UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

DISEÑO DE UNA PASTA UNTABLE A BASE DE *MUSA ACUMINATA* Y CHOCOLATE CON INCLUSIÓN DE INULINA Y *STEVIA REBAUDIANA*

CHAVEZ MACAS JENNER ALBERTO
INGENIERO EN ALIMENTOS

FEIJOO ORELLANA KATHERINE LISSETH
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2020

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

Diseño de una pasta untable a base de *Musa acuminata* y chocolate con inclusión de inulina y *Stevia rebaudiana*

CHAVEZ MACAS JENNER ALBERTO
INGENIERO EN ALIMENTOS

FEIJOO ORELLANA KATHERINE LISSETH
INGENIERA EN ALIMENTOS

MACHALA
2020

UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

TRABAJO TITULACIÓN
TRABAJO EXPERIMENTAL

Diseño de una pasta untable a base de *Musa acuminata* y chocolate con inclusión de inulina y *Stevia rebaudiana*

CHAVEZ MACAS JENNER ALBERTO
INGENIERO EN ALIMENTOS

FEIJOO ORELLANA KATHERINE LISSETH
INGENIERA EN ALIMENTOS

MATUTE CASTRO NUBIA LISBETH

MACHALA, 07 DE MAYO DE 2020

MACHALA
2020

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Diseño de una pasta untable a base de *Musa acuminata* y chocolate con inclusión de inulina y *Stevia rebaudiana*, hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.

MATUTE CASTRO NUBIA LISBETH
0703695478
TUTOR - ESPECIALISTA 1

BRAVO BRAVO VERONICA PATRICIA
0703690123
ESPECIALISTA 2

CARRION ESPINOSA WILSON EMMANUEL
0704725688
ESPECIALISTA 3

Machala, 07 de mayo de 2020

Tesis

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	6%	2%	5%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	dspace.espoch.edu.ec Fuente de Internet	1%
2	www.researchgate.net Fuente de Internet	1%
3	Submitted to Universidad Nacional del Santa Trabajo del estudiante	<1%
4	www.alimentosargentinos.gob.ar Fuente de Internet	<1%
5	Submitted to Universidad Autónoma de Nuevo León Trabajo del estudiante	<1%
6	www.scribd.com Fuente de Internet	<1%
7	repositorio.uchile.cl Fuente de Internet	<1%
8	bdigital.unal.edu.co Fuente de Internet	<1%

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

Los que suscriben, CHAVEZ MACAS JENNER ALBERTO y FEIJOO ORELLANA KATHERINE LISSETH, en calidad de autores del siguiente trabajo escrito titulado Diseño de una pasta untable a base de Musa acuminata y chocolate con inclusión de inulina y Stevia rebaudiana, otorgan a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tienen potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

Los autores declaran que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las dispociones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

Los autores como garantes de la autoría de la obra y en relación a la misma, declaran que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asumen la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 07 de mayo de 2020

CHAVEZ MACAS JENNER ALBERTO
0706741261

FEIJOO ORELLANA KATHERINE LISSETH
0706990322

DEDICATORIA

A mis padres, sabiendo que no existirá forma de agradecer una vida de sacrificio y esfuerzo. A mis hermanos que siempre estuvieron pendientes en todo momento. A mi familia y amigos, que gracias a sus consejos y cariño he llegado a realizar mi más grande objetivo, quiero que sientan que el objetivo logrado también es de ustedes y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su apoyo.

Jenner Chávez.

DEDICATORIA

A mis padres, mi razón de ser, por su ejemplo, apoyo y esfuerzo constante en toda mi carrera universitaria.

A mi hermano por su ayuda en cada momento, mis sobrinos por su amor sin medida. A mi familia y a las personas que han estado de manera noble y leal a mi lado. A mis amigos por su compañía en este proceso.

Katherine Feijoo.

AGRADECIMIENTO

A Dios por guiar nuestro camino y por todas sus bendiciones brindadas. Agradecemos de manera muy especial a la Ing. Lisbeth Matute por su aporte y apoyo en esta investigación, así también a los miembros del tribunal, Ing. Verónica Bravo, Ing. Wilson Carrión y Dra. Mercedes Campo.

A los docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Machala, quienes fueron los que nos formaron para la vida profesional, a nuestros amigos de curso que fueron parte de toda la experiencia y el proceso vivido dentro de la carrera.

RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo diseñar una pasta untable a base de banano y chocolate con inclusión de inulina como emulgente y estevia como edulcorante no calórico. Para la elaboración de la misma se hicieron análisis preliminares tanto al banano como al chocolate de modo que se determinó la calidad química de las materias primas a trabajar. Se realizó un diseño factorial de 8 corridas experimentales (formulaciones) cada una de ellas con sus respectivas réplicas, en el cual las variables independientes fueron la pureza del chocolate, el porcentaje de sustitución de estevia, el porcentaje de sustitución de inulina, y la variable dependiente fue la respuesta sensorial de 16 jueces entrenados. Seguidamente se procedió a identificar cuál de las formulaciones fue la más aceptada por el consumidor. Por medio de una evaluación sensorial que se realizó en dos fases, la primera, una escala hedónica verbal de 5 puntos, seleccionándose así, las 5 muestras más puntuadas. En la segunda fase a través de una prueba sensorial de ordenamiento, se identificó que la muestra sensorialmente más aceptada por el grupo de panelistas, era la muestra E419 con un 70% de pureza de chocolate, 75% de inclusión de estevia y 15% de inclusión de inulina y su réplica E396. Así mismo, con el objetivo de conocer, cuáles de los factores del diseño tenían una influencia sobre la variable respuesta, se realizó un ANOVA multifactorial, resultando que, tanto el porcentaje de inclusión de estevia como la pureza del chocolate, fueron los factores con una influencia estadísticamente significativa sobre la aceptación sensorial de los catadores, con un 95% de nivel de confianza. Con el fin identificar un posible efecto de la inclusión de inulina sobre la viscosidad de la pasta untable, se realizó un análisis de viscosidad, teniendo como resultado 22583 cP en la muestra seleccionada misma que contiene el 15% de inulina incluida en su formulación considerando que la viscosidad de la muestra patrón (P120) fué 8897 cP, se puede concluir de modo preliminar que, parece existir una influencia de la inclusión de inulina en la viscosidad de la formulación, tendiendo ésta a elevarse a medida que se incrementa el porcentaje de inclusión de este carbohidrato. Se realizaron pruebas fisicoquímicas en la formulación seleccionada y los valores obtenidos fueron; humedad 26,47%, sólidos solubles 4,93 °Brix, pH 4,61, cenizas 0,92%, fibra cruda 1,16%, proteína 2,51%, potasio 287,19%, grasa total 8,11% y carbohidratos por diferencia 61,99%. Algunos de estos parámetros fueron comparados con los resultados obtenidos

en el análisis de la muestra patrón, de ello se puede destacar que, el contenido de °Brix es más bajo en la formulación seleccionada versus P120, ya que mediante la inclusión de estevia en la muestra seleccionada se genera una disminución en el contenido de sólidos solubles. Así mismo el contenido graso es más bajo en ésta formulación, lo que se debe al hecho de reemplazar parte del contenido graso de la formulación (chocolate), por inulina. Por otro lado, de la determinación del contenido fenoles totales por medio de Folin-Ciocalteu y actividad antioxidante mediante el método DPPH y FRAP en la formulación seleccionada, se obtuvieron los siguientes valores; 3,58 mg EAG/g de producto (fenoles totales), 6,57% de capacidad secuestradora de radicales libres (DPPH) y 16,58 mg/g de producto en términos de capacidad antioxidante determinados a través del potencial reductor férrico.

Palabras Clave

Musa acuminata, *Stevia rebaudiana*, chocolate, inulina, pasta untable.

ABSTRACT

The present research aims to design a spreads paste based on bananas and chocolate, including inulin as emulsifier and stevia as a non-caloric sweetener. For the elaboration of the same one, preliminary analyzes were made both to the banana and to the chocolate so that the chemical quality of the raw materials to work was determined. A factorial design of 8 experimental runs (formulations) each of them with their respective replicas was performed, in which the independent variables were the purity of the chocolate, the percentage of stevia substitution and the percentage of inulin substitution, and the variable dependent was the sensory response of 16 trained judges. Then we proceeded to identify which of the formulations was the most accepted by the consumer. By means of a sensory evaluation that was carried out in two phases, the first, a verbal hedonic scale of 5 points, thus selecting the 5 most punctuated samples. In the second phase, through an orderly sensory test, it was identified that the most sensory sample accepted by the panelist group was the E419 sample with 70% chocolate purity, 75% stevia inclusion and 15% inclusion of inulin and its replica E396. Likewise, in order to know, which of the design factors had an influence on the response variable, a multifactor ANOVA was performed, resulting in both the percentage of inclusion of stevia and the purity of chocolate, were the factors with a Statistically significant influence on sensory acceptance of tasters, with a 95% confidence level. In order to identify a possible effect of the inclusion of inulin on the viscosity of the spreadable paste, a viscosity analysis was performed, resulting in 22583 cP in the selected sample itself containing 15% inulin included in its formulation considering that the viscosity of the standard sample (P120) was 8897 cP, it can be concluded in a preliminary way that, there seems to be an influence of the inulin inclusion on the viscosity of the formulation, this tending to rise as the inclusion percentage increases of this carbohydrate. Physicochemical tests were performed on the selected formulation and the values obtained were; humidity 26.47%, soluble solids 4.93 ° Brix, pH 4.61, ash 0.92%, crude fiber 1.16%, protein 2.51%, potassium 287.19%, total fat 8.11% and carbohydrates by difference 61.99%. Some of these parameters were compared with the results obtained in the analysis of the standard sample, it can be emphasized that, the content of ° Brix is lower in the selected formulation versus P120, since by the inclusion of stevia in the sample selected a decrease in the soluble solids content is generated. Likewise, the fat content is lower in this formulation, which is due to the fact of replacing part of the fat

content of the formulation (chocolate), with inulin. On the other hand, from the determination of the total phenolic content by means of Folin-Ciocalteu and antioxidant activity by means of the DPPH and FRAP method in the selected formulation, the following values were obtained; 3.58 mg EAG / g of product (total phenols), 6.57% of free radical sequestration capacity (DPPH) and 16.58 mg / g of product in terms of antioxidant capacity determined through the ferric reducing potential.

Keywords

Musa acuminata, *Stevia rebaudiana*, chocolate, inulin, spreadable paste.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN 11
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 13
HIPÓTESIS 13
OBJETIVOS 13
CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO 14
1.1 Banano (*Musa acuminata)* 14
1.1.1 Generalidades 14
1.1.2 Descripción botánica 14
1.1.3 Composición química del banano 15
1.1.4 Actividad biológica 16
1.2 Chocolate 16
1.2.1 Generalidades 16
1.2.2 Proceso de elaboración 17
1.2.3 Composición química 18
1.2.4 Actividad biológica 18
1.3 *S. rebaudiana* 18
1.3.1 Generalidades 18
1.3.2 Descripción botánica 19
1.3.3 Composición química 20
1.3.4 Actividad biológica 20
1.4 Inulina 21
1.4.1 Generalidades 21
1.4.2 Composición química 21
1.4.3 Actividad biológica 22
1.5 Alimentos untables 22
1.6 Proceso de elaboración de pastas untables 23
1.7 Variables de control de proceso 23
1.8 Alimentos funcionales 24
CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS 26
2.1 Materias primas 26
2.2 Evaluación química de banano y chocolate 26
2.2.1 Banana 26
2.2.1.1 Determinación de cenizas 26

2.2.1.2 Determinación de humedad y sólidos totales 27
2.2.1.3 Determinación de sólidos solubles 27
2.2.1.4 Determinación de pH 27
2.2.1.5 Determinación de acidez titulable 28
2.2.2 Chocolate 29
2.2.2.1 Determinación de Humedad 29
2.2.2.2 Determinación de cenizas 29
2.2.2.3 Determinación de Grasa 29
2.2.2.4 Determinación de Sólidos solubles 30
2.2.2.5 Determinación de Acidez 30
2.2.2.6 Determinación de pH 31
2.3.1 Diseño experimental 31
2.4 Proceso de elaboración de pasta untable 33
2.4.1 Diagrama de flujo con variables de control 33
2.5 Evaluación físico-química del producto final 35
2.5.1 Determinación de carbohidratos por diferencia 35
2.5.2 Determinación de humedad 35
2.5.3 Determinación de sólidos solubles 35
2.5.4 Determinación de pH 35
2.5.5 Determinación de fenoles y capacidad antioxidante 36
2.5.5.1 Desengrasado de la muestra 36
2.5.5.2 Preparación del extracto seco 36
2.5.5.3 Determinación de fenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu 36
2.5.5.4 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH) 37
2.5.5.5 FRAP 38
2.5.6 Pruebas realizadas en SEIDLABORATORY 39
2.6 Evaluación físico-química de la muestra patrón 39
2.6.1 Determinación de carbohidratos por diferencia 39
2.6.2 Determinación de humedad 39
2.6.3 Determinación de sólidos solubles 39
2.6.4 Determinación de pH 40
2.6.5 Pruebas realizadas en SEIDLABORATORY 40
2.7 Análisis de viscosidad 40
CAPÍTULO III: RESULTADOS 41

3.1 Parámetros químicos evaluados las materias primas 41
3.1.1 Parámetros evaluados en Banano 41
3.1.2 Parámetros químicos evaluados en el Chocolate (70 - 80% licor de cacao) 42
3.2 Formulación del producto 43
3.2.1 Diseño experimental 43
3.2.2 Resultados de la evaluación sensorial 44
3.4 Comparación entre parámetros químicos evaluados en la muestra base (P120) y la muestra (E419) 47
3.6 Análisis de viscosidad realizados en las muestras P120, E419, D115 50
CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES 52
CAPITULO V: RECOMENDACIONES 54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación taxonómica de banano 15
Tabla 2. Composición química de banano 16
Tabla 3. Composición química del chocolate 18
Tabla 4. Clasificación taxonómica de estevia 20
Tabla 5. Composición química de S. rebaudiana 20
Tabla 6. Formulación de la pasta untable 32
Tabla 7. Variables de los componentes de la pasta untable 32
Tabla 8. Métodos utilizados por seidlaboratory cía. ltda. 39
Tabla 9. Resultados de los análisis químicos en banano 41
Tabla 10. Resultados de los análisis químicos a las distintas purezas del chocolate 43
Tabla 11. Diseño factorial (3^2) establecido para determinar la formulación de mayor aceptación sensorial 44
Tabla 12. Anova unifactorial para aceptación sensorial (puntuación) por formulación ... 45
Tabla 13. Pruebas de múltiples rangos para puntuación por formulación 46
Tabla 14. Análisis de Varianza para puntuación - Suma de Cuadrados Tipo III 47
Tabla 15. Resultados análisis químicos de la muestra base P120 y la muestra E419 48
Tabla 16. Análisis de fenoles y actividad antioxidante en la pasta untable 50
Tabla 17. Resultados del análisis de viscosidad 51

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Variables de control dentro del procesamiento de chocolate para untar 24
Figura 2. Diagrama de flujo con variables de control 33

INTRODUCCIÓN

La Organización Mundial de la Salud (OMS, 2016) estima que 422 millones de adultos en todo el mundo fueron diagnosticados diabéticos en el 2014. En el último período, la prevalencia de la diabetes ha aumentado precipitadamente en los países de ingresos bajos y medianos en semejanza con países de ingresos altos.

