendimiento del proceso de la elaboración de stevia (jarabe) fue de 4.62%, que es el porcentaje de cambio de peso en los alimentos debido a cocción (Charrodiere., 2018). La merma fue del 95.37% que son los deshechos del proceso, en este trabajo fueron las hojas filtradas, luego de la infusión y el agua evaporada.

En la etapa de tostado de cacao se perdió un 5.5 % de peso, según (Awua, 2002) explica que el grado de cambio se relaciona con el tiempo y temperatura de tueste y la tasa de pérdida de humedad durante el proceso. La temperatura de tueste varía entre 90 y 170°C siendo el tueste húmedo o seco. Según (Jinap, 1998) el tostado es una operación importante para el desarrollo del aroma y sabor de los granos de cacao, a temperaturas de 100 hasta 140 °C y un rango de tiempo de 20 a 50 minutos, por lo que en esta investigación se realizó dicha operación dentro de estos rangos mencionados por los autores.

Para el rendimiento del cacao en la etapa del tostado se encuentra entre 8.9 %, la pérdida representa la humedad evaporada en el proceso de tostado, no solo del grano sino también de la cascarilla (Bonilla, 2014). Durante el tostado en este trabajo de investigación se perdió un 11.7 % de cascarilla y según lo reportado por (Ruiz, 2020) el peso de cascarilla difícilmente supera el 15% del total, por lo que se encuentra dentro del rango descrito por el autor. El rendimiento para la obtención de licor de cacao a partir de almendras de cacao fue de 73% aproximadamente con una merma del 27%.

Anexo 11. Equipos de laboratorio utilizados para la evaluación de la materia prima y del producto terminado, barras de chocolate a base de cacao (*Theobroma cacao*) y stevia (*Stevia rebaudiana Bertoni*).

- Refractómetro de bolsillo.



Figura 8. Refractómetro de bolsillo Marca ATAGO PAL-3.

- pH-metro.



Figura 9. Ph metro digital PH 009 (III) WMETERS.

- Colorímetro.



Figura 10. Colorímetro Marca Konica Minolta CR-400.

- Texturómetro.



Figura 11. Texturómetro Marca BROOKFIELD CT3.

- Determinador de humedad.



Figura 12. Determinador de humedad Marca Precisa XM 60.

Anexo 12. Resultados fisicoquímicos generales.

- A continuación, en la siguiente Tabla 1, se muestran los datos básicos y resultados obtenidos del análisis fisicoquímico para la humedad de las barras de chocolate elaborados a base de cacao y stevia, evaluados durante un periodo de 22 días del tratamiento T1.

Tabla 1 del Tratamiento T1

Tiempo (días)	Humedad (%)				Promedio
	1	2	3	4	
1	14.89	15.10	16.20	14.89	15.27
4	15.21	15.19	14.98	14.23	14.90
7	15.26	15.10	14.98	14.10	14.86
10	15.69	15.59	16.12	16.32	15.93
13	16.23	16.18	15.21	14.25	15.47
16	16.40	14.55	13.54	13.36	14.46
19	18.21	17.65	17.58	14.23	16.92
22	15.95	15.63	14.25	14.05	14.97

En la Tabla 1, se muestra los datos que se recabaron en el primer tratamiento con una composición de 2% de stevia y 63% de cacao en la composición de barras de chocolate, con cuatro repeticiones, evaluadas durante un periodo de 22 días. Similar procedimiento se realizó con los demás y tratamientos (T2, T3 y T4).

- A continuación, en la siguiente Tabla 2, se muestran los datos básicos y resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de colorimetría en las barras de chocolate elaborados a base de cacao y stevia, evaluados durante un periodo de 22 días del tratamiento T1.

Tabla 2 del Tratamiento T1

Tiempo en días	Colorimetría				Promedio
	L*-a*-b*				
	1	2	3	4	
1	25.94-6.6-2.43	26.30-6.2-2.4	27.58-6.41-1.86	26.23-6.09-1.89	26.46-6.17-2.52
4	25.56-6.66-2.77	25.28-5.9-2.71	26.65-6.69-2.38	25.55-5.74-2.15	25.71-6.18-2.53
7	26.38-6.07-3.85	25.29-5.85-3.83	26.38-6.09-2.46	25.67-6.09-2.93	25.64-6.14-2.51
10	25.29-6.04-2.93	25.28-6.12-2.95	26.32-6.02-2.69	25.95-5.64-3.89	25.71-6.18-2.53
13	26.31-6.2-2.25	26.27-6.06-2.21	25.33-5.97-3.81	25.55-6.78-2.64	25.87-6.15-2.49
16	26.31-5.84-1.77	25.30-6.49-1.74	26.10-6.08-2.94	26.99-6.17-2.31	25.90-6.16-2.54
19	25.95-6.15-2.34	26.31-6.52-2.51	25.58-5.78-2.29	26.61-6.53-2.34	25.79-6.13-2.58
22	26.67-5.8-1.85	27.59-6.35-1.88	27.58-6.13-1.69	25.34-6.47-1.98	26.80-6.19-2.55

En la Tabla 2, se muestran los datos que se recabaron para la colorimetría en el primer tratamiento con una composición de 2% de stevia y 63% de cacao en la composición de barras de chocolate, con cuatro repeticiones, evaluadas durante un periodo de 22 días. Similar procedimiento se realizó con los demás y tratamientos (T2, T3 y T4).

- A continuación, en la siguiente Tablas 3, se muestran los datos básicos y resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de textura (dureza, rigidez) en las barras de chocolate elaborados a base de cacao y stevia evaluados durante un periodo de 22 días del tratamiento T1.

Tabla 3 del Tratamiento T1

Tiempo en días	Rigidez a 2mm penetración (N)				Promedio
	1	2	3	4	
1	6.02	5.10	4.66	4.37	5.04
4	5.70	6.23	5.80	6.13	5.97
7	5.49	4.55	1.67	1.20	3.23
10	5.64	4.68	5.43	6.17	5.48
13	6.01	5.00	4.64	4.36	5.00
16	5.69	6.20	5.78	6.09	5.94
19	5.45	4.52	1.69	1.22	3.22
22	5.63	4.66	4.41	6.15	5.21

En la Tabla 3, se muestran los datos que se recabaron para la textura (rigidez a 2mm de penetración) en el primer tratamiento con una composición de 2% de stevia y 63% de cacao en la composición de barras de chocolate, con cuatro repeticiones, evaluadas durante un periodo de 22 días. Similar procedimiento se realizó con los demás y tratamientos (T2, T3 y T4).

Anexo 13. Diagrama triangular de mezclas

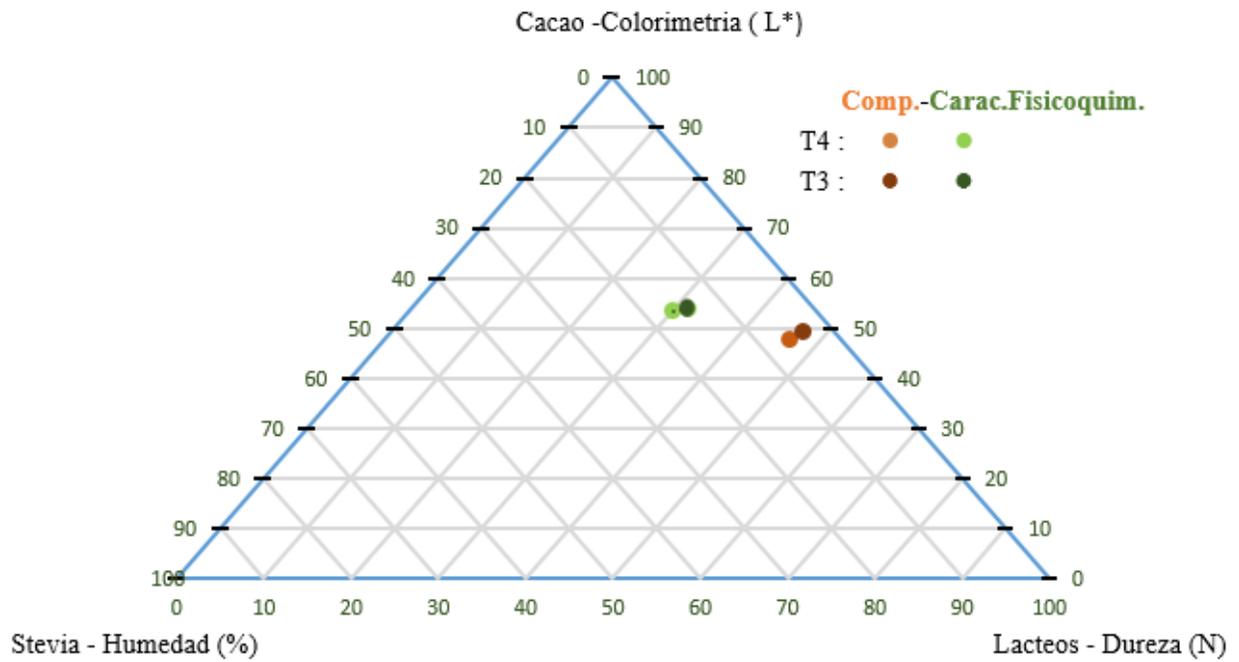


Figura 13. D.T. de composición y características fisicoquímicas de los T4 y T3.

En la figura 13 se muestra el diagrama triangular de composición y características fisicoquímicas de los Tratamientos 3 y 4, en este trabajo de investigación, que fueron los mejor calificados sensorialmente.

Anexo 14. Tabla 20. Análisis de varianza (ANOVA) de la aceptación general de los tratamientos.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F calculado	P-valor
Tratamientos	2.83	5.00	0.57	12.73	0.00002
Error	0.80	18.00	0.04		
Total	3.63	23.00			

En la Tabla 20 se muestran los resultados del análisis de varianza ANOVA para la aceptación general de los tratamientos, observándose que el valor de probabilidad es menor a 0.05, este resultado nos indica que existen diferencias significativas entre los tratamientos con respecto a su aceptación general, es decir que los panelistas evaluadores presentaron una mayor aceptación general por uno o más tratamientos. Siendo el T4 el mejor valorado en tal sentido, como se muestra en la Figura 5.