

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



DESARROLLO DE UNA TABLETA DE CHOCOLATE  
OSCURO LIBRE DE AZÚCAR

Trabajo de graduación presentado por

Lourdes Andrea García Y García

para optar al grado académico de Maestría en Tecnología de Alimentos y  
Gestión

Guatemala,

2017



**DESARROLLO DE UNA TABLETA DE CHOCOLATE  
OSCURO LIBRE DE AZÚCAR**

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ingeniería



DESARROLLO DE UNA TABLETA DE CHOCOLATE  
OSCURO LIBRE DE AZÚCAR

Trabajo de graduación presentado por

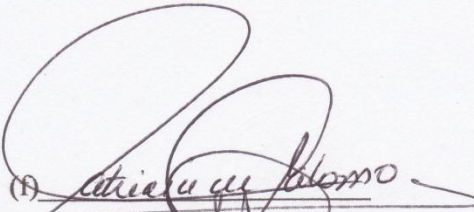
Lourdes Andrea García Y García

para optar al grado académico de Maestría en Tecnología de Alimentos y  
Gestión

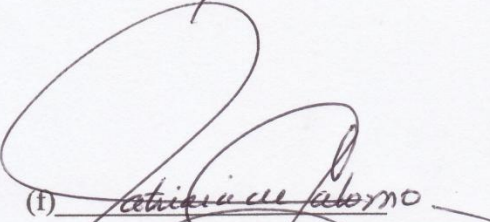
Guatemala,

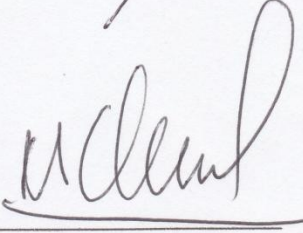
2017

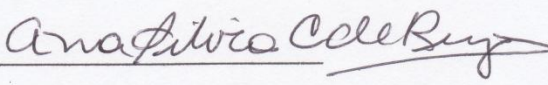
Vo. Bo:

(f)   
MSc. Patricia Palacios de Palomo

Tribunal Examinador:

(f)   
MSc. Patricia Palacios de Palomo

(f)   
Dra. Marializ Gramajo Rodriguez

(f)   
MSc. Ana Silvia Colmenares

Fecha de aprobación: Guatemala, 5 de Abril de 2017

# ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE TABLAS .....	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	X
ÍNDICE DE DIAGRAMAS .....	XI
ÍNDICE DE GRÁFICAS .....	XII
RESUMEN.....	XIII
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. ANTECEDENTES.....	2
III. MARCO TEÓRICO.....	4
A. Chocolate .....	4
B. Diabetes Mellitus .....	14
C. Edulcorantes.....	17
IV. JUSTIFICACIÓN .....	26
V. OBJETIVOS .....	28
A. General .....	28
B. Específicos .....	28
VI. METODOLOGÍA.....	29
A. Obtención de información de mercado.....	29
B. Formulación del chocolate.....	30
C. Caracterización y funcionalidad del chocolate.....	31
D. Prueba de aceptabilidad del chocolate.....	34
E. Evaluación de vida de anaquel.....	35
VII. RESULTADOS .....	37
A. Obtención de información de mercado.....	37
B. Formulación del chocolate.....	44
C. Caracterización y funcionalidad del chocolate.....	47

D.	Prueba de aceptabilidad del chocolate .....	52
E.	Evaluación de vida de anaquel .....	54
VIII.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	61
IX.	CONCLUSIONES .....	65
X.	RECOMENDACIONES.....	66
XI.	BIBLIOGRAFÍA .....	67
XII.	ANEXOS.....	70
A.	Formato de encuesta para determinar características y preferencias del mercado de chocolate en Guatemala .....	70
B.	Estadística de resultados encuesta para determinar características y preferencias del mercado de chocolate en Guatemala .....	74
C.	Ejemplo de etiquetas para formulación base.....	78
D.	Formato de prueba hedónica en consumidores potenciales.....	81
E.	Carta de brillo para el chocolate.....	82
F.	Plantilla propuesta para estudio de la variación de sabor del chocolate.....	83
G.	Curvas de calibración para determinación de sodio y hierro.....	84
H.	Prueba de aceptabilidad del chocolate .....	85
I.	Análisis de vida de anaquel del chocolate.....	86
J.	Costos del chocolate.....	88
K.	Etiqueta nutricional .....	90

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Cantidades necesarias para la preparación del blanco para DPPH .....	33
Tabla 2: Cantidades necesarias para la preparación de las muestras para DPPH .....	34
Tabla 3: Chocolates de venta en supermercados de Guatemala.....	37
Tabla 4: Formulación del chocolate sin almendras .....	44
Tabla 5: Formulación final del chocolate .....	44
Tabla 6: Fotografías de elaboración de chocolate .....	44
Tabla 7: Porcentaje y cantidad de cenizas, humedad y grasa en 25 g de chocolate .....	47
Tabla 8: Porcentaje y cantidad de proteína en 25 g de chocolate.....	47
Tabla 9: Porcentaje y cantidad de carbohidratos totales en 25 g de chocolate .....	48
Tabla 10: Calor de la bomba .....	48
Tabla 11: Calor de combustión del chocolate .....	48
Tabla 12: Porcentaje y cantidad de Sodio en 25 g de chocolate .....	49
Tabla 13: Porcentaje y cantidad de Hierro en 25 g de chocolate .....	49
Tabla 14: Capacidad antioxidante del chocolate por método DPPH .....	51
Tabla 15: Resultados de prueba de aceptabilidad del chocolate .....	52
Tabla 16: Fotos vida de anaquel durante 11 semanas .....	54
Tabla 17: Brillo en muestras durante 11 semanas .....	56
Tabla 18: Vida de anaquel según brillo a distintas temperaturas de almacenamiento.....	57
Tabla 19: Valor L en muestras durante 11 semanas .....	58
Tabla 20: Vida de anaquel según valor de L a distintas temperaturas de almacenamiento .....	59
Tabla 21: Vida de anaquel a 25°C según brillo y según valor de L .....	60
Tabla 22: Diferencia de medias: ¿Le gusta el chocolate?.....	74
Tabla 23: Diferencia de medias: ¿Qué tan a menudo consume chocolate? .....	74