Estudios científicos señalan que, la tendencia mundial de la alimentación en los últimos años está centrada en diseñar ciertos alimentos, que además del valor nutritivo contribuyan beneficios a las funciones fisiológicas del cuerpo humano (Fuentes, Acevedo, & Gelvez, 2015). En la industria alimenticia y la nutrición se espera que en los cercanos años se fortalezcan cualesquier áreas tales como estudios de mercado de los alimentos funcionales y se espera el aparecimiento de nuevas tecnologías que permitan el impulso de nuevos productos (Alvídrez, González, & Jiménez, 2002).

Un alimento puede ser considerado funcional si éste prueba tener un resultado fisiológico favorable en la salud o a su vez reducir el riesgo de enfermedades crónicas, y asimismo cumplir con la función básica de nutrir el organismo. La función de estos alimentos se basa en componentes con actividad fisiológica (componentes bioactivos) que se hallen de manera natural o también pueden formularse para obtener las propiedades beneficiosas deseadas (Martins, Pinho, & Ferreira, 2004).

En la actualidad, existe una oferta limitada, de productos aptos para diabéticos, y los productos que se ofertan generalmente usan edulcorantes artificiales, los cuales, han levantado sospecha acerca de un posible efecto nocivo a la salud.

Una alternativa para dar solución a esta situación es el uso de estevia como edulcorante natural no calórico y de inulina como fuente de fibra y texturizante en la preparación de una pasta untable a base de banano y chocolate.

S. rebaudiana, conocida comúnmente como “estevia”, “ka’a he’ê” (en guaraní, hierba dulce), “hoja dulce”, es una especie medicinal originaria del suroeste de Brasil y Paraguay (López, López, & De la Cruz, 2017). Su poder edulcorante es 30 veces mayor que el azúcar y el extracto alcanza de 200 a 300 veces más. Las hojas tienen el mayor contenido de esteviosido y rebaudiosido A, que son sus vitales principios activos

(Martínez Cruz, 2015). Sus glucósidos tienen efectos hipoglucemiante y antihiperglucemiante sobre la glucosa (Pareek, 2016).

La inulina se conoce desde hace mucho tiempo, en 1804 Rose aisló una sustancia de inula helenium que en 1811 fue llamada inulina por Thomas (Meyer & Blaauwhoed, 2009). La inulina tiene múltiples beneficios para la salud al ser denominada como fibra dietética soluble, contiene un índice glucémico de cero (Bemiller, 2019). Asimismo es capaz de brindar un efecto prebiótico ya que ayuda a mejorar la absorción gastrointestinal de minerales (Zhu et al., 2016).Se pueden encontrar en muchas plantas como achicoria, alcachofa, cebolla, ajo, cebada, centeno y trigo (Meyer & Blaauwhoed, 2009), suelen contribuir a los alimentos textura, estabilizar la generación de espuma, mejorar las cualidades sensoriales (Lara, Lara, Julián, Pérez, & Benítes, 2017).

Banano es originario del sudeste de Asia, posee múltiples beneficios para la salud, son ricos en potasio y bajo en sodio. Son beneficiosos para la presión arterial y enfermedades cardiacas. Muchos de los cultivares contienen muy alta cantidad de potasio, así como otros minerales tales como Fe, Cu, B, Zn, y Ca (Pareek, 2016).

La palabra cacao se deriva del olmeca y las lenguas mayas “kakaw” y el vocablo relacionado con el chocolate “cacahuatl” es náhuatl (idioma azteca) derivado de la etimología olmeca y maya, el botánico sueco Carolus Linnaeus, nombró al árbol de cacao *Theobroma cacao* (Afoakwa, 2016). Como bien es cierto, el chocolate negro es más sano, porque su alto contenido en cacao o pasta de cacao es alto y contribuye cantidades mayores de flavonoides, que tiene un evidente efecto antioxidante y reducen la cantidad de colesterol (Cuellar & Ovalles, 2017).

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Necesidad de diseñar una pasta untable a partir de banana y chocolate, con la adición de inulina como sustituto de grasa y S. rebaudiana como edulcorante no calórico como una alternativa saludable para consumidores que se encuentren sujetos a un régimen especial de alimentación.

HIPÓTESIS

Es posible formular una pasta untable a base de banano y chocolate en el cual se pueda sustituir inulina y estevia y que sea sensorialmente aceptado por el consumidor.

OBJETIVOS

Objetivo general

Diseñar una pasta untable a base de banano y chocolate con inclusión de inulina como emulgente y fuente de fibra y estevia como edulcorante no calórico.

Objetivos específicos

1. Evaluar la calidad química de las materias primas (chocolate y banano).
2. Formular una pasta untable de banano y chocolate, con inclusión de estevia e inulina, sensorialmente aceptable.
3. Evaluar la calidad físico-química del producto final.

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO

1.1 Banano (*Musa acuminata)*

1.1.1 Generalidades

El banano sería originario del sudeste de Asia, y se desarrolla mejor en el trópico húmedo dentro de los 30°C en Ecuador (Pareek, 2016). Existe evidencia sobre el cultivo de banano hace 10.000 años atrás ubicados en Nueva Guinea en el sitio Kuk del Valle de Wahgi (Clare, 2005).

El inicio de los bananos en América mantiene dos teorías: una nos dice que cuando llegaron los españoles estos ya se encontraban aquí, tienen un aproximado de 2000 años de estar en el continente. La otra teoría dice que la fruta fue introducida vía las islas canarias por europeos. En Ecuador se cultivó y comercializó la variedad de banano Gros Michel en el siglo XX (Gonzabay, 2013).

Según Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2019) Ecuador es el mayor proveedor de bananas a nivel mundial, en el 2018 alcanzó 6,6 millones de toneladas exportadas. El cultivo del banano ocupa más de 165000 hectáreas y representa el 10% del área agrícola total en el país que son casi 12 millones de hectáreas de cultivo agrícola, las provincias que principalmente producen banano son: El Oro, Guayas y Los Ríos, siendo la provincia de El Oro líder en producción de banano (FAO, 2016).

1.1.2 Descripción botánica

Son hierbas monocotiledóneas gigantes. Crecen en las zonas tropicales y subtropicales de todo el mundo, aproximadamente hay 60 parientes silvestres y se pueden encontrar más de 1000 cultivares y variedades locales de banano alrededor del mundo (Li & Ge, 2017).

La planta de banano consta de dos partes: la parte subterránea, la cual está comprendida por el tallo subterráneo y la raíz, que está a 30 cm de largo. La parte aérea, misma que consta de un falso tallo que puede alcanzar de 2 a 8 m de altura en variedades cultivadas y en especies silvestres pueden llegar a una altura de 10 a 15 m (Pareek, 2016), hojas

que son de gran tamaño, flores y su fruto es una baya alargada de cáscara gruesa (Seravique, 2017).

El clima tropical húmedo es el más adecuado, la temperatura óptima va desde los 20°C a 35.5°C; una humedad relativa mayor al 80 %; la siembra se recomienda a una altura de 0 – 300 msnm (Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD), 2014).

En la tabla 1 se detalla la clasificación taxonómica del banano.

Tabla 1. Clasificación taxonómica de banano

Reino	**Plantae**
División	Magnolophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Zingiberales
Familia	Musaceae
Género	*Musa*
Especie	*M. acuminata*

Fuente: (Simmonds, 1960)

1.1.3 Composición química del banano

Según Gonzabay (2013) la composición química es la descrita en la tabla 2.

Tabla 2. Composición química de banano

Contenidos	Cantidad
Agua	75 g
Hidratos de carbono digestibles	20 g
Grasa bruta	0,3 g
Fibra bruta	0,3 g
Vitamina A	400 LE
Vitamina C	10 mg
Energía	460 kJ

1.1.4 Actividad biológica

El banano es observado por contener compuestos bioactivos, ácidos fenólicos, flavonoides con una elevada capacidad antioxidante y acción antitumoral. El consumo de esta fruta proporciona un beneficio sobre los músculos del cuerpo humano por su cuantioso contenido de potasio, se sugiere su ingesta en pacientes con anemia por su elevado contenido en hierro, ha demostrado ayuda a controlar la presión arterial, pues tiene bajo contenido en sal (Singh, Singh, Kaur, & Singh, 2016). El potasio es esencial para mantener la presión de la sangre humana y también ayuda en el buen funcionamiento del corazón (Thompson, 2011).

1.2 Chocolate

1.2.1 Generalidades

El cacao, fue utilizado como una bebida espumosa, de sabor agrio y ligeramente alcohólica por los olmecas y los mayas (McShea, Leissle, & Smith, 2009).

En Europa se extendió el consumo de esta bebida espumosa, naciendo así, distintas formas para su preparación, hasta obtener lo que hoy se conoce como el chocolate, el prensado de las almendras de cacao deriva tres productos principales: el licor de cacao, la manteca de cacao, y del residuo. El mezclado de estos componentes produce la pasta de cacao, que es el pie para la fabricación de las tabletas de chocolate y de los diferentes

chocolates que existen hoy día. De estos el más atractivo es el chocolate negro, debido a su elevado contenido de los flavonoles, epicatequina, catequina y procianidinas (Valenzuela, 2007).

Según Valenzuela (2007), el componente principal de los chocolates y derivados se consigue de la semilla del árbol de cacao, el nombre botánico *Teobroma cacao*, que simboliza «cacao, alimento de los dioses» común de América Central, que se ha utilizado durante siglos. “El chocolate se podría decir que tiene la historia más larga” (Hartel, Joachim, & Hofberger, 2017). El árbol de cacao se cultiva en las regiones húmedas de la selva tropical, principalmente en la latitud 17°de Ecuador donde los principales productores son Brasil, Ecuador, México y Costa de Marfil (Mella, Borguenson, & Masson, 1987).

1.2.2 Proceso de elaboración

El chocolate se elabora a partir de las semillas del cacao o cocoa, estas semillas después de ser cortadas del árbol, tienen que ser fermentadas y secadas, después son tostadas a distintas temperaturas, para así poder extraer la parte interior de la semilla. Esta parte de la semilla se muele hasta que se convierte en una pasta conocida como pasta de cacao o liquor cocoao, luego se adiciona sacarosa y manteca de cacao para así obtener el chocolate (Vera & Alvarez, 2019). “La proporción de licor de cacao en el producto final determina qué tan oscuro es el chocolate” (Katz, Doughty, & Ali, 2011).

1.2.3 Composición química

En la tabla 3 se detalla la composición química del chocolate.

Tabla 3. Composición química del chocolate

Contenido	Cantidad
Energía	327 kcal
Grasa total	27 g
Carbohidratos	39 g
Proteína	66 g
Flavonoles totales	821 mg
Teobromina	525 mg
Cafeína	44 mg

Fuente: (Faridi, Njike, Dutta, Ali, & Katz, 2008)

1.2.4 Actividad biológica

Según López y Canales (2011), el chocolate hace un tiempo atrás dejo de ser un dulce para considerarse en una "superfruta", ya que contiene flavonoides, tienen una alta actividad antioxidante, logrando preservar los tejidos del estrés oxidativo (Gómez et al., 2011), La presencia de compuestos polifenólicos en el cacao es muy notable, no obstante, existen pocos estudios *in vivo* que permitan ultimar evidencias claras de sus efectos fisiológicos (Rafecas & Codony, 2000).

1.3 *S. rebaudiana*

1.3.1 Generalidades

S. rebaudiana es una planta la cual es originaria en Paraguay, se la conoce por su nombre como Ka'a He'ë (hierba dulce) en idioma guaraní (Ramírez & Lozano, 2017). Cuenta con aproximadamente 144 variedades en el mundo, en 1887 el botánico suizo

Moises Santiago Bertoni fue el pionero en identificarla, destacando el dulzor de sus hojas (Martínez, 2015).

A nivel mundial existen cerca de 30.000 has de cultivos de estevia, de estas 25000 se encuentran sembradas en China, seguido por Paraguay que posee 800 hectáreas. En cuanto a la producción en el mundo sobrepasa las 200.000 toneladas de hoja seca, estando China con alrededor del 75% de la producción, y con un aproximado de 8% Paraguay (Ramírez & Lozano, 2017).

1.3.2 Descripción botánica

Es una planta herbácea; su raíz es poco profunda, fibrosa, perenne, filiforme, pivotante; tallo erecto, subleñoso, pubescente; sus hojas son pequeñas, elípticas lanceoladas u ovales, algo velludas, bordes aserrados o dentados; La flor es hemafrodita, blanquesina y pequeña, crece en altitudes de hasta 90 cm en su entorno nativo (Razo, 2011).

Sus hojas contienen glucósidos diterpénicos llamados como dulcósido A, steviósido, rebaudiósido A-F y steviolbiósido (Ríos et al., 2017). En 1990 Ovidio Rebaudi aisló sus dos principales principios activos (esteviósido y rebaudiosido) (Martínez Cruz, 2015), siendo estos 200 a 300 veces más dulces que la sacarosa (Ramírez & Lozano, 2017).

Las mejores condiciones para su cultivo serían, temperatura más apropiada va entre 18-36 ˚C; su clima es semihúmedo, entre los 300-1200 msnm; la humedad relativa debe ser menor 85%; el ph de los suelos está entre 4-5, pero también se desarrolla en suelos con pH 6,5 - 7,5 (Razo, 2011).

Taxonomía

En la tabla 4 se muestra cual es la clasificación taxonómica de estevia.

Tabla 4. Clasificación taxonómica de estevia

Reino	**Plantae**
Subreino	Tracheobionta
División	Magnoliophyta
Clase	Magnoliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Asterales
Familia	Asteraceae
Género	Stevia
Especie	S. rebaudiana

Fuente: (Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), 2015)

1.3.3 Composición química

La composición química de estevia, se encuentra en la tabla 5.

Tabla 5. Composición química de S. rebaudiana

Componente	**Valor (g/100g DW)**
Proteína total	9,63 ± 1,86
Grasa cruda	3,47± 0,73
Ceniza	3,08 ± 0,55
Fibra bruta	17,12 ± 3,10
Hidratos de carbono	66,50 ± 3,75
Azúcares reductores	4,98 ± 1,12

Fuente: (El-Nassag, Ghamry, & Elhassaneen, 2019)

1.3.4 Actividad biológica

Los glucósidos de estevia poseen ventajas muy importantes, estos no se acumulan en el cuerpo, el valor energético cero y una gran seguridad de la salud los hace superiores al

azúcar de mesa (Kurek & Krejpcio, 2019). Contienen potencial terapéutico contra algunas enfermedades como diabetes mellitus, hipertensión, inflamación, obesidad, cáncer, fibrosis quística y caries dental (Potočnjak et al., 2017).

Según Gregersen, Jeppesen, Holst y Hermansen (2004); Curi et al. (1986), reportan que el extracto de S. rebaudiana, el esteviósido y el rebaudiosido A provocan una disminución en cuanto al nivel de glucosa en sangre pues poseen efectos hipogluceminate y antihiperglucemiante en tanto en humanos, como en ratas según Misra et al. (2011); Jeppesen et al. (2003); Kujur et al. (2010).

1.4 Inulina

1.4.1 Generalidades

Al investigar las plantas, aisló por primera vez, Rose, un científico alemán de 1804, una "sustancia peculiar de origen vegetal" de Inula helenium, Thomson en 1818 la llamó inulina (Tessaro, 2014).

Julius Sachs el fisiólogo de plantas alemán en 1864 fue el precursor en el estudio de los fructanos y pudo usar un microscopio para descubrir los cristales esféricos de inulina de los tubérculos de Dahlia, Heliantus tuberus e Inula posteriormente de la precipitación con etanol (Lara et al., 2017).

Se ha encontrado que aproximadamente 36.000 especies de plantas tienen un cierto nivel de inulina, que generalmente está presente como un carbohidrato de almacenamiento. La inulina se almacena en tubérculos, bulbos y raíces bulbosas (Singh, Singh, & Larroche, 2019), las plantas más distintivas que generan fructanos se identifican las del grupo Liliáceas (cebolla espárrago y ajo porro) (Madrigal & Sangronis, 2007).

1.4.2 Composición química

La inulina está constituida por la fórmula general GFn, donde G es una unidad de glucosa terminal, F representa una unidad de fructosa y n es el número disponible de fructosa enlazadas entre sí (Ruiz, 2015), siendo el término "fructanos" (Madrigal & Sangronis, 2007).

La inulina es una mezcla heterogénea de polímeros de fructosa con un valor de polimerización de 2-60 unidades de fructosa, por lo tanto, se pueden clasificar según el grado de polimerización (Morreale, Benavent, & Rosell, 2019), ésta posee enlaces β (2 →1) entre las unidades de fructosa y en el extremo una molécula de glucosa incorporada por un enlace α (1→2) (Ramos, Gallardo, & Valdés, 2004). Entonces los fructanos tipo inulina con un promedio de valor de polimerización inferior a 10 unidades se denominan fructo-oligosacáridos, mientras que por encima de 10 se denominan inulina (Morreale et al., 2019).

La inulina a nivel industrial, es un polvo blanco, inodoro, de sabor neutro y sin efectos residuales, pero es fructooligosacárido. La inulina natural es diferente de la HP o de la inulina de alta pureza incluye azúcares libres (polvo de rosa, glucosa, fructosa), por lo obtiene cierto dulzor (10% de dulzura de sacarosa). Como la inulina está casi completamente libre de azúcar (0,5% de materia seca), la solubilidad de HP es menor que la inulina natural (Madrigal & Sangronis, 2007).

1.4.3 Actividad biológica

Debido a los consumidores de alimentos saludables hay creciente demanda, la inulina se ha vuelto muy popular, por su contenido de fibra dietética soluble conlleva una variedad de funciones fisiológicas, como cuidar el nivel de azúcar en la sangre y la salud del corazón, reducir los niveles de colesterol, ayudar a reducir el peso a mantener la saciedad y aumentar la cifra de bacterias beneficiosas en el colon (Wang et al., 2019), la inulina puede ser considerado como prebiótico (Ayala et al., 2018).

En cuanto a la industria alimentaria los alimentos funcionales están enriqueciendo con fibra a sus productos con inulina, que también es conocida por ser un gran sustituto de grasa, el reemplazo equivalente a 0,2 g de inulina por 1 g de grasa, disminuye el contenido energético de 37,6 kJ/g de grasas a 2,09 kJ/g de la inulina hidratada (Lara et al., 2017).

1.5 Alimentos untables

Los alimentos untables de chocolate son productos deliciosos y ampliamente consumidos. Son pastas con sabor a chocolate que se comen untadas en pan, pero también se usa como relleno de panadería y galletas. Están obligados a tener un sabor a

chocolate y que no se solidifique durante el almacenamiento. Esta propiedad peculiar está garantizada por una considerable cantidad de grasas mezcladas, es decir, superior al 40% p/p. Según una encuesta en etiquetas de los productos para untar de chocolate disponibles en el mercado tiene como ingredientes principales a los frutos secos como avellanas además azúcar, cacao en polvo, leche en polvo y saborizantes. El lípido fracción de los untables generalmente está representada por grasas plásticas (Manzocco, Calligaris, Camerin, Pizzale, & Nicoli, 2014).

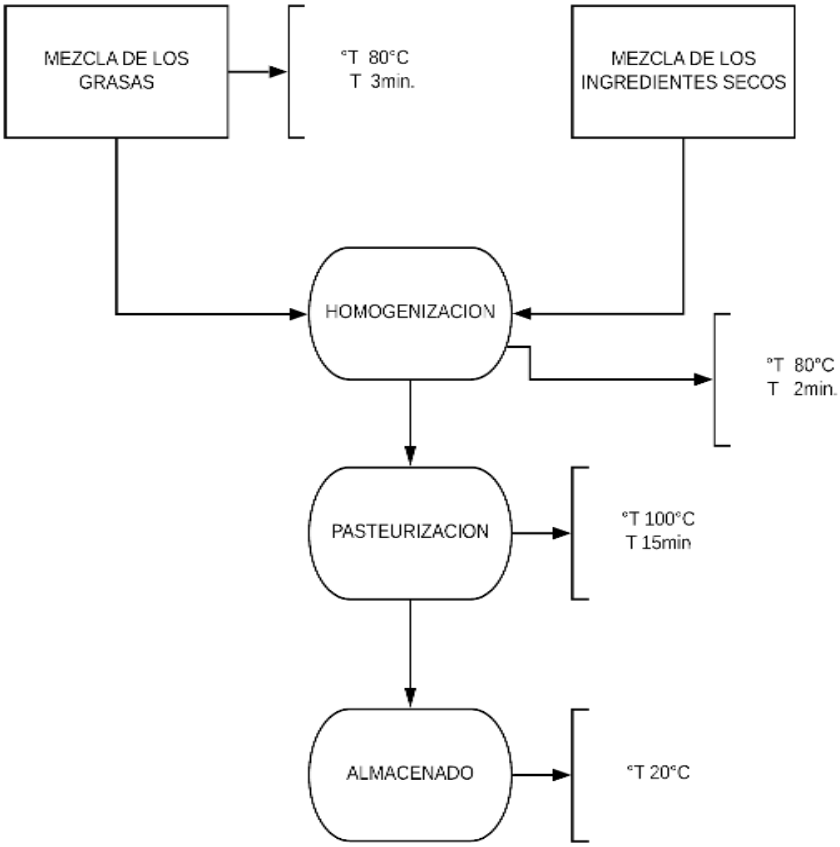
1.6 Proceso de elaboración de pastas untables

El producto untable de chocolate se elabora en cuatro fases; primera fase se realiza la mezcla de grasas (aceite de palma, lecitina, monoestearato de glicerol o mantequilla) se calienta en baño maría a 80 °C, en la segunda fase, se hace una previa mezcla de los ingredientes secos (azúcar, cacao en polvo, sorbato de potasio y leche en polvo) y estos se dispersaron en fase de grasa fundida, luego como tercera fase, se realiza la homogeneización de las dos mezclas anteriores donde se agita manualmente con una espátula o una batidora eléctrica durante 2 minutos hasta que se obtenga una extensión homogénea en forma de pasta manteniendo la temperatura a 80 ºC , en la cuarta fase, el chocolate para untar se empaca inmediatamente en frascos de vidrio, para luego ser pasteurizan en un baño maría a 100 °C por 15 min para crear un sellado al vacío (Fayaz et al., 2017) (El-Hadad, Youssef, El-Aal, & Abou-Gharbia, 2011) (Manzocco et al., 2014).

1.7 Variables de control de proceso

Las variables de control a considerar en cada etapa del proceso son el tiempo y la temperatura como se puede apreciar en la figura 1.

Figura 1. Variables de control dentro del procesamiento de chocolate para untar



Fuente: (El-Hadad et al., 2011; Manzocco et al., 2014; Fayaz et al., 2017)

1.8 Alimentos funcionales

Desde 1980 mediante una reglamentación Japón elabora alimentos FOSHU (Food for specified health use) o "Alimentos de uso específico de salud", lo cual hace referencia a ciertos alimentos que cumplen con una función fisiológica en el organismo (Aguirre, 2019) (Fuentes, Acevedo & Gelvez, 2015).

Según el Ministerio de Salud y Bienestar de Japón, FOSHU son: Alimentos que se espera tengan un efecto específico en la salud debido a constituyentes o alimentos de los cuales se han eliminado los alérgenos y, alimentos donde el efecto de tal adición o eliminación ha sido científicamente evaluado y se ha otorgado permiso para hacer reclamos con respecto a los efectos beneficiosos esperados de su consumo sobre la salud (Roberfroid, 2000).

La mayoría de los productos FOSHU contienen oligosacáridos o ácido láctico, bacterias para promover la salud intestinal (Ashwell, 2001).

De acuerdo con Álvarez y Bague (2011) los japoneses la clasificación de alimentos funcionales es:

1. Alimentos a base de ingredientes naturales.
2. Alimento que deben consumirse como parte de la dieta diaria.
3. Alimentos, que al consumirse cumplen un papel específico en las funciones del cuerpo humano.

Hasta la fecha no existe un concepto preciso para definir un alimento funcional, se trata de un análisis entre la industria y la academia (Aguirre, 2019).

CAPÍTULO II: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Materias primas

Para este estudio se utilizaron como materias primas *Musa acuminata* (banana), chocolate (70 y 80% licor de cacao), estevia comercial e inulina comercial.

Musa acuminata: La variedad del banano que se utilizó fue la Giant Cavendish, cosechada a las 13 semanas con un color de madurez 5 según la escala de Von Loesecke (1950) fueron almacenadas hasta que el banano presente el color de maduración 7, obtenida en la hacienda Juan de Dios, ubicada en la parroquia Jamón, cantón Santa Rosa.

Chocolate: Se utilizó chocolate en barra de la marca comercial Papá Cacao, con una pureza de 70 y 80 % de concentración de licor de cacao, procedentes de la ciudad de Quito.

Inulina: Se usó una inulina comercial de marca Orafti, proveniente de chile, con las siguientes especificaciones técnicas tales como humedad 4.85 % cenizas 0,45% y pH 6,0 valores reportado por Peña, Peña y Guerrera (2020).

S. rebaudiana: Se utilizó estevia comercial de marca estevia life con registro sanitario nro. 502-MNN-12-10, proveniente de Quito, elaborado por la empresa Kafetal.

2.2 Evaluación química de banano y chocolate

2.2.1 Banana

2.2.1.1 Determinación de cenizas

Para la determinación de cenizas por calcinación a 650°C, el método de referencia utilizado fue el declarado por la Association of Official Analytical Chemists (AOAC), código 942.05/90, según modificaciones sugeridas por Arrazola, Barrera y Villalba (2013). El ensayo se hizo por triplicado.

Se pesó exactamente 2 g de cada una de las 3 muestras, en un crisol de porcelana anticipadamente fue llevado a peso constante. Se colocó en una mufla y se calcinó al

rojo oscuro (650 °C) manteniendo la temperatura durante cuatro horas. Se transfirió el crisol directamente al desecador con ayuda de pinzas, dejándolo enfriar un tiempo de 60 min para luego ser pesado. El cálculo se hizo por diferencia en base a la siguiente relación referida en la Ec. (1):

$$C=\frac{M_2-M}{M_1-M}*100 \qquad \text{Ec. (1)}$$

Cálculo:

C = porcentaje de cenizas totales en base hidratada.

M = masa del crisol vacío (g).

M_1= masa del crisol con la porción de ensayo (g).

M_2= masa del crisol con la ceniza (g).

100 = factor matemático para los cálculos.

2.2.1.2 Determinación de humedad y sólidos totales

La determinación de humedad en la fruta se hizo siguiendo el principio de termogravimetría. Se utilizó una balanza con fuente de calentamiento halógeno de marca Ohaus, modelo MB90, USA. Se pesó, un aproximado de 0,9 g de muestra, se procedió a la determinación automática en el equipo a una temperatura de 105 ºC. El análisis se realizó por triplicado.

2.2.1.3 Determinación de sólidos solubles

La determinación se realizó por triplicado en un refractómetro digital marca HANNA modelo HI 96801, poniendo una gota de muestra en el lente del equipo.

2.2.1.4 Determinación de pH

Preparación de la muestra

Se utilizaron 30 g de la fruta, se licuó por 2 min con 90 mL de agua destilada para posteriormente realizar a filtrado a la muestra.

Ensayo

La determinación de pH se realizó usando un potenciómetro multiparamétrico de marca Bante, modelo 900P y se tomó como referencia la metodología establecida por Dadzie y Orchard (1997), tomando como método referencial lo descrito en la AOAC (947.05).

2.2.1.5 Determinación de acidez titulable

Preparación de la muestra

Se pesaron 30 g de la fruta, se licuó por 2 min con 90 mL de agua destilada, posteriormente se procedió a filtrar la muestra y a esto se le añadió 25 mL de agua destilada.

Ensayo

Para la determinación de acidez titulable se utilizó el método AOAC (942.15) se desarrolló utilizando una bureta marca Pyrex con una solución de hidróxido de sodio (NaOH) 0.1N y fenolftaleína como indicador, en base a la metodología propuesta por Dadzie y Orchard (1997), se determinó utilizando la Ec. (2).

Fórmula aplicada

$$\%\ \text{Acidez}\ \frac{(\mathrm{N})(\mathrm{mEq})(\mathrm{mlgastados})}{\mathrm{Pm}} * \frac{\mathrm{V_1}}{\mathrm{V_2}} * 100 \qquad \text{Ec. (2)}$$

Dónde:

N= Normalidad del hidróxido de sodio.

mEq= miliequivalente del ácido málico.

Pm= Peso de la muestra.

V_1= ml de agua utilizados para la disolución.

V_2= Alícuota utilizada para la titulación.

2.2.2 Chocolate

2.2.2.1 Determinación de Humedad

La humedad residual es determinada en una balanza con fuente de calentamiento halógeno, de marca OHAUS modelo MB90 a una temperatura aproximada de 105 °C. Se colocó 0.9 g de muestra y el equipo determina humedad de forma automática respetando el principio de gravimetría. El análisis fue realizó por triplicado.

2.2.2.2 Determinación de cenizas

La determinación de cenizas por calcinación a 650 °C se hizo siguiendo la metodología descrita en el método 942.05/90 de la AOAC adaptado por Arrazola et al. (2013). Se pesó exactamente 2 g de cada una de las 3 muestras, en un crisol de porcelana llevado a peso constante. Se colocó en una mufla y se calcinó al rojo oscuro, manteniendo la temperatura durante cuatro horas. Se transfirió el crisol directamente al desecador con ayuda de pinzas, dejándolo enfriar un tiempo de 60 min para luego ser pesada, se determinó por medio de la ecuación Ec. (3).

$$C=\frac{M_2-M}{M_1-M}*100 \qquad \text{Ec. (3)}$$

Cálculo:

C = porcentaje de cenizas totales en base hidratada.

M = masa del crisol vacío (g).

M_1= masa del crisol con la porción de ensayo (g).

M_2= masa del crisol con la ceniza (g).

100 = factor matemático para los cálculos.

2.2.2.3 Determinación de Grasa

La determinación de grasa total se realizó por medio de extracción en soxhlet según la norma técnica ecuatoriana INEN 535:2013, con modificaciones, se utilizó 5 g de

muestra y 500 mL de hexano durante 4 horas a calentamiento (35 °C) hasta que ocurra la separación de grasa.

2.2.2.4 Determinación de Sólidos solubles

Preparación de la muestra:

Se pesó 10 g de muestra en 150 mL de agua destilada en un vaso de precipitación se calentó a 70 °C, durante 3 min luego se filtró y se enfrió a temperatura ambiente para obtener la alícuota.

Ensayo

En la determinación de sólidos solubles se realizó siguiendo el método descrito en el inciso 2.2.1.3.

2.2.2.5 Determinación de Acidez

Preparación de la muestra

Se usaron 10 g de muestra con 90 mL de agua destilada en un vaso de precipitación se calentó a 70 °C, durante 3 min, se filtró y se enfrió a temperatura ambiente.

Ensayo

Esta determinación se realizó en base a la metodología propuesta por Afoakwa, Kongor, Takrama y Budu (2013), con ligeras modificaciones. Del líquido filtrado, se utilizaron 30 mL de alícuota y se mezclaron con 10 mL de agua destilada, en un matraz Erlenmeyer, esta mezcla se tituló con NaOH a 0.1N hasta alcanzar un pH final de 8.1 (medido con potenciómetro), se determinó mediante la ecuación Ec. (4)

Fórmula aplicada

$$\%\ \text{Acidez}\ \frac{(\mathrm{N})(\mathrm{mEq})(\mathrm{mlgastados})}{\mathrm{Pm}} * \frac{\mathrm{V_1}}{\mathrm{V_2}} * 100 \qquad \text{Ec. (4)}$$

Dónde:

N= Normalidad del hidróxido de sodio.

mEq= miliequivalente del ácido málico.

Pm= Peso de la muestra.

V_1= ml de agua utilizados para la disolución.

V_2= Alícuota utilizada para la titulación.

2.2.2.6 Determinación de pH

Preparación de la muestra

Se pesó 10 g de muestra en 150 mL de agua destilada en un vaso de precipitación se calentó a 70 °C por tres minutos, luego se filtró y se enfrió a temperatura ambiente como lo indica el método 970.21 AOAC (Jácome, 2015).

Para determinar el pH se utilizó un potenciómetro (Bante 900P), a través de una medición directa en líquido filtrado (Jácome, 2015).

2.3 Formulación del producto

2.3.1 Diseño experimental

Para determinar la formulación de la pasta untable de modo experimental, se partió de una formulación base tabla 6. Se trabajó con el paquete estadístico STATGRAPHICS CENTURION XVI.II, bajo un diseño factorial 3^2, incluyendo una réplica por cada punto. Para ello se consideraron como factores; el porcentaje de inclusión de inulina (como sustituto de grasa), estevia (como reemplazante no calórico de azúcar) y la concentración de licor de cacao en el chocolate en barra (pureza del chocolate). Los niveles a evaluar se definieron en base a ensayos preliminares, considerando únicamente un valor de restricción mínimo y un máximo, como variables independientes, tal como puede verse en la tabla 7.

Tabla 6. Formulación de la pasta untable

Ingredientes	%
Banano	45,39
Azúcar	22,70
Chocolate	19,97
Vainilla	0,23
Ácido cítrico	0,23
Agua	11,35
Benzoato	0,14
Total	100%

Tabla 7. Variables de los componentes de la pasta untable

Variables	Nivel Bajo %	Nivel Alto %
% De inclusión de estevia	75	100
% Licor de cacao en el chocolate	70	80
% De inclusión Inulina	8	15

2.3.2 Evaluación sensorial

La selección de la mejor formulación se hizo a través de una evaluación sensorial de las 8 formulaciones propuestas en el diseño experimental y sus correspondientes réplicas, dando lugar a 16 ensayos. Esta valoración se desarrolló con la asistencia de un panel de 16 evaluadores entrenados, constituido por personas de ambos sexos y de edades comprendidas entre 30 y 50 años. La evaluación se realizó en dos fases; en la primera fase se realizó una evaluación sensorial de preferencia, siguiendo la metodología descrita por Watts, Ylimaki, Jeffery y Elias (1989), con modificaciones. Utilizando como herramienta de evaluación una escala hedónica estructurada de 5 puntos. Se valoró el grado de aceptabilidad en las 16 muestras. A partir de esta evaluación se seleccionaron las 5 muestras con puntuaciones más altas y se procedió a evaluar

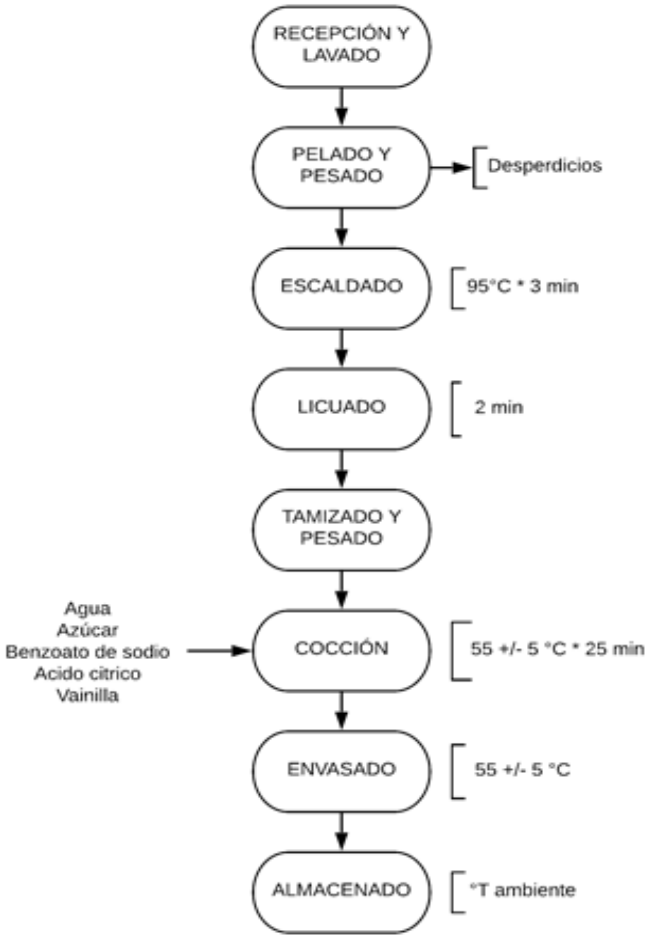
sensorialmente dichas muestras empleando una prueba de ordenamiento de tipo ascendente (1 = menor agrado, hasta 5=mayor agrado) tal como sugiere Watts et al. (1989), en su estudio de métodos sensoriales básicos para la evaluación de alimentos.

2.4 Proceso de elaboración de pasta untable

2.4.1 Diagrama de flujo con variables de control

El proceso de elaboración de la pasta untable se mantuvo estable, se hizo siguiendo la metodología descrita por (El-Hadad et al., 2011; Manzocco et al., 2014; Fayaz et al., 2017), con modificaciones, tal como puede verse en la figura 2. A continuación se describe cada etapa del proceso.

Figura 2. Diagrama de flujo con variables de control



Recepción y lavado

En la recepción de la materia prima tanto para banano y chocolate, deben cumplir con requisitos preliminares que nos demuestre que el producto con el que vamos a trabajar esté dentro de los parámetros de 6.0 pH y 23 °Brix requeridos.

Se realiza el lavado de la fruta con agua potable según la NTE INEN 1108 e hipoclorito de sodio 50 ppm.

Pelado y pesado

Una vez realizada las debidas pruebas de calidad de materia prima. Se procede a realizar el pelado del banano y el pesado tanto de la fruta como del chocolate en barra y del resto de los ingredientes de la formulación.

Escaldado

A fin de evitar el pardeamiento enzimático que pudiese desarrollarse en la fruta debido al contenido de polifenol oxidasa y ablandar el tejido, facilitando así el licuado del banano, se realizó un escaldado térmico a 95 °C por un tiempo aproximado de 3 min.

Licuado, tamizado y pesado

Con el fin de elaborar un puré con la fruta, esta se licúa durante 2 min. Este puré fue pasado por un tamiz de malla # 45 μm, de manera que nos permita obtener un producto más homogéneo al ser mezclado con el resto de los componentes, finalmente el producto tamizado fue pesado.

Cocción

El proceso inicia calentando el puré de banano, cuando éste alcance una temperatura de 60 °C se agrega el chocolate y se mezclan hasta formar una pasta homogénea, durante esta etapa, la temperatura de la mezcla no debe exceder 55±5 °C, ya que podrían separarse las grasas. Durante una segunda etapa de cocción, se añade el agua, esta debe agregarse a la mezcla junto con la vainilla, para luego incluir el resto de los ingredientes secos (azúcar, ácido cítrico, vainilla y conservante). Se utilizó como conservante, benzoato de sodio en base a lo estipulado por la norma general para aditivos

alimentarios Codex Stan 192 - 1995, esta cocción se la realizó en un tiempo de aproximadamente 25 minutos.

Envasado y almacenado

El producto cocido se envasó en caliente (55±5°C) en envases de vidrio con tapa de aluminio, con una capacidad de 200 g. El producto se mantuvo almacenado a temperatura ambiente.

2.5 Evaluación físico-química del producto final

2.5.1 Determinación de carbohidratos por diferencia

Se realizó la determinación de carbohidratos por diferencia siguiendo la metodología por (Said, Nasir, Bakar, & Mohamad, 2019) mediante la siguiente ecuación Ec. (5):

Carbohidratos(g)= 100 g - (humedad + proteína cruda + grasa cruda + ceniza)g Ec.(5)

2.5.2 Determinación de humedad

La determinación de humedad se hizo siguiendo el mismo procedimiento detallado en el inciso 2.2.2.1.

2.5.3 Determinación de sólidos solubles

Tanto la preparación de la muestra como el ensayo para la determinación de sólidos solubles se hizo tal como se detalla en el inciso 2.2.2.4. El análisis se realizó por triplicado.

2.5.4 Determinación de pH

La preparación de la muestra y el ensayo para la determinación de pH se realizó siguiendo lo descrito en el inciso 2.2.2.6. El análisis se lo realizó por triplicado.

2.5.5 Determinación de fenoles y capacidad antioxidante

2.5.5.1 Desengrasado de la muestra

La muestra se preparó siguiendo la metodología descrita por (Wollgast, 2004) con modificaciones, se pesó 0,5 g de pasta untable y se mezcló con 5 mL de Hexano por 5 min en un baño ultrasónico, se centrifugó a 2000 rpm por 10 min, repitiendo la operación desde el baño ultrasónico hasta la centrifugación. Se procede a eliminar el desengrasante (hexano) por decantación y la muestra se dejó secar a temperatura ambiente.

2.5.5.2 Preparación del extracto seco

Para extraer los compuestos de interés, se incorporó a la muestra desengrasada 5 mL de una mezcla de acetona, agua y ácido acético (70 + 29,8 + 0,2 v/v/v) y esta preparación fue llevada a un baño ultrasónico por 20 min a 30 °C. La muestra fue filtrada y una alícuota del líquido filtrado fue utilizado para la determinación de fenoles totales.

Al resto del líquido filtrado se le removió el solvente orgánico por roto evaporación al vacío a 40 °C, posteriormente se llevó a sequedad en una estufa con recirculación de aire a 40 °C, con la finalidad de utilizar este extracto seco para la determinación de capacidad antioxidante.

2.5.5.3 Determinación de fenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu

Preparación de la muestra

Para la determinación de fenoles totales se utilizó la muestra previamente desengrasada como se lo detalla en el inciso 2.5.5.1.

Ensayo

Se determinó fenoles totales mediante el método definido por Barrón, García, Soto, Colinas y Kite (2011) en un espectrofotómetro (UV-Visible SPECTROPHOTOMETER evolution 201 Thermo Scientific USA).

Se utilizó: solución diluida de Folin-Ciocalteu (10%), y solución de carbonato de sodio Na_2CO_3 (7,5%). En tubos de ensayo de aproximadamente 20 mL, se adicionó 50 µL de

extracto de la muestra con 2,5 mL de solución diluida de Folin-Ciocalteu y 450 µL de agua destilada, se agitó con vortex (Thermo Scientific, USA) y se esperó 5 min. Pasado este tiempo se procedió adicionar 2 mL de solución de Na_2CO_3 (7,5%) y se procede agitar nuevamente y dejar en reposo durante 120 min. La lectura se realizó a 765 nm usando celdas de 2 mL. Se prepararon blancos repitiendo la misma operación sustituyendo los 50 de extracto de la muestra por el solvente.

Se realizó una curva de calibración con ácido gálico 10 mg/mL con las siguientes concentraciones 0,1; 0,3; 0,5; 0,7; 0,9 mg/mL para la cuantificación de fenoles. Todas las diluciones y muestras fueron analizadas por triplicado.

Los fenoles totales fueron determinados desde una curva de calibración que se adquirió para el ácido gálico por medio de un análisis de regresión lineal obteniendo la siguiente ecuación Ec. (6):

Absorbancia= 0,00446667 + 0,888667 * concentración (coeficiente de correlación 0,998913) Ec. (6)

2.5.5.4 Determinación de la capacidad secuestradora de radicales libres frente al 2,2-difenil-1-picrilhidracilo (DPPH)

Preparación de la muestra

Se tomaron 0.2509 g extracto seco, se aforó a 5 mL en un balón con la mezcla de solvente acetona, agua, ácido acético (70+29,8+0,2 (v/v/v)).

Ensayo

La determinación de la actividad antioxidante se realizó mediante el método propuesto por Barrón et al. (2011), en un espectrofotómetro UV-Visible, se utilizaron celdas de 2 mL para el equipo. Se usó una disolución de DPPH a 0,1 mM con metanol. Se mezcló 50 µL de muestra con 1,5 mL DPPH 0,1 mM (por triplicado). La solución control contenía 50 µL de la mezcla de solvente acetona, agua, ácido acético (70+29,8+0,2 (v/v/v)) con 1,5 mL de DPPH, se agitó en un vortex y se mantuvo por 30 min en oscuridad para luego medir la absorbancia a 517 nm en el espectrofotómetro.

Transcurridos 30 minutos se determinó el porcentaje de secuestro de DPPH con la siguiente ecuación (Ec.7):

$$\% \text{ Secuestro de DPPH} = [(1 - A_1 - A_2)/A_0] \qquad \text{Ec. (7)}$$

A_1= Absorbancia de mezcla DPPH y solvente (acetona, agua, ácido acético)

A_2= Absorbancia de DPPH y el extracto

A_0= Absorbancia del extracto con metanol

2.5.5.5 FRAP

Preparación de la muestra

Se tomaron 0.2509 g de extracto seco, se aforó a 5 mL en un balón con la mezcla de solvente acetona, agua, ácido acético (70+29,8+0,2 (v/v/v)).

Ensayo

Para la preparación del reactivo de FRAP se mezcló 25 mL de solución buffer acetato 300 mM con 2,5 mL de solución de 10 mM de TPTZ y finalmente con 2,5 mL de solución de $FeCl_3$ 20 mM, siguiendo la metodología descrita por Benzie y Strain (1996). Esta mezcla se mantuvo incubada a 37°C por 30 min.

Se obtuvo una curva de calibración con disoluciones metanólicas de ácido-6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcroman-2-carboxílico (trolox), con concentraciones entre 0,025-0,175 mg/mL para determinar la capacidad secuestradora equivalente a trolox (TEAC).

Para la determinación de FRAP se utilizó 50 µL de la solución de la muestra previamente diluida (350 µL disolución de muestra + 650 µL de solvente) se incorporó con 1,5 mL de reactivo de FRAP en un tubo de ensayo, se agitó en un vortex y pasado 5 min se procedió a medir la absorbancia a 593 nm usando celdas de 2 mL en un espectrofotómetro, se preparó un blanco sustituyendo los 50 µL de la solución de la muestra por el solvente.

2.5.6 Pruebas realizadas en SEIDLABORATORY

Los análisis mostrados en la tabla 8 son aquellos que no se pudieron realizar dentro de la Universidad Técnica de Machala. Las muestras fueron enviadas a SEIDLABORATORY CIA. LTDA. laboratorio acreditado según el servicio de acreditación ecuatoriano.

Tabla 8. Métodos utilizados por seidlaboratory cía. ltda.

Ensayo	Método
Ceniza	AOAC 942.05
Fibra cruda	AOAC 978.10
Grasa total	AOAC 920.39
Potasio	AOAC 999.11
Proteína	AOAC 2001.11

2.6 Evaluación físico-química de la muestra patrón

2.6.1 Determinación de carbohidratos por diferencia

La determinación de carbohidratos por diferencia se realizó según la metodología descrita en el inciso 2.5.1.

2.6.2 Determinación de humedad

La humedad se determinó siguiendo el mismo procedimiento detallado en el inciso 2.2.2.1. El análisis se lo realizó por triplicado.

2.6.3 Determinación de sólidos solubles

Para la preparación de la muestra y el ensayo de sólidos solubles se realizó siguiendo la metodología la misma detallada en el inciso 2.2.2.4. El análisis se realizó por triplicado.

2.6.4 Determinación de pH

Para el análisis de pH la preparación de la muestra y el ensayo se lo realizó siguiendo el método descrito en el inciso 2.2.2.6. El análisis se lo realizó por triplicado.

2.6.5 Pruebas realizadas en SEIDLABORATORY

Los análisis bromatológicos tales como cenizas, proteína, fibra, potasio y grasa enviados a SEIDLABORATORY donde se detalla en la tabla 8 ubicado en inciso 2.6.5.

2.7 Análisis de viscosidad

Para el análisis de viscosidad las muestras a evaluar fueron sometidas a baño maría hasta alcanzar una temperatura de 30°C.

La viscosidad se determinó a 20 RPM, con husillo L4 utilizando un viscosímetro de marca Fungilab.

CAPÍTULO III: RESULTADOS

3.1 Parámetros químicos evaluados las materias primas

3.1.1 Parámetros evaluados en Banano

Los resultados obtenidos del análisis químico de Banano (*Musa acuminata*), se presentan en la tabla 9.

Tabla 9. Resultados de los análisis químicos en banano

Parámetros	Resultados
pH	4,817 ± 0,046
Acidez (% ác. Málico)	0,307 ± 0,014
Sólidos solubles (°brix)	22,30 ± 0,616
Índice de madurez	74,33
Cenizas	0,660 ± 0,003
Humedad	72,06 ± 0,635
Sólidos totales	27,94 ± 0,545

Según lo reportado por De Azevedo, Nobre, Moreira y Fialho (2010), los valores de pH (4,5), acidez titulable (0,65) y sólidos solubles (20,70) determinados en el estudio de Calidad postcosecha del genotipo de plátano PA 42-44 y Prata-anã cultivados en el norte de minas gerais, en un color de maduración 6, esto en base a la escala de maduración de Von Loesecke (1950), quien asocia los cambios de color en cáscara con el grado de maduración. Con estos antecedentes y considerando que los valores determinados en el presente estudio para pH (4,8), acidez titulable (0,30), sólidos solubles (22.30) con una escala de maduración 7 según Von Loesecke, son superiores a los presentados por De Azevedo et al. (2010), para un estado de maduración 6.

Durante la maduración, la concentración de azúcar en la pulpa de banano aumenta debido a que el almidón presente en el fruto verde se convierte en azúcares, este se eleva en un porcentaje desde 1 o 2 % hasta aproximadamente 20 % (Aurore, Parfait, & Fahrasmane, 2009).

De acuerdo a Dadzie y Orchard (1997), la pulpa es firme cuando la fruta no está madura, pero se ablanda a medida que aumenta la maduración, esto se encuentra asociado a tres factores, cuando el contenido de almidón se transforma en azúcar, cuando se rompen las paredes celulares o reducción de la cohesión de la lámina media por la solubilización de sustancias pécticas, y también debido a el proceso de ósmosis el cual ocurre cuando la cáscara pierde agua por transpiración liberándola tanto a la atmósfera como a la pulpa.

En cuanto al contenido de cenizas es similar a lo reportado por Lopez, Molina y Huguet (2004). Los resultados de humedad son similares a lo señalado por Henao, Velásquez y Lucas (2016). En cuanto al contenido de sólidos totales de la muestra, Lopez et al. (2004), De Oliveira et al. (2018) y Henao et al. (2016) reportan valores semejantes a los resultados obtenidos, las posibles diferencias pueden deberse a razones externas como condiciones climáticas, suelos de cultivo, etc., o incluso a factores intrínsecos derivados de la genética de la especie vegetal o el estado de madurez de la fruta (Dadzie & Orchard, 1997) (Martínez, Cayón & Ligarreto, 2016).

3.1.2 Parámetros químicos evaluados en el Chocolate (70 - 80% licor de cacao)

La tabla 10 muestra los resultados de los análisis químicos realizados en el chocolate en dos grados de pureza 70-80% (contenido de licor de cacao). Tal como puede observarse en esta tabla, a medida que aumenta el contenido de licor de cacao en la barra de chocolate, los sólidos solubles disminuyen, el contenido de grasa aumenta y la humedad se incrementa. Esto podría deberse a cambios porcentuales, en los componentes de la formulación del producto, ya que al modificar el contenido el licor de cacao, se incrementa o disminuye otros ingredientes tales como sacarosa, lecitina y pasta de cacao (componente graso prioritario del chocolate).

Como es lógico, al cambiar la proporción de licor o manteca de cacao, la cantidad de sólidos totales se modifica ligeramente en el producto final y por ende el contenido de

humedad de la barra de chocolate también cambia. Los valores determinados para cenizas totales, porcentaje de acidez y pH, varían ligeramente entre los distintos porcentajes de concentración de licor de cacao (70-80%).

Así también autores como Luna, Crouzillat y Bucheli (2002), refieren valores más altos de pH para chocolate negro, estas diferencias podrían tener su origen en las prácticas postcosecha del cacao (fermentación de la almendra) y diversas variables en el procesamiento del licor de cacao, además de las diferencias en términos de condiciones climáticas y la variedad de la especie vegetal.

Tabla 10. Resultados de los análisis químicos a las distintas purezas del chocolate

Parámetros	**70%**	**80%**
Ceniza	2,199 ± 0,138	2,172 ± 0,027
Acidez	0,761 ± 0,063	0,800 ± 0,036
pH	5,416 ± 0,013	5,392 ± 0,014
Solidos Solubles	4,4 ± 0,047	3,2 ± 0,047
Grasa	39,58 ± 2,026	43,00 ± 1,739
Humedad	0,50 ± 0,053	0,60 ± 0,135

3.2 Formulación del producto

3.2.1 Diseño experimental

En la tabla 11, se observan los 16 ensayos resultantes del diseño factorial 3^2 realizado mediante el programa estadístico STATGRAPHICS CENTURION XVI.II, con la finalidad de evaluar, cuál de estas condiciones era la más favorable en lo que respecta a la aceptación sensorial del producto.

Tabla 11. Diseño factorial (3^2) establecido para determinar la formulación de mayor aceptación sensorial

N°	Codificación	% Pureza del chocolate	% Estevia	% Inulina
1	301	80	100	15
2	513	70	100	8
3	820	80	100	8
4	115	70	75	8
5	396	70	75	15
6	765	80	75	8
7	941	70	100	15
8	652	80	75	15
9	205	80	100	15
10	738	70	100	8
11	419	70	75	15
12	294	80	100	8
13	603	80	75	8
14	455	80	75	15
15	982	70	100	15
16	129	70	75	8

Con el fin de respetar la aleatoriedad del diseño experimental, los diferentes ensayos se realizaron de acuerdo el orden establecido por el software.

3.2.2 Resultados de la evaluación sensorial

Con la finalidad de evaluar si hay una diferencia estadística en la respuesta sensorial de los panelistas respecto a las distintas formulaciones, se hizo un ANOVA unifactorial (tabla 12), resultando que, dado que el valor-P de la prueba-F es menor que 0.05, existe una diferencia estadísticamente significativa con un nivel de confianza del 95% entre la

media de la respuesta sensorial de los panelistas (PUNTUACIÓN) entre las distintas formulaciones. Por otro lado, la media de puntaje más alta (4,30) corresponde a la muestra que contenía chocolate al 70% de licor de cacao, 75% de edulcorante no calórico y 15% de inulina, pudiendo considerar esta formulación (419) como la más aceptada sensorialmente.

Tabla 12. Anova unifactorial para aceptación sensorial (puntuación) por formulación

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	18,2937	15	1,21958	4,36	0,0000
Intra grupos	40,3	144	0,279861		
Total (Corr.)	58,5937	159			

En vista de estos resultados se procedió a determinar si la media más alta de puntuación obtenida por la muestra 419, era significativamente diferente de las otras medias. Procesando la información a través de unas pruebas de múltiples rangos (tabla 13), se logró evidenciar que la formulación que incluía chocolate al 70% de licor de cacao, 75% de edulcorante no calórico y 15% de inulina, muestra diferencias estadísticamente significativas con un nivel del 95,0% de confianza, respecto al resto de las muestras, excepto de su réplica (muestra 396), que coincidentemente en la que obtuvo la segunda media más alta.

Tabla 13. Pruebas de múltiples rangos para puntuación por formulación

Código	Casos	Media	Grupos Homogéneos
820	10	3,1	X
941	10	3,1	X
652	10	3,3	XX
513	10	3,3	XX
783	10	3,4	XXX
205	10	3,5	XXX
294	10	3,5	XXX
301	10	3,5	XXX
129	10	3,5	XXX
455	10	3,6	XXX
765	10	3,7	XXX
603	10	3,7	XXX
982	10	3,8	XXX
115	10	4,0	XXX
396	10	4,2	XX
419	10	4,3	X

Nota. Método: 95,0 porcentaje LSD
No existen diferencias estadísticamente significativas entre aquellos niveles que compartan una misma columna de X's.

Es preciso mencionar que las muestras codificadas como 115 y 982 no presentan diferencia estadísticamente significativa respecto a la réplica (396) de la formulación que alcanzó la media más alta, sin embargo, al analizar las réplicas de estas dos formulaciones (129 y 941), se evidencia que estas si presentan diferencias estadísticamente significativas respecto a 396, por lo que se podría considerar que los

datos de la evaluación sensorial para las muestras codificadas como 115, 982 y sus réplicas 129 y 941 respectivamente, no son consistentes.

Por otro lado, con el fin de conocer cuáles de los factores evaluados en el diseño experimental propuesto eran estadísticamente influyentes sobre la variable respuesta (aceptación sensorial), se aplicó a los resultados de la evaluación sensorial otro ANOVA (tabla 14), en este caso multifactorial, obteniendo como resultado que el porcentaje de inclusión de estevia (75 -100%) y la pureza del chocolate en barra (70 – 80% de licor de cacao), utilizados en la formulación son los factores que prueban tener un efecto estadísticamente significativo sobre la puntuación sensorial otorgada por los panelistas, puesto que sus valores-P son menores que 0,05 con un 95.0% de nivel de confianza.

Tabla 14. Análisis de Varianza para puntuación - Suma de Cuadrados Tipo III

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A: % Inulina	0,75625	1	0,75625	2,36	0,1266
B: % Stevia	6,00625	1	6,00625	18,73	0,0000
C: %Pureza del chocolate	1,80625	1	1,80625	5,63	0,0188
Residuos	50,025	156	0,320673		
Total (corregido)	58,5938	159			

Nota. Todas las razones-F se basan en el cuadrado medio del error residual.

3.4 Comparación entre parámetros químicos evaluados en la muestra base (P120) y la muestra (E419)

Una vez escogida como la mejor formulación (E419), aquella que contenía 15% de inulina, 75 % de estevia y 70 % de licor de cacao en el chocolate, se realizó la determinación de algunos parámetros químicos en esta muestra y en la formulación base P120 (patrón), resultados que se muestran en la tabla 15.

En cuanto a los valores de pH, sólidos solubles, humedad, cenizas totales, fibra, potasio, proteína y grasa total, determinados en la muestra E419, estos tienen gran similitud con

los valores reportados por Makafui, Amevor, Laryea y Barimah (2018) en su investigación de "Evaluación sensorial, composición de nutrientes y carga microbiana de anacardo - chocolate para untar".

Tabla 15. Resultados análisis químicos de la muestra base P120 y la muestra E419

Parámetros	Método	Muestra patrón	Formulación seleccionada
pH	Potenciometría	4,617 ± 0,003	4,611± 0,008
Sólidos solubles (°Brix)	Refractometría	4,933 ± 0,047	3,8± 0,000
Humedad (%)	Gravimetría	26,47 ± 2,076	34,61± 1,527
Cenizas (%)	AOAC 942.05	0,92 ± 0,051	1,58 ± 0,102
Fibra (%)	AOAC 978.10	1,16 ± 0,037	1,11 ± 0,093
Potasio (mg/100g)	AOAC 920.39	287,19 ± 0,128	324,78 ± 0,204
Proteína (%)	AOAC 999.11	2,51 ± 0,273	2,63 ± 0,159
Grasa total (%)	AOAC 2001.11	9,69 ± 1,124	8,11 ± 1,003
Carbohidratos(g/100g M.seca)	Por diferencia	61,99	51,49

Los valores determinados para pH, fibra cruda y proteína prácticamente no difieren para ambas muestras (E419 y P120). En cuanto fibra se esperó tener un incremento de este parámetro al incluir inulina en la formulación, sin embargo al retirar chocolate por inulina se creería se equiparó el contenido de fibra ya que como menciona Martínez (2014) el chocolate contiene de 5-9,9 g/100g.

En cambio, en el caso de humedad, cenizas y potasio, la formulación ganadora presenta valores más altos que la muestra patrón, lo que puede deberse a la inclusión de inulina y stevia en esta formulación, según Balcazar, Martinez y Gonzalez (2003), la inulina es utilizada en alimentos para otorgarles humedad. Así también, la diferencia existente entre estas dos muestras (P120 y E419) sobre el contenido de potasio podría haber sido originada por la adición de stevia, ya que autores como Goyal, Samsher y Goyal (2010) reportan pequeñas cantidades de potasio en la misma.

En cuanto a los valores obtenidos de la muestra seleccionada en sólidos solubles y grasa total se muestran por debajo de la fórmula base, resultados que podían ser esperados al

haber disminuido en un 75 % de azúcar en la formulación, sin embargo la disminución en términos de la cantidad de azúcares no fue tan marcada como se esperaba, esto puede deberse al contenido de inulina (15%) que fue adicionado a esta formulación (E419), ya que, tal como reporta Madrigal (2007), la inulina es un carbohidrato utilizado en chocolate como sustituto de azúcares, según Lara et al. (2017) dice que en el caso de los edulcorantes, la libertad de sustitución es más limitada dado que el dulzor de la inulina es de apenas el 30% del generado por sacarosa, razón por la cual la sustitución suele ser parcial, especialmente con edulcorantes fuertes con los cuales existe por lo general una gran sinergia. Es preciso mencionar que la inulina fue empleada originalmente como un emulgente, sustituto de grasa, por lo tanto, en la formulación se eliminó 15% de la principal fuente de grasa (chocolate), razón por la cual en esta formulación se ve ligeramente disminuido el valor de grasa total respecto a la muestra patrón, Lara et al. (2017) afirma que, se emplean como sustitutos de la grasa, debido a que los fructanos hidratados en concentraciones de 40-45% adoptan una textura y una palatabilidad muy similar a la de ella. La tasa de reemplazo equivalente a 0,25 g de inulina por 1 g de grasa, reduciéndose el contenido energético de 37,6 kJ/g de las grasas a 2,09 kJ/g de la inulina hidratada.

Se ha comprobado que la inulina estimula el crecimiento de la microbiota intestinal (microorganismos pobladores del intestino). En correspondencia con estas evidencias científicas, la inulina puede ser considerada un prebiótico (Lara et al., 2017).

Al término del tiempo de estudio, las muestras almacenadas a °T ambiente permanecieron visiblemente no alteradas, no se observó crecimiento de hongos, ni hubo separación de fases, se mantuvo tanto el color, el aroma y el sabor inicial. Esto como un análisis meramente observacional mas no constituye un resultado sino información preliminar para estudios posteriores.

3.5 Análisis de fenoles y actividad antioxidante en la formulación seleccionada

En la tabla 16 se muestran los resultados de fenoles y actividad antioxidante evaluados en la formulación de pasta untable seleccionada.

Tabla 16. Análisis de fenoles y actividad antioxidante en la pasta untable

Ensayos	Método	Resultado
Fenoles totales (mgEAG/g)	Espectrofotometría	3,58±0,22
FRAP (mg/g)	Espectrofotometría	16,68±0,74
DPPH (%)	Espectrofotometría	6,57±0,01

No existen estudios disponibles en la literatura sobre el contenido de fenoles y actividad antioxidante en productos similares para comparar de modo directo los resultados de esta investigación con otros autores. Sin embargo, conforme a los análisis realizados en la pasta untable, existe contenido fenólico y una actividad antioxidante en el producto (tabla 16), lo que puede deberse a diversos compuestos bioactivos que se han logrado identificar tanto en chocolate como en banana. Según Aurore et al. (2009) el banano contiene concentraciones relativamente altas de catecolaminas y la dopamina, un potente antioxidante, así como la norepinefrina, la galocatequina, la naringenina-7-O-neohesperidosido. Así mismo Bennett et al. (2010) reporta presencia de flavan-3-oles en la pulpa de banano. Por otro lado, en un estudio de diversos tipos de chocolate se determinó que el chocolate negro evaluado presentó la concentración más alta de polifenoles totales y coincidentemente la actividad antioxidante de esta muestra fue mayor (Da Silva, Koslowsky, Farias, Funchal, & Dani, 2015). El cacao es un producto vegetal que es particularmente rico en procianidinas como la epicatequina y sus polímeros (Karim, McCormick, & Kappagoda, 2000).

3.6 Análisis de viscosidad realizados en las muestras P120, E419, D115

Se realizó una comparación de los valores obtenidos de viscosidad de las dos muestras más puntuadas E419, D115 y de la muestra patrón P120. Al parecer existe una variación en cuanto a la viscosidad de la muestras, ya que como se puede observar en la tabla 17 los valores de cP aumentan a medida que aumenta el porcentaje de inclusión de inulina considerando que P120 no contiene inulina, D115 con 8% de inclusión de inulina y E419 contiene 15% de inclusión en su formulación. Esto coincide con lo reportado por Balcazar, Martínez y Gonzalez (2003) en un estudio mencionan que la inulina se emplea en la preparación de varios alimentos para darles cuerpo, textura, consistencia,

viscosidad. Madrigal y Sangronis (2007), mencionan que la inulina es utilizada como sustituto de grasa en productos untables.

Sin embargo, se recomienda hacer un estudio profundo para determinar el comportamiento del producto ante la inclusión de inulina.

Tabla 17. Resultados del análisis de viscosidad

Muestras	°T	SP	RPM	cP	% Inclusión de inulina
P120	30°C	L4	20.0	8897,0	0
D115	30°C	L4	20.0	18239	8
E419	30°C	L4	20.0	22583	15

CAPÍTULO IV: CONCLUSIONES

- De la evaluación química realizada a las materias primas se puede concluir que tanto banano como el chocolate utilizados en el desarrollo del producto, presentan características químicas esperadas en estos productos según lo reportado por diversos autores, pudiendo ser empleada en la elaboración de diversos productos procesados. En el caso específico de banano el grado de maduración con el que se utilizó esta materia prima en las formulaciones fue 6, conforme la escala de maduración de Von Loesecke, lo que se traduciría en términos de composición química en un grado de maduración de 74,33 (relación sólidos solubles/acidez), con un porcentaje de humedad de aproximadamente 72% y 0,66 % de materia inorgánica total. Por otro lado, en base a la formulación declarada por el fabricante, el evaluado (en todas las concentraciones de licor de cacao) se clasifica como chocolate de cobertura ya que lo estipulado en el CODEX STAN (87-1981). Diversos autores reportan características químicas similares a las determinadas en el chocolate estudiado, clasificandolo como, chocolate negro.

- Como resultado de la valoración sensorial realizada y el tratamiento estadístico aplicado a los datos (ANOVA y Rangos múltiples) se concluye que, las formulaciones con mayor aceptación sensorial fueron E419 y su réplica (E396), lográndose reemplazar en la formulación original el 15% del componente graso (chocolate) por inulina y el 75% del edulcorante calórico de la fórmula por estevia (edulcorante no calórico), sin que esto influya negativamente en la respuesta sensorial de los evaluadores. Esto, desde todo punto de vista, refiere un aporte a la salud de los consumidores al disminuir tanto el contenido graso como la cantidad de sacarosa en fórmula.

- De la evaluación química de la formulación seleccionada, es preciso mencionar que, al no existir un producto símil, normalizado en el mercado ecuatoriano, no existen requisitos declarados, a los que pueda y deba sujetarse un producto como este, actualmente. En base a la comparación de los resultados de la valoración química tanto del producto final como de la formulación base (patrón), se pudo determinar que el producto diseñado presenta un menor contenido de grasa y edulcorantes calóricos como la sacarosa. Dichas diferencias no son tan

marcadas, lo que podría atribuirse a la inclusión de inulina, si bien es cierto, este componente podría haber elevado el contenido de sólidos solubles y carbohidratos totales pero autores como Lara et al. (2017); Moscatto, Prudêncio y Oliveira (2004) reportan la utilización de inulina en productos de reducida cantidad de grasas o azúcares debido a la baja cantidad de calorías que proporciona. Manteniendo o incluso mejorando las características organolépticas de los productos, lo que le ha permitido ser incluida con éxito en formulaciones de postres, helados, chocolates, etc., como sustituto de grasa aportando textura y estabilizando emulsiones, con el plus de tener un efecto prebiótico. Por otro lado la reducción parcial de la fuente primaria de grasa (chocolate) fue del 15 %, porcentaje que permitió la inclusión de la inulina sin la alteración la respuesta sensorial de los evaluadores, por tanto, el nivel de disminución de la grasa total, cuantificada en el producto final, fue el esperado. Por la razones antes mencionadas se podría concluir que se trata de un producto con potencial funcional, en el que la inclusión de inulina y estevia permitieron la reducción de grasa total y la cantidad de sacarosa, manteniendo características sensoriales aceptables, incrementando la viscosidad, la humedad y manteniendo la cantidad de fibra respecto al producto original (patrón).

CAPITULO V: RECOMENDACIONES

- Se sugiere evaluar el tiempo de vida útil del producto, además de evaluar la calidad microbiológica con el fin de garantizar la inocuidad del producto.
- Es preciso en próximas investigaciones, evaluar la influencia de la inulina sobre la textura del producto como parámetro físico, para optimizar el nivel de adicción.
- Se recomienda también evaluar el aporte calórico del producto final así como el perfil lipídico del mismo con la finalidad de conocer más a fondo el aporte nutricional de este alimento.

REFERENCIAS

Afoakwa, E. O. (2016). *Chocolate science and technology.* Reino Unido: Wiley Blackwell. Retrieved from https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=rZstCwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR19&dq=+++++chocolate+&ots=VHYqROFIP_&sig=YUnFtVBdyo7kTF0vz3ozXOdGclQ#v=onepage&q=chocolate&f=false

Afoakwa, E. O., Kongor, J. E., Takrama, J. F., & Budu, A. S. (2013). Changes in acidification, sugars and mineral composition of cocoa pulp during fermentation of pulp pre-conditioned cocoa (Theobroma cacao) beans. *International Food Research Journal, 20*(3), 1215-1222.

Agencia Ecuatoriana de Aseguramiento de la Calidad del Agro (AGROCALIDAD). (2014). *GUÍA DE BUENAS PRÁCTICAS AGRÍCOLAS.* Retrieved from http://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/pdf/inocuidad/BANANO/banano.pdf

Aguirre, P. (2019). Alimentos funcionales entre las nuevas y viejas corporalidades. *Revista de Antropología Iberoamericana, 14*(1), 90-120. doi: 10.11156/aibr.140106

Álvarez Cruz, N. S., & Bague Serrano, A. J. (2011). *Los Alimentos Funcionales. Una oportunidad para una mejor salud.* Madrid: AMV Ediciones.

Alvídrez-Morales, A., González-Martínez, B. E., & Jiménez-Salas, Z. (2002). Tendencias en la producción de alimentos: Alimentos. *Revista Salud Pública y Nutrición, 3*(3). Retrieved from https://cpb-us-w2.wpmucdn.com/blogs.udla.edu.ec/dist/b/160/files/2016/03/tendecias-en-alimentos-funcionales-23w5ckm.pdf

Arrazola-Paternina, G. S., Barrera-Violeth, J. L., & Villalba-Cadavid, M. I. (2013). Determinación física y bromatológica de la guanábana cimarrona (Annona glabra L.) del departamento de Córdoba. *Orinoquía, 17*(2), 159-166. Retrieved from http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v17n2/v17n2a02.pdf?fbclid=IwAR1AtgJUyu9WXm_yqeVvgdbSHKUoj-OQLyFRHvCm4LYA-ADaXGD5w4dZnO4

Ashwell, M. (2001). Functional foods: a simple scheme for establishing the scientific validity for all claims. *Public Health Nutrition, 4*(3), 859-862. doi:10.1079/PHN2000118

Aurore, G., Parfait, B., & Fahrasmane, L. (2009). Bananas, raw materials for making processed food products. *Trends in Food Science & Technology, 20*(2), 78-91. doi:https://doi.org/10.1016/j.tifs.2008.10.003

Ayala Monte, M. A., Hernández Sánchez, D., Pinto Ruiz, R., González Muñoza, S. S., Bárcena Gama, J. R., Hernández Mendo, O., & Torres Salado, N. (2018). Efecto prebiótico de dos fuentes de inulina en el crecimiento in vitro de Lactobacillus

salivarius y Enterococcus faecium. *Revista mexicana de ciencias pecuarias, 9*(2), 346-361. doi:10.22319/rmcp.v9i2.4488

Barrón-Yánez, R. M., García-Mateos, M., Soto-Hernández, M., Colinas-León, T., & Kite, G. (2011). Flavonoides y actividad antioxidante de Calia secundiflora (Ort.) Yakovlev. *Revista Fitotecnia Mexicana, 34*(3), 151-157. Retrieved from https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=61019746001

Bemiller, J. N. (2019). *Carbohydrate Chemistry for Food Scientists* . Indiana, Estados Unidos: AACC International Press.

Bennett, R. N., Shiga, T. M., Hassimotto, N. M., Rosa, E. A., Lajolo, F. M., & Cordenunsi, B. R. (2010). Phenolics and Antioxidant Properties of Fruit Pulp and Cell Wall Fractions of Postharvest Banana (Musa acuminata Juss.) Cultivars. *Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58*(13), 7991-8003. doi:10.1021/jf1008692

Benzie, I. F., & Strain, J. J. (1996). The Ferric Reducing Ability of Plasma (FRAP) as a Measure of "Antioxidant Power": The FRAP Assay. *Analytical Biochemistry, 239*(1), 70-76. doi:https://doi.org/10.1006/abio.1996.0292

Clare, P. (2005). El desarrollo del Banano y la Palma aceitera en el pacífico costarricense desde la perspectiva de la ecología historíca. *Diálogos Revista Electrónica de Historia, 6*(1), 308-346.

Cuellar Ayala, L. Y., & Ovalles Pabón, L. C. (2017). Chocolate: más que un dulce. *Revista Convicciones, 4*(7), 117-127. Retrieved from https://www.fesc.edu.co/Revistas/OJS/index.php/convicciones/article/view/125

Curi, R., Alvarez, M., Bazotte, R. B., Botion, L. M., Godoy, J. L., & Bracht, A. (1986). Effect of Stevia rebaudiana on glucose tolerance in normal adult humans. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research, 19*(6), 771–774.

Da Silva Medeiros, N., Koslowsky Marder, R., Farias Wohlenberg, M., Funchal, C., & Dani, C. (2015). Total phenolic content and antioxidant activity of different types of chocolate, milk, semisweet, dark, and soy, in cerebral cortex, hippocampus, and cerebellum of wistar rats. *Biochemistry research international*, 1-9. doi:10.1155/2015/294659

Dadzie, B., & Orchard, J. (1997). *Evaluación rutinaria postcosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos.* (I. I. Fitogenéticos, Ed.) Montpellier, Francia: INIBAP 2. Retrieved from https://conectarural.org/sitio/sites/default/files/documentos/IN980035_es.pdf

De Azevedo Pimentel, R. M., Nobre Guimarães, F., Moreira dos Santos, V., & Fialho Resende, J. C. (2010). Qualidade pós-colheita dos genótipos de banana PA42-44 e Prata-anã cultivados no norte de minas gerais. *Revista Brasileira de Fruticultura, 32*(2), 407-413. doi:https://doi.org/10.1590/S0100-29452010005000047

De Oliveira Riveiro, L., Carvalho dos Santos, J. G., dos Santos Gomes, F., Corrêa Cabral, L. M., Castro Freitas Sá, D. d., Martins da Mata, V., & Pereira Freitas, S. (2018). Sensory evaluation and antioxidant capacity as quality parameters in the

development of a banana, strawberry and juçara smoothie. *Food Science and Technology, 38*(4), 653-660.

El-Hadad, N., Youssef, M., El-Aal, M., & Abou-Gharbia, H. (2011). Utilisation of red palm olein in formulating functional chocolate spread. *Food chemistry, 124*(1), 285-290. doi:10.1016/j.foodchem.2010.06.034

El-Nassag, D., Ghamry, H., & Elhassaneen, Y. (2019). Stevia (Stevia rebaudiana) leaves: chemical composition, bioactive compounds, antioxidant activities, antihyperglycemic and antiatherogenic effects. *Journal of Studies and Searches of Specific Education, 5*(1), 157-180.

Faridi, Z., Njike, V., Dutta, S., Ali, A., & Katz, D. (2008). Acute dark chocolate and cocoa ingestion and endothelial function: a randomized controlled crossover trial. *The American journal of clinical nutrition, 88*(1), 58-63. doi:10.1093 / ajcn / 88.1.58

Fayaz, G., Goli, S., Kadivar, M., Valoppi, F., Barba, L., Calligaris, S., & Nicoli, M. (2017). Potential application of pomegranate seed oil oleogels based on monoglycerides, beeswax and propolis wax as partial substitutes of palm oil in functional chocolate spread. *LWT-Food Science and Technology, 86*, 523-529. doi:10.1016/j.lwt.2017.08.036

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2016). *Ecuador's banana sector under climate change: An economic and biophysical assessment to promote a sustainable and climate-compatible strategy.* Retrieved from http://www.fao.org/3/a-i5697e.pdf

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2019, Enero 14). *Banana Market Review 2018.* FAO. Retrieved from http://www.fao.org/3/ca5626en/CA5626EN.PDF

Fuentes-Berrío, L., Acevedo-Correa, D., & Gelvez-Ordoñez, V. (2015). Alimentos funcionales: Impacto y retos para el desarrollo y bienestar de la sociedad colombiana. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial, 13*(2), 140-149. doi:10.18684/BSAA(13)140-149

Gómez, M., González, T., Bravo, L., Vaquero, M., Bastida, S., & Sánchez, F. (2011). Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. *Nutricion hospitalaria, 26*(2), 289-292. doi:10.3305/nh.2011.26.2.5016

Gonzabay, R. (2013). Cultivo del banano en el Ecuador. *Afese, 58*, 113-142. Retrieved from http://www.revistaafese.org/ojsAfese/index.php/afese/article/view/317

Goyal, S. K., Samsher, G. R., & Goyal, R. K. (2010). Stevia (Stevia rebaudiana) un bio-edulcorante: una revisión. Int J Food Sci Nutr , 61 (1), 1-10. *International Journal of Food Sciences and Nutrition, 61*(1), 1-10. doi:10.3109/09637480903193049

Gregersen, S., Jeppesen, P. B., Holst, J. J., & Hermansen, K. (2004). Antihyperglycemic Effects of Stevioside in Type 2 Diabetic Subjects. *Metabolism, 53*(1), 73-76. doi:10.1016/j.metabol.2003.07.013

Hartel, R., Joachim, v. E., & Hofberger, R. (2017). *Confectionery Science and Technology.* Springer, Suiza: Springer International Publishing. doi:10.1007 / 978-3-319-61742-8

Henao Ossa, J. S., Velásquez Herrera, J. D., & Lucas Aguirre, J. C. (2016). Comportamiento de los parámetros de calidad en el proceso de fritura de 8 variedades diferentes de musáceas del genotipo AAA. *Vitae, 23*, 562-566.

Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2015). *Caracterización del valor nutricional de los alimentos.* Uruguay. Retrieved from http://www.procisur.org.uy/adjuntos/calidad/Libro_Alimentos_Saludables-web.pdf

Jácome, W. (2015). *Diseño de una planta de eleboracion de chocolate negro y chocolate con leche apartir de licor de cacao (Tesis de Pregrado).* Escuela Politecnica Nacional, Quito. Retrieved from http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/12608

Jeppesen, P. B., Gregersen, S., Rolfsen, S. E., Jepsen, M., Colombo, M., Agger, A., . . . Kruhøffer, M. (2003). Antihyperglycemic and blood pressure-reducing effects of stevioside in the diabetic Goto-Kakizaki rat. *Metabolism, 52*(3), 372-378. doi:10.1053/meta.2003.50058

Karim, M., McCormick, K., & Kappagoda, T. (2000). Effects of Cocoa Extracts on Endothelium-Dependent Relaxation. *The Journal of Nutrition, 130*(8), 2105S–2108S. doi:https://doi.org/10.1093/jn/130.8.2105S

Katz, D., Doughty, K., & Ali, A. (2011). Cocoa and chocolate in human health and disease. *Antioxidants & redox signaling, 15*(10), 2779-2811. doi:10.1089 / ars.2010.3697

Kujur, R. S., Singh, V., Ram, M., Yadava, H. N., Singh, K. K., Kumari, S., & Roy, B. K. (2010). Antidiabetic Activity and Phytochemical Screening of Crude Extract of Stevia Rebaudiana in Alloxan-induced Diabetiis Rats. *Pharmacognosy Journal, 2*(14), 27-32.

Kurek, J. M., & Krejpcio, Z. (2019). The functional and health-promoting properties of Stevia rebaudiana Bertoni and its glycosides with special focus on the antidiabetic potential – A review. *Journal of Functional Foods, 61*. doi:https://doi.org/10.1016/j.jff.2019.103465

Lara-Fiallos, M., Lara-Gordillo, P., Julián-Ricardo, M. C., Pérez-Martínez, A., & Benítes-Cortés, I. (2017). Avances en la producción de inulina. *Tecnología Química, 37*(2), 352-366.

Li, L. F., & Ge, X. J. (2017). Origin and domestication of cultivated banana. *Ecological Genetics and Genomics, 2*, 1-2. doi:http://dx.doi.org/10.1016/j.egg.2016.10.001

Lopez Calvo, A., Molina Córdoba, M., & Huguet Soliva, A. (2004). Estudio comparativo de la producción de etanol vía fermentativa utilizando cuatro sustratos preparados a partir de banano maduro. *Ingeniería, 14*(1,2), 67-77.

López Medina, E., López Zavaleta, A., & De la Cruz Castillo, A. (2017). Efecto del ácido giberélico en la propagación in vitro de Stevia rebaudiana (Bertoni)

Bertoni, “estevia”. *Arnaldoa, 24*(2), 599-608. doi:http://doi.org/10.22497/arnaldoa.242.24211

López, A., & Canales, M. (2011). El Chocolate: un arsenal desustancias químicas. *Revista Digital Universitaria, 12*(4). Retrieved from http://ru.tic.unam.mx/handle/123456789/1881

Luna, F., Crouzillat, D., Cirou, L., & Bucheli, P. (2002). Chemical composition and flavor of Ecuadorian cocoa liquor. *Journal of agricultural and food chemistry, 50*(12), 3527-3532. doi:10.1021/jf0116597

Madrigal, L., & Sangronis, E. (2007). La inulina y derivados como ingredientes claves en alimentos funcionales. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 57*(4), 387-396. Retrieved from http://www.piaschile.cl/wp-content/uploads/2015/04/La-inulina-y-derivados-como-ingredientes-claves-en-alimentos-funcionales.pdf

Makafui Amevor, P., Laryea, D., & Barimah, J. (2018). Sensory evaluation, nutrient composition and microbial load of cashew nut–chocolate spread. *Cogent Food & Agriculture, 4*(1), 148-180. doi:https://doi.org/10.1080/23311932.2018.1480180

Manzocco, L., Calligaris, S., Camerin, M., Pizzale, L., & Nicoli, M. (2014). Prediction of firmness and physical stability of low-fat chocolate spreads. *Journal of food engineering, 126*, 120-125. doi:10.1016 / j.jfoodeng.2013.10.042

Martínez Cruz, M. (2015). Stevia rebaudiana (Bert.) Bertoni. Una revisión. *Cultivos Tropicales, 36*, 5-15. Retrieved from http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362015000500001&lng=es&tlng=es.

Martínez-Cardozo, C., Cayón-Salinas, G., & Ligarreto-Moreno, G. (2016). Composición química y distribución de materia seca del fruto en genotipos de plátano y banano. *Corpoica Cienc Tecnol Agropecuaria, 17*(2), 217-227.

Martins, F., Pinho, O., & Ferreira , I. (2004). Alimentos funcionais: conceitos, definições, aplicações e legislação. *Alimentação Humana, 10*(2), 67-78.

McShea, A., Leissle, K., & Smith, M. (2009). The essence of chocolate: a rich, dark, and well-kept secret. *Nutrition, 25*(11), 1104 –1105. doi:10.1016 / j.nut.2009.05.012

Mella, A., Borguenson, R., & Masson, L. (1987). Composición química y valor calórico de los chocolates. *Aliemtos, 12*(4), 7-14. Retrieved from http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/121091/Composicion_MELLA_1987.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Meyer, D., & Blaauwhoed, J. P. (2009). Inulin. In G. O. Phillips, & P. A. Williams, *Handbook of Hydrocolloids* (pp. 829-848). Woodhead Publishing .

Misra, H., Soni, M., Silawat, N., Mehta, D., Mehta, B. K., & Jain, D. C. (2011). Antidiabetic activity of medium-polar extract from the leaves of Stevia rebaudiana Bert. (Bertoni) on alloxan-induced diabetic rats. *Journal of Pharmacy and Bioallied Sciences, 3*(2), 242. doi:10.4103/0975-7406.80779

Morreale, F., Benavent, Y., & Rosell, C. (2019). Inulin enrichment of gluten free breads: Interaction between inulin and yeast. *Food chemistry, 278*, 545-551. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.066

Organización Mundial de la Salud (OMS). (2016). *Informe mundial sobre la diabetes*. Retrieved from https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/204877/WHO_NMH_NVI_16.3_spa.pdf?sequence=1

Pareek, S. (2016). Nutritional and Biochemical Composition of Banana (Musa spp.) Cultivars. In M. Simmonds, & V. Preedy, *Nutritional Composition of Fruit Cultivars* (pp. 49-81). London: Elsevier Academic Press. doi:https://doi.org/10.1016/B978-0-12-408117-8.00003-9

Peña, M. A., Peña, S., & Guerra, M. A. (2020). Inulina: una alternativa para el desarrollo de productos cárnicos funcionales. *Avances en ciencia e ingenierias, 11*(19), 102-121. doi:https://dx.doi.org/10.18272/aci.v11i3.1540

Potočnjak, I., Broznić, D., Kindl, M., Kropek, M., Vladimir-Knežević, S., & Domitrović, R. (2017). Stevia and stevioside protect against cisplatin nephrotoxicity through inhibition of ERK1/2, STAT3, and NF-κB activation. *Food and Chemical Toxicology, 107*, 215-225. doi:https://doi.org/10.1016/j.fct.2017.06.043

Rafecas, M., & Codony, R. (2000). *Estudio nutricional del cacao y productos derivados.* Barcelona: Universidad de Barcelona. Retrieved from http://revista.nutricion.org/hemeroteca/revista_marzo_02/VCongreso_publicaciones/Conferencias/cacao.pdf

Ramírez-Jaramillo, G., & Lozano-Contreras, M. G. (2017). La producción de Stevia Rebaudiana Bertoni en Mexico. *Agroproductividad, 10*(8), 84-90.

Ramos, L., Gallardo, Y., & Valdés, L. (2004). Elaboración y caracterización de queso crema untable bajo en grasa adicionado con inulina. *Ciencia y Tecnología de Alimentos , 14*(1), 70-73. Retrieved from file:///C:/Users/lopez%20jony/Downloads/Elaboracion%20y%20caracterizacion%20d%20-%20Ramos%20Diaz,%20Laura%20Margarita.pdf

Razo, E. F. (2011). *Diseño de una planta piloto para la industrialización de stevia en la comunidad cueva de los monos, canton Sacha, provincia de Orellana (Tesis de pregrado).* Escuela Politécnica Nacional, Quito. Retrieved from https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/4379/1/CD-3987.pdf

Ríos Cortés, G., Ramírez Aguilar, D., Bobadilla Reyes, C. Q., Ríos Cortés, A. M., Ramírez Bello, M. A., Sales Chávez, R. M., & Rosas Morales, M. (2017). Remoción de clorofilas presentes en extractos de stevia (Stevia rebaudiana Bertoni) por adsorción con carbón activado y precipitación con cal grado alimenticio. *Acta Universitaria, 27*(1), 67-75. doi:10.15174/au.2017.1209

Roberfroid, M. B. (2000). Defining functional foods. In G. R. Gibson, & C. M. Williams, *Functional Foods* (pp. 9-27). Woodhead Publishing Limited. doi:https://doi.org/10.1533/9781855736436.1.9.

Ruiz, D. (2015). *Mejora de la composición y calidad nutritiva del Pastel de carne de Murcia y su repercusión sobre la salud (Tesis licenciatura).* UNIVERSIDAD DE MURCIA, Madrigal. Retrieved from https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/374250/TDRC.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Said, A., Nasir, N. A., Bakar, C. A., & Mohamad, W. F. (2019). Chocolate Spread Emulsion: Effects of Varying Oil Types on Physico-chemical Properties, Sensory Qualities and Storage Stability. *Journal Of Agrobiotechnology, 10*(2), 32-42. Retrieved from https://journal.unisza.edu.my/agrobiotechnology/index.php/agrobiotechnology/article/view/206

Seravique, M. J. (2017). *Caracterización del manejo poscoshecha y cuantificacion de las pérdidas de banano (Musa acuminata) organico en Los Ríos (Tesis de pregrado).* Universidad de las Américas, Quito. Retrieved from http://dspace.udla.edu.ec/bitstream/33000/7441/1/UDLA-EC-TIAG-2017-06.pdf

Simmonds, N. W. (1960). Notes on Banana Taxonomy. *Kew Bulletin, 14*(2), 198-212. doi:10.2307 / 4114778

Singh, B., Singh, J. P., Kaur, A., & Singh, N. (2016). Bioactive compounds in banana and their associated health benefits – a review. *Food Chemistry, 206*, 1-11. doi:https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.03.033

Singh, R. S., Singh, T., & Larroche, C. (2019). Biotechnological applications of inulin-rich feedstocks. *Bioresource technology, 273*, 641-653. doi:https://doi.org/10.1016/j.biortech.2018.11.031

Tessaro, S. (2014). *Alimento con alto contenido de fructanos puré de topnambur (Helianthus tuberosus) (Tesis de licenciatura).* Universidad Nacional de Cuyo, cuyo. Retrieved from http://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/6793/tesis-tessaro-silvina.pdf

Thompson, A. K. (2011). Banana (Musa spp.). In E. M. Yahia, *Postharvest Biology and Technology of Tropical and Subtropical Fruit* (pp. 216-244). Woodhead Publishing . doi:https://doi.org/10.1533/9780857092762.216

Valenzuela, A. (2007). chocolate, un placer saludable. *Revista Chilena de nutrición, 34*(3), 180-190. doi:http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182007000300001

Vera, J., & Alvarez, L. (2019). *Aprovechamiento de almendras de Jackfruit (Artocarpus heterophyllus Lam) adicionando manteca de cinco clones experimentales de cacao (Theobroma cacao L.) extraidas a partir de mazorcas infectadas con monillas (Tesis pregrado).* Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo. Retrieved from http://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/3200

Von Loesecke, H. W. (1950). *Bananas.* New York: Interscience Publishers.

Wang, J., Hu, X., Ding, H., Huang, X., Xu, M., & henzhen., L. (2019). Pasting, thermal, and rheological properties of rice starch partially replaced by inulin with different degrees of polymerization. *Food Hydrocolloids, 92*, 228-232. doi:10.1016/j.foodhyd.2019.02.008

Watts, B., Ylimaki, G., Jeffery, L., & Elias, L. (1989). *Basic sensory methods for food evaluation.* Ottawa, Canada: IDRC.

Wollgast, J. (2004). *The contents and effects of polyphenols in chocolate qualitative and quantitative analyses of polyphenols in chocolate and chocolate raw products as well as evaluation of potential implications of chocolate consumption in human health.* University of Gießen, Germany.

Zhu, Z., He, J., Liu, G., Barba, F., Koubaa, M., Ding, L.-H., . . . Vorobiev, E. (2016). Recent insights for the green recovery of inulin from plant foodmaterials using non-conventional extraction technologies: A review. *Innovative Food Science & Emerging Technologies, 33*, 1-9.