Tabla 24: Diferencia de medias: Cuando consume chocolate, ¿dónde lo suele comprar?.....	75
Tabla 25: Diferencia de medias: ¿Qué presentación de chocolate consume más a menudo? .....	75
Tabla 26: Diferencia de medias: ¿Qué sabor/tipo de chocolate prefiere?.....	75
Tabla 27: Diferencia de medias: ¿Qué tamaño prefiere para una barra de chocolate? .....	76
Tabla 28: Diferencia de medias: Para usted, ¿cuál es el factor más importante al comprar un chocolate? ..	76
Tabla 29: Diferencia de medias: ¿Estaría interesado(a) en comprar un chocolate sin azúcar, con endulzante bajo en calorías? .....	76
Tabla 30: Diferencia de medias: ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por una barra de chocolate mediana (Tamaño de barra Hershey's estándar) sin azúcar?.....	77
Tabla 31: Diferencia de medias: ¿Cuál es su marca preferida de chocolate? .....	77
Tabla 32: Carta de brillo para el chocolate.....	82
Tabla 33: Datos de prueba de aceptabilidad del chocolate .....	85
Tabla 34: Datos obtenidos con colorímetro en muestras durante 11 semanas .....	86
Tabla 35: Datos obtenidos con colorímetro en muestras control .....	86
Tabla 36: Sabor y observaciones en muestras durante 12 semanas .....	87
Tabla 37: Costo unitario de materia prima .....	88
Tabla 38: Costo unitario de energía eléctrica .....	88
Tabla 39: Costo unitario de mano de obra.....	89
Tabla 40: Costo total unitario .....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Cacao en árbol .....	7
Figura 2: Fruto de cacao .....	7
Figura 3: Semillas de cacao .....	7
Figura 4: Antioxidantes naturales .....	8
Figura 5: Concentración efectiva media para las semillas de cacao y los diferentes chocolates de mesa .....	9
Figura 6: Empaque de chocolate .....	10
Figura 7: Chocolate empacado .....	10
Figura 8: Propiedades de frutos secos .....	13
Figura 9: Prevalencia estimada de adultos con diabetes en las regiones de la OMS .....	16
Figura 10: Clasificación de edulcorantes .....	18
Figura 11: Características de los edulcorantes de alta intensidad .....	19
Figura 12: Características de los alcoholes de azúcar .....	22
Figura 13: Mapa de posicionamiento.....	38
Figura 14: Arena competitiva .....	39
Figura 15: Formato de encuesta de mercado parte 1 .....	70
Figura 16: Formato de encuesta de mercado parte 2.....	71
Figura 17: Formato de encuesta de mercado parte 3.....	72
Figura 18: Formato de encuesta de mercado parte 4.....	73
Figura 19: Etiquetas chocolate marca Torras Sugars Free .....	78
Figura 20: Etiqueta chocolate marca Hershey's Sugar Free.....	79
Figura 21: Etiqueta chocolate marca Russell Stover Sugar Free .....	79
Figura 22: Formulaciones de patentes .....	80
Figura 23: Plantilla para estudio de variación de sabor.....	83

Figura 24: Curva de calibración para determinación de Sodio por Absorción atómica .....	84
Figura 25: Curva de calibración para determinación de Hierro por Absorción atómica .....	84
Figura 26: Etiqueta nutricional.....	90

## ÍNDICE DE DIAGRAMAS

Diagrama 1: Procedimiento para elaboración de chocolate.....	30
--	----

## ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1: Género .....	40
Gráfica 2: Edad.....	40
Gráfica 3: Gusto por chocolate .....	40
Gráfica 4: Consumo de chocolate .....	41
Gráfica 5: Lugar de compra.....	41
Gráfica 6: Presentación de chocolate más consumida.....	41
Gráfica 7: Sabor/tipo de chocolate preferido.....	42
Gráfica 8: Tamaño preferido en una barra de chocolate.....	42
Gráfica 9: Factor más importante en la compra de un chocolate .....	42
Gráfica 10: Interés en chocolate sin azúcar .....	43
Gráfica 11: Precio que el consumidor está dispuesto a pagar.....	43
Gráfica 12: Marca preferida de chocolate .....	43
Gráfica 13: Obtención de ecuación para determinación de capacidad antioxidante .....	50
Gráfica 14: Resultados de prueba de aceptabilidad del chocolate .....	53
Gráfica 15: Brillo vs tiempo durante 11 semanas .....	57
Gráfica 16: Ln (brillo) vs tiempo durante 11 semanas .....	57
Gráfica 17: log (t) vs Temperatura según brillo .....	58
Gráfica 18: Valor L vs tiempo durante 11 semanas .....	59
Gráfica 19: Ln (L) vs tiempo durante 11 semanas .....	59
Gráfica 20: log (t) vs Temperatura según valor de L .....	60

## RESUMEN

Una de las tendencias actuales en alimentos, no solo a nivel mundial sino también en América Latina es la eliminación del azúcar en los alimentos, ya que esta es una de las principales causas de la obesidad y diabetes. El crecimiento acelerado de la diabetes en los últimos años ha provocado una mayor demanda de parte del consumidor de alimentos sin azúcar, provocando que la industria se vea en la necesidad de desarrollar productos con sustitutos del azúcar que no sean dañinos para la salud.

El objetivo de este trabajo fue desarrollar una tableta de chocolate oscuro libre de azúcar y con almendras. Además establecer el posicionamiento del producto en el mercado de chocolate en Guatemala, obtener un producto con buena aceptabilidad por parte de los consumidores y que no aporte azúcar como un chocolate tradicional, evaluar su funcionalidad y su vida de anaquel.

Para cumplir con los objetivos planteados se desarrolló una tableta de chocolate 70% cacao sin azúcar y con almendras utilizando povidex, isomalt y eritritol como agentes de volumen y masa, y sucralosa como edulcorante de alta intensidad. Para determinar el posicionamiento del producto en el mercado de chocolate en Guatemala se realizó una encuesta de evaluación del mercado de chocolate en Guatemala, un mapa de posicionamiento y una arena competitiva. Además se estableció el grado de aceptación del chocolate por parte de los consumidores por medio de una prueba de aceptabilidad evaluando apariencia general, color, textura, sabor, dulzor y olor del chocolate. Para determinar la caracterización y funcionalidad del chocolate se realizó un análisis proximal de este, y se determinó su capacidad antioxidante mediante el método DPPH de Brand Williams. Por último se analizó la vida de anaquel del chocolate por medio de un estudio de vida útil acelerado mediante el modelo de Arrhenius durante 11 semanas, evaluando brillo, color y sabor del chocolate.

# I. INTRODUCCIÓN

La diabetes se está volviendo a nivel mundial una epidemia, directamente relacionada con la inactividad física, y el aumento de la obesidad y sobrepeso. Una de las tendencias actuales en alimentos, no solo a nivel mundial sino también en América Latina es la eliminación del azúcar en los alimentos, ya que esta es una de las principales causas de la obesidad y diabetes. Además la demanda del consumidor de alimentos sin azúcar ha aumentado en los últimos años, por lo que la industria ha desarrollado productos con sustitutos del azúcar que no sean dañinos para la salud.

Este trabajo tuvo como objetivo desarrollar una tableta de chocolate oscuro sin azúcar y con almendras. Además establecer el posicionamiento del producto en el mercado de chocolate en Guatemala, obtener un producto con buena aceptabilidad por parte de los consumidores y que no aporte azúcar como un chocolate tradicional, evaluar su funcionalidad y su vida de anaquel.

Se desarrolló una tableta de chocolate oscuro, 70% cacao sin azúcar y con almendras utilizando eritritol, isomalt y polidextrosa como agentes de volumen y masa, y sucralosa como edulcorante de alta intensidad.

Para analizar el posicionamiento del producto en el mercado de chocolate en Guatemala se realizó una encuesta de evaluación del mercado de chocolate en Guatemala, un mapa de posicionamiento y una arena competitiva. De acuerdo con esta información se estableció una oportunidad de mercado en el desarrollo de una barra mediana de chocolate oscuro con almendras.

Se determinó el grado de aceptación del chocolate por parte de los consumidores por medio de una prueba de aceptabilidad evaluando apariencia general, color, textura, sabor, dulzor y olor del chocolate. Este tuvo una buena aceptabilidad sensorial por parte del consumidor en todos los parámetros evaluados.

Para identificar la caracterización del chocolate se realizó un análisis proximal de este, y para su funcionalidad se analizó su capacidad antioxidante mediante el método DPPH de Brand Williams, en el cual se obtuvo que el chocolate tiene una concentración efectiva media  $EC_{50} = 0.30$  mg/ml, lo cual representa una capacidad antioxidante alta.

Por último se determinó la vida de anaquel del chocolate por medio de un estudio de vida útil acelerado mediante el modelo de Arrhenius durante 11 semanas, evaluando brillo, color y sabor del chocolate. El chocolate desarrollado, con empaque de aluminio y almacenado a 25°C, tiene una vida de anaquel de 275 días, con base en su brillo, y de 237 días según el valor  $e_L$  en la escala de color del colorímetro Hunterlab.

## II. ANTECEDENTES

En el Informe Nacional de Desarrollo Humano (2005) elaborado con datos de ENEI 2004 se describe la estratificación socioeconómica de la población guatemalteca. El estrato alto de la población representa un 3.2% de esta y el medio un 15.5%, el medio bajo un 20.4%, el bajo un 32.1% y el bajo extremo un 28.8%. El producto a desarrollar está dirigido a los segmentos medio y alto de la población, los cuales representan un total del 18.7%.

Entre las diez tendencias globales (2013) se encuentra el desarrollo y aparición de sustitutos del azúcar como la stevia y la siraitia, las cuales son entre 300-400 más dulces que el azúcar. Hay un crecimiento en la industria alimenticia en el desarrollo de edulcorantes que sustituyan al azúcar, con el fin de aumentar su mercado. A nivel mundial, y especialmente en México, hay una gran incidencia de diabetes, por lo cual se ha puesto especial atención a la industria de alimentos. Dependiendo de la región del mundo varía el nivel de conciencia para este problema; en América Latina un 48% de los consumidores le da importancia a que un producto sea reducido en azúcar, y un 52% a que sea libre de azúcar. Incluso el gobierno de varios países presiona cada vez más a la industria de alimentos a que reduzcan la cantidad de azúcar de sus productos.

Según la PhD Densie Webb (2015) una de las tendencias de nutrición para el 2016 es la demanda de más productos con menos azúcar, presionando a las empresas a utilizar edulcorantes “naturales” tales como la stevia, jarabe de agave, azúcar de palma de coco, jarabe de arce, azúcar de dátil y fruta monje. Muchos de estos tienen la misma cantidad de calorías que la sacarosa, algunos tienen una menor cantidad y otros, como la stevia, no tienen calorías. Debido a esta demanda las empresas se verán obligadas a aumentar la oferta de este tipo de productos reducidos en azúcar, que utilicen edulcorantes naturales.

Entre las tendencias de ingredientes en América Latina (2014) también se encuentra la eliminación del azúcar en los alimentos, ya que se ha encontrado que esta es una de las principales causas de la obesidad y otras enfermedades como la diabetes. Es por esto que la industria de alimentos ha invertido en desarrollar formulaciones de productos con sustitutos del azúcar, existiendo actualmente una gran variedad de edulcorantes que se utilizan en distintos alimentos. Muchas empresas grandes han ampliado su portafolio desarrollando versiones sin azúcar de sus productos, como por ejemplo Pepsi y Coca-Cola.

Actualmente en el mercado de Guatemala únicamente hay dos chocolates sin azúcar de venta en supermercados Paiz y Wal-Mart, y uno en farmacias Meykos como se observa en la Tabla 3. Los tres chocolates son importados, dos de Estados Unidos (Russell Stover y Hershey's) y uno de Bélgica (Belgian). Para el chocolate Russel Stover utilizan maltitol al 43.9% como agente de volumen, y sucralosa como edulcorante de alta intensidad. El chocolate Hershey's contiene maltitol en un 42.5-50% dependiendo el sabor del chocolate y Polidextrosa como agente de volumen. El chocolate Belgian está endulzado únicamente con maltitol al 43%.

De los chocolates de producción nacional únicamente la empresa Picsa produce un chocolate sin azúcar, sin embargo este lo venden a granel y no está disponible en supermercados, que es el lugar donde las personas más suelen comprar chocolates según la encuesta de mercado realizada (Gráfica 5).

Higueros (1996) desarrolló una tableta de chocolate de leche, con calorías y grasa reducidas, para ser consumida por personas diabéticas, utilizando los siguientes sustitutos del azúcar: polidextrosa y maltitol como agentes de volumen y masa, y aspartame y acesulfame K como edulcorantes de alta intensidad. Se concluyó que no existieron diferencias significativas en las características organolépticas entre la tableta desarrollada, una tableta de chocolate con leche regular y una tableta de chocolate con leche sin azúcar importada. También se concluyó, por medio de una evaluación sensorial, que la tableta desarrollada tuvo una gran aceptación del público consumidor para ser producida y distribuida en Guatemala.

En Europa hay más demanda y mercado para chocolates sin azúcar, por ejemplo la empresa española Torras (Chocolates Torras, 2016) fue la primera que desarrolló productos derivados del cacao sin azúcar en España, por medio de tecnología Belga. Tienen chocolate sin azúcar para cobertura, en fondue, para taza y en tableta. Se evaluó el contenido de dos chocolates en barra sin azúcar de esta marca; en uno utilizaron maltitol al 45% e inulina para una barra 52% cacao, en el otro utilizaron eritritol al 29.5%, glucósidos de esteviol al 0.027% e inulina al 10-18% para una barra 60% cacao.

### III. MARCO TEÓRICO

#### A. Chocolate

El origen del chocolate viene de una bebida amarga, de un alto valor energético y de un sabor fuerte, utilizado por los aztecas en 1400 A.C., por los Olmecas de 1500-400 A.C. y por los mayas en el año 600 A.C. Proviene de la palabra “xocolatl” de origen azteca, y significa “agua espumosa”. (Valenzuela B., 2007)

El chocolate es un alimento, derivado de las semillas del cacao, que se elabora por medio de la mezcla de la pasta de cacao, que es sólida, manteca de cacao, que es la grasa, y azúcar. Es bastante completo nutricionalmente, ya que contiene aproximadamente 61% de carbohidratos, 30% de materia grasa, 6% de proteínas y 3% de minerales (fósforo, calcio, hierro) y humedad, además de esto aporta vitaminas A y vitaminas del complejo B. La manteca de cacao que contiene el chocolate, que es la materia grasa, está compuesta por 35% de ácido esteárico, 35% de ácido oleico, 25% de ácido palmítico y el otro 5% por distintos ácidos grasos de cadena corta, que son usuales en las almendras de cacao.

Una de las características organolépticas de los glicéridos, que forman la materia grasa del chocolate, es que tienen un punto de fusión entre 27°C y 32°C, lo cual le da la caracterización al chocolate de fundirse rápidamente en el paladar humano, formando una masa de textura cremosa y sin grumos. Existen “chocolates”, a los cuales para disminuir el costo, se les extrae la manteca de cacao y esta es sustituida por manteca industrial, o manteca sintética. La mayoría de estos no funden a la temperatura del paladar, por lo cual tienen una textura y sabor grasoso y desagradable al momento de consumirlos. (Valenzuela B., 2007)

1. **Proceso de producción del chocolate.** Para elaborar chocolate industrialmente se parte de los granos de cacao. Primero se cultiva y cosecha el cacao, el cual se desgrana al encontrarse en el punto de maduración adecuado, seleccionando las mejores semillas de cacao para obtener un chocolate de calidad. Las semillas se colocan en cajas de madera para su fermentación, la cual dura aproximadamente 6 días; luego se secan, por aproximadamente 5 días para disminuir la humedad de un 60%, a menos del 8%. Luego el grano se tuesta (torrefacción), para bajar más la humedad y facilitar el pelado, además de desarrollar los precursores del aroma característico del chocolate. Estos granos luego son pelados, por medio de la trituration de estos, en donde se separa la cáscara que es más liviana, de los pequeños trocitos de la semilla, llamados nibs. Los nibs se pasan a través de un molino, el cual los transforma en una pasta semi-líquida, llamada licor de cacao. El licor o masa de cacao suele estar compuesta aproximadamente por un 53% de cacao en polvo, y un 17% de manteca de cacao, además de otros compuestos como taninos y tiene un tamaño de partícula de 50-100 micras. El licor de cacao puede pasar a otra etapa, de prensado, en la cual por medio de una prensa hidráulica se separa la manteca del cacao y la cocoa en polvo. Es por medio de esta etapa donde se puede reemplazar la manteca de cacao por manteca vegetal para elaborar sucedáneos. (Nestlé España, 2016)

Para la elaboración de chocolates finos se utiliza el licor de cacao el cual se va a mezclar con los demás ingredientes, tales como azúcar, manteca de cacao y derivados lácteos en el caso de chocolates con leche. Se agregan también otros ingredientes específicos si se desea, como vainilla, emulgentes como lecitina de soya, especias, etc. Esta mezcla se somete a un proceso de refinado. En las grandes industrias este proceso se hace generalmente por medio de un molino de cinco rodillos refinadores, sin embargo para procesos a una escala más pequeña se suelen utilizar molinos de bolas de baja velocidad, con los cuales la cantidad de grasa a utilizar debe ser un poco mayor, para obtener cierta viscosidad y rendimiento. En esta etapa se disminuye el tamaño de la partícula a menos de 20 micras, a aproximadamente 17 micras. (Procesamiento Real De Chocolate, 2012)

Cuando el producto ya está refinado debe pasar a un proceso de conchado, el cual consiste en el amasado o suavizado a una temperatura entre 60 y 75 °C en donde se mezcla el producto, desde 8 horas hasta incluso tres días dependiendo del tipo de concha. En este proceso la manteca de cacao cubre las partículas no grasas, reduciendo la humedad y la acidez, y desarrollando la textura y el sabor. Además se eliminan ácidos menos volátiles del cacao, tales como el láctico y el oxálico, para mejorar el sabor. En vez del conchado para reducir costos se puede colocar el producto en una máquina batidora que lo emulsiona, pero que no mejora la calidad de este, por lo que no es usado para los chocolates finos. (Procesamiento Real De Chocolate, 2012)

Luego del conchado se debe someter el producto a un proceso de templado, o temperado, en el cual se debe enfriar bajando la temperatura a 40°C, esto para lograr que la cristalización de la manteca de cacao sea de forma estable. Se hace pasar a través de un sistema de calefacción, de enfriamiento y

recalentamiento, para así evitar la floración y la decoloración de la grasa del chocolate, previniendo en la manteca de cacao la formación de ciertas formas cristalinas. Por medio de este proceso se logra una textura homogénea en el chocolate, ya que se forma una red estable de la grasa, lo cual aporta brillo y suavidad al chocolate.

Si en el proceso se parte del producto sólido, primero se debe calentar el chocolate hasta fundirlo, alcanzando los 45-50°C, esto deshace los cristales de grasa del chocolate. A pequeña escala esto se debe hacer en baño de María, ya que si se expone el chocolate a fuego directo este se quema. Luego se debe enfriar a 27°C para que se formen nuevas redes cristalinas de grasa, y finalmente se vuelve a calentar levemente el chocolate, hasta 32°C, lo cual funde los cristales de las nuevas redes que son inestables, con lo cual ya se puede moldear el chocolate y dejar que cristalice completamente, logrando un chocolate con propiedades deseables de brillo y suavidad. Una vez que el chocolate está sólido este ya puede ser desmoldado, empaquetado y distribuido para su consumo. (Procesamiento Real De Chocolate, 2012)

2. Mercado del cacao y del chocolate en Guatemala. Guatemala, al igual que los demás países de Centroamérica, poseen las condiciones climáticas adecuadas para la producción de cacao de alta calidad, es por estos países son productores de diferentes tipos de cacao, e incluso compiten en el mismo mercado internacional. Sin embargo en Guatemala la industria chocolatera ha crecido, y no existe oferta suficiente en el mercado local para cubrir esta demanda, por lo cual en los últimos años Guatemala se ha convertido también en importador de cacao. Viendo este mercado, el Comité de Cacao y Chocolate Diferenciado de AGEXPORT ha establecido como objetivo el impulsar y promover la producción local de cacao fino. (MAGA, 2014)

El 85% del cacao en grano que se produce en Guatemala lo consume la industria chocolatera de la ciudad de Guatemala, la cual lo utiliza ya sea para procesar los granos de cacao y manufacturar chocolate para el mercado nacional e internacional, o bien para producir otros productos derivados tales como: Cacao en polvo, manteca de cacao y licor de cacao. (Bay Real, 2011)

En Guatemala puede producirse cacao fino de aroma, el cual tiene una alta demanda no solo en la chocolatería gourmet, sino también para mezclarlo con el cacao africano, líder a nivel mundial, que es amargo y fuerte y así mejorar el producto final. (MAGA, 2014)

Figura 1: Cacao en árbol



Figura 2: Fruto de cacao



Figura 3: Semillas de cacao



Fuente Figuras 1 y 2: <http://es.freeimages.com/premium/cocoa-1702525>

Fuente Figura 3: <http://antiguadailyphoto.com/2014/08/14/cacao-pods-from-guatemala/#.WCkkwdThAsY>

### 3. Beneficios del chocolate.

a. Efectos antioxidantes. Muchos alimentos de origen vegetal, tanto procesados como no procesados, tienen una cantidad importante de antioxidantes naturales, que varían dependiendo del alimento. En nuestra alimentación la principal fuente de antioxidantes son las verduras y las frutas. (Valenzuela B., 2007)

El té y el vino, al igual que las frutas y verduras, son fuentes de antioxidantes, y estos ayudan a prevenir el envejecimiento, además de enfermedades como cáncer, problemas cardiovasculares y cataratas. Antioxidantes tales como carotenoides, tocotrienoles, tocoferoles, vitaminas E, C y beta caroteno tienen la capacidad de absorber radicales libres. (Hernández, 2004)

En nuestra dieta diaria los flavonoides son de los principales antioxidantes naturales que consumimos. Estos son polifenoles que están ampliamente distribuidos en el reino vegetal, aunque en la mayoría de alimentos solo en pequeñas cantidades. Los flavonoides se refieren a una amplia cantidad de compuestos que tienen una estructura similar. (Valenzuela B., 2007)

El cacao es uno de los alimentos que contiene flavonoides en una alta concentración, estos flavonoides son llamados flavanoles y al encontrarse en el cacao se encuentran, por lo tanto, en el chocolate. Los flavanoles pueden estar presentes en el cacao ya sea como monómeros, que son estructuras únicas, o como polímeros, que son estructuras oligoméricas. (Valenzuela B., 2007)

En la Figura 4 se muestra los alimentos que tienen el mayor poder antioxidante, en unidades CARO (Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno) por cada 100 gramos. Se puede observar que el chocolate, principalmente el oscuro, es el de mayor poder antioxidante.

Figura 4: Antioxidantes naturales

Cuadro 1. Antioxidantes naturales	
Alimentos con mayor poder antioxidante	
Unidades CARO* por 100 gramos	
<i>Chocolate oscuro</i>	13,120
<i>Chocolate de leche</i>	6,740
Ciruela pasa	5,770
Pasitas	2,830
Arándanos	2,400
Fresas	1,540
Espinacas	1,260
Naranjas	750
Uvas rojas	739
Cebollas	450
*CARO - Capacidad de Absorción de Radicales de Oxígeno	

Fuente: High-ORAC Foods US Department of Agriculture, 1999

(Hernández, 2004)

En el método DPPH la concentración efectiva media ( $EC_{50}$ ) es la cantidad total de antioxidante necesaria para disminuir la concentración inicial del radical DPPH en un 50%. Según Perea-Villamil (2009) el chocolate amargo, en comparación del chocolate en las demás etapas de producción, es en el cual se necesita una menor concentración de extracto para inhibir en un 50 % la actividad del radical DPPH, lo cual se traduce en una mayor actividad antioxidante.

En la Figura 5 se muestran los valores de  $EC_{50}$  para muestras en distintas etapas de producción del chocolate, en donde: MP= entrada de la materia prima consistente en semillas de cacao secas y fermentadas, ChA= chocolate amargo, Ch= chocolate con azúcar, C= chocolate con clavo y canela y P= chocolate elaborado a partir de polvo de cacao y grasa vegetal. En esta se puede observar que el chocolate amargo es el que tiene mayor actividad antioxidante. (Perea-Villamil, 2009)

Figura 5: Concentración efectiva media para las semillas de cacao y los diferentes chocolates de mesa

**Tabla 2.** Concentración Efectiva media para las semillas de cacao y los diferentes chocolates de mesa.

Muestra	EC <sub>50</sub> mg/ml
MP	0,38 ± 0,04
ChA	0,40 ± 0,06
Ch	1,20 ± 0,17
C	1,27 ± 0,20
P	1,85 ± 0,19
A.Gálico	0,027± 0,00
A. Ascórbico	0,07± 0,02

Los resultados se expresan como la media ± desviación estándar para n = 6.

(Perea-Villamil, 2009)

Además del beneficio de los polifenoles del cacao a la salud, estos son conservantes naturales del chocolate, ya que ayudan a protegerlo contra la oxidación durante bastante tiempo.

Möller (2007) publicó que, según un estudio, un grupo de voluntarios consumió chocolate blanco por 12 semanas, mientras que otro grupo consumió chocolate oscuro. En el segundo grupo su presión arterial disminuyó, 2 puntos la diastólica y 5 puntos la sistólica, mientras que en el otro grupo no hubo un cambio significativo. Esto aumenta la evidencia de que el consumo continuo de chocolate, con un alto porcentaje de cacao, puede disminuir el riesgo de sufrir de infartos, hipertensión y embolias. Estos beneficios se deben a los polifenoles, antioxidantes que se encuentran en gran cantidad en el chocolate oscuro. La variedad más recomendable es la que no contiene azúcar ni grasas trans (aceites hidrogenados).

Además del beneficio antioxidante del chocolate este tiene efectos antidepresivos naturales, ya que contiene triptófano, el cual aumenta la producción de serotonina, un neurotransmisor que disminuye la depresión. También tiene feniletilamina, la cual regula el estado de ánimo.

b. **Empaque.** El papel aluminio es uno de los materiales más empleados para el empaque del chocolate, o bien se usan combinaciones de láminas de papel aluminio y cartón, aunque en ciertos casos se usan láminas de plástico, pero es menos común. Hay algunos casos en que se usan biopolímeros, los cuales permiten gestionar los residuos por medio del uso de materiales biodegradables. (Swiss Pac Ecuador, 2016)

En el empaque de chocolates se busca que tenga una barrera altamente protectora al oxígeno, a la luz y a la humedad, por lo cual el uso de láminas de aluminio o bolsas que estén metalizadas es indispensable. Si el chocolate es expuesto a la luz y la humedad la superficie de este pierde brillo y se deteriora, por lo que debe tener un empaque adecuado, especialmente si va a ser almacenado por periodos largos de tiempo. El papel aluminio además de brindar una barrera completa a la luz y la humedad, protege de la penetración de otros aromas o sabores que puedan afectar el chocolate. (Swiss Pac Ecuador, 2016)

Además de proteger del medio ambiente al chocolate y conservar las características químicas y físicas de este, la lámina brillante del empaque de aluminio aporta decoración, color e impacto al producto, además tiene la ventaja de que se puede doblar y adaptar fácilmente a la forma del chocolate. El empaque también debe ser adecuado para proteger al producto de las condiciones de manejo, transporte y almacenamiento, además de contar con un diseño atractivo para el consumidor.

El aspecto del empaque es un elemento de promoción del producto, además puede influir en la decisión definitiva del consumidor entre un producto u otro, quien puede escoger el chocolate con el empaque que le atraiga más. Por lo tanto, es importante que el empaque además de proteger al producto sea llamativo, que se diferencie de los demás productos existentes, que tenga una forma de diseño adecuada para ser colocado fácilmente en el anaquel, ya que la mayor parte de compras de chocolate se dan en supermercados, y que la imagen transmita lo que queremos al consumidor. (Mercado H., 2000)

A continuación se muestra un ejemplo de empaque metalizado para chocolate:

Figura 6: Empaque de chocolate



Figura 7: Chocolate empacado



Fuente: <https://www.amazon.com/Foil-Wrapper-Silver-Wrappers-Chocolate/dp/B00CODZ64G>

c. **Almacenamiento.** Para garantizar que el chocolate conserve sus propiedades y tenga la mayor calidad debe almacenarse en un lugar oscuro, seco, y a una temperatura constante entre 10 y 20°C, para evitar problemas como que se deforme por fusión, que se condense la humedad, que la manteca migre a la superficie del chocolate (fat Bloom) al aumentar mucho la temperatura, entre otros. Nunca debe almacenarse un chocolate en el refrigerador y deben evitarse los choques térmicos mayores a 10°C, ya que esto puede provocar que se desarrolle un brillo blanco en la superficie del chocolate, lo cual no altera el sabor pero si la imagen de este. (Agell, 2000)

El chocolate absorbe fácilmente los olores, lo cual puede afectar su sabor, por lo tanto es importante almacenarlo alejado de alimentos de olor fuerte o de productos como detergentes y jabones perfumados que puedan afectar la percepción organoléptica del chocolate. (Agell, 2000)

La temperatura ideal para consumir el chocolate es entre 18°C y 21°C, ya que a esta temperatura este está crujiente y libera todos sus sabores y aromas al ser consumido.

El chocolate se debe almacenar en áreas bien ventiladas, con una humedad relativa menor al 50%, libre de olores, alejado de la luz solar y de los pisos y paredes, y a una temperatura entre 10-20°C. Los polifenoles que contiene el cacao naturalmente ayudan a proteger al chocolate, tanto negro como con leche, de la oxidación siendo conservantes naturales, lo cual le otorga una larga vida en el almacén. Almacenado en condiciones adecuadas el chocolate oscuro tienen un tiempo de vida de hasta un año, el del chocolate blanco y el chocolate con leche es menor. Si el chocolate lleva otros ingredientes como frutos secos tiene una duración menor. (Agell, 2000)

Si el chocolate no se almacena adecuadamente pueden ocasionarse problemas como la migración del azúcar o de las grasas a la superficie de este. La migración del azúcar provoca que la superficie del chocolate se ponga de color gris, con cristales de azúcar o con una capa de almíbar pegajoso. Este problema ocurre por cambios de temperatura y cambios de humedad que provocan la disolución del azúcar en una concentración muy pequeña de agua que se deposita en la superficie del chocolate, la cual al evaporarse forma cristales de azúcar dándole una textura granulosa desagradable al chocolate. Este problema suele ocurrir al almacenar el chocolate negro a una humedad relativa mayor a 82% y el chocolate con leche a una humedad mayor al 78%, absorbiendo humedad en su superficie. También puede ocurrir si se da un choque térmico, que el chocolate se haya almacenado a una temperatura menor a 10°C y luego sea llevado a temperatura ambiente, depositándose humedad en la superficie. (Minifie, 1999)

La migración de grasas también provoca que la superficie del chocolate se ponga de color gris, debido a la formación de pequeños cristales de grasa. Esto puede ocurrir debido a que el chocolate se almacene a temperaturas muy altas, ya que se relaciona con un cambio en la estructura de la manteca de cacao al aumentar y disminuir la temperatura. (Minifie, 1999)

d. **Ingredientes adicionales.** Adicionalmente a los ingredientes básicos del chocolate se han desarrollado variantes de sabores e ingredientes, gracias a la popularidad de este y de la disponibilidad económica y demanda de los consumidores. Algunos de los ingredientes que se le puede agregar son: Licores, frutos secos, que pueden ser enteros como avellanas o almendras, en pasta (prálines) o desecados como las pasas; cereales como arroz, maíz o trigo que pueden ser en flecos o inflados; café, con edulcorantes distintos al azúcar como fructosa, miel o edulcorantes artificiales bajos en calorías; y también rellenos semi-elaborados como fresa o menta. (Agell, 2000)

1) **Frutos secos.** Los frutos secos son de gran importancia para la dieta del ser humano, por su textura, su sabor y en especial sus características nutricionales que son beneficiosas para la salud. Estos son ricos en vitaminas, como las vitaminas E y C que son antioxidantes y combaten los radicales libres, también contienen vitaminas del complejo B. Además tienen calcio, que en algunos casos pueden sustituir a la leche como las almendras, y prevenir la osteoporosis; y aportan otros minerales como hierro, potasio, fósforo, zinc y otros. Los frutos secos además tienen un alto contenido en fibra, lo cual mejora el tránsito en el tracto intestinal y previene el estreñimiento. La mayoría de frutos secos tienen una alta cantidad de carbohidratos y calorías, siendo beneficiosa para atletas, pero debido a esto no se deben consumir en exceso ya que pueden contribuir al aumento de peso. Se recomienda un consumo aproximado de 30 g al día. (Rangel, 2013)

En un estudio de la Universidad Louisiana State University que fue publicado por el American College of Nutrition, se encontró que las personas que consumen frutos secos como almendras y otras nueces, tienen un menor índice de masa corporal (IMC) y menor peso en comparación con quienes no los consumen. Quienes consumían frutos secos además tenían un menor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, enfermedades del corazón, síndrome metabólico, y menor colesterol por el omega 3 presente en estos alimentos. (Las Almendras Brillan con Luz Propia, 2012)

En la Figura 8 se muestran algunas de las propiedades nutricionales de ciertos frutos secos, aminoácidos, capacidad de absorción de radicales libres de oxígeno (ORAC) y antioxidantes como fenoles y flavonoides. La nuez pecanera es la que tiene mayor cantidad de lípidos, como triglicéridos que son en su mayoría poliinsaturados, más ORAC y más antioxidantes. Por otro lado las almendras son las que tienen mayor cantidad de fibra, proteínas y azúcar, y por su lado los pistachos son los que tienen más cantidad de aminoácidos. (Rangel, 2013)

Figura 8: Propiedades de frutos secos

Propiedades	Nuez pecanera	Almendras	Avellanas	Pistachos
Proteínas (g/100g)	8.3	<b>21.4</b>	17.3	20.2
Lípidos (g/100g)	<b>69.1</b>	47.0	60.6	44.8
Azúcar (g/100g)	2.8	<b>4.8</b>	2.9	4.6
Fibra dietética (g/100g)	9.6	<b>12.4</b>	6.5	10.3
Aminoácidos totales %	33.3	31.2	33.5	39.1
ORAC (μmol)*	<b>179.40</b>	44.54	96.45	79.83
Fenoles(mg de GAE/g)*	<b>20.16</b>	4.18	8.35	16.57
Flavonoides (mg)	<b>34.01</b>	15.24	11.96	14.37

\*Capacidad de absorción de radicales libres de oxígeno (ORAC).  
\*Equivalente de ácido gálico por gramo (GAE).

(Rangel, 2013)

Además de los beneficios de los frutos secos se debe tomar en cuenta que pueden generar reacciones alérgicas en algunas personas. En países occidentales aproximadamente un 2% de los adultos y un 8% de los niños tienen reacciones alérgicas con algún fruto seco. Es por esto que se suelen colocar advertencias si los alimentos pueden contener trazas de estos, especialmente las manías que son las que más reacciones alérgicas producen. (Rangel, 2013)

Los carbohidratos que contienen los frutos secos tienen un índice glicémico muy bajo, por lo que no afecta los niveles de glucosa en sangre. Por eso son aptos para que los consuman personas diabéticas, e incluso beneficiosos, y la cantidad diaria recomendada es la misma que para personas no diabéticas.

1) Almendras. Las nueces son los frutos secos más completos, ya que tienen ácidos grasos omega 3 que ayudan a disminuir los niveles de colesterol, son beneficiosos para el sistema cardiovascular y como indica la tabla los que tienen mayor cantidad de antioxidantes; sin embargo las almendras son los frutos secos más populares en la industria de alimentos, ya que son muy saludables, asequibles y versátiles. Entre los consumidores también es el fruto seco más popular, ya que se encuentra en distintas categorías como golosinas, cereales, snacks, chocolates y coberturas para carnes. (Las Almendras Brillan con Luz Propia, 2012)

El árbol de las almendras es el que tiene mayor concentración de nutrientes y vitaminas, por lo que esta tiene una gran cantidad de beneficios. Las almendras tienen vitaminas del complejo B, además un contenido alto de alfa-tocoferol vitamina E, que es un tipo de vitamina que el cuerpo absorbe de mejor manera. La vitamina E es un antioxidante que puede ayudar a eliminar los radicales libres; una onza de almendras (28.35 g) tiene aproximadamente un 35% de la vitamina E que se recomienda diariamente en la dieta. Una porción de almendras de solo 8 gramos tiene mayor cantidad de proteínas que los huevos y más

calcio que la leche. Además del calcio contienen otros minerales como hierro, potasio, zinc, selenio y manganeso. Son una fuente alta de fibra, la cual representa un 12% de su peso, y el 90% de su grasa es insaturada y un 70% monoinsaturada, la cual es beneficiosa para la salud cardiovascular ya que aumentan el colesterol “bueno” en el cuerpo. Además las almendras no contienen gluten por lo que son aptas para celíacos. (Las Almendras Brillan con Luz Propia, 2012)

Las almendras son las más utilizadas para casi cualquier alimento que lleve frutos secos como ingrediente debido a su gran versatilidad, ya que puede utilizarse de muchas formas como rodajas, enteras, astillas, en cubos, etc. lo que las hace muy utilizadas por los desarrolladores de alimentos. . (Las Almendras Brillan con Luz Propia, 2012)

## B. Diabetes Mellitus

La diabetes Mellitus (DM) es una enfermedad crónica metabólica, en la cual se presentan altas concentraciones de glucosa en la sangre de forma persistente, esto debido a que la producción de insulina en el cuerpo es muy poca, o incluso es ausente si el páncreas no la segrega. Puede ocurrir también por un aumento en la producción de la glucosa o por que la insulina no utiliza la glucosa de manera adecuada.

Esta enfermedad aumenta el riesgo de enfermedades cardiovasculares, aumentando también el riesgo de muerte prematura, es por esto que quienes la padecen deben mantener un nivel de azúcar adecuado y seguir una dieta, para así controlar la enfermedad. A nivel mundial la obesidad se relaciona como el factor primordial en el aumento de la prevalencia a de diabetes Mellitus. (Moreira, 2014)

Hay tres tipos de diabetes Mellitus:

Tipo 1: Esta es dependiente de la insulina. Es conocida como diabetes de inicio juvenil ya que, por lo general, se detecta en la infancia y suele presentar una deficiencia total o casi total de la insulina, por lo que es necesaria una dosis de insulina que controle los niveles de azúcar. Esta representa un 15-20% del total de casos de diabetes.

Tipo 2: Esta no suele depender de la insulina. Es conocida como diabetes de inicio adulto, ya que afecta principalmente a los adultos, con una producción menor de insulina en el cuerpo o bien a una baja respuesta a esta. Por lo general, este tipo de diabetes puede controlarse por medio de una adecuada dieta y ejercicio, y algunos medicamentos. Esta representa un 80-85% del total de casos de diabetes, y está asociada en un 66% a la obesidad, principalmente abdominal. Además su desarrollo se relaciona con el sedentarismo, antecedentes familiares de la enfermedad y la edad avanzada. (Berganza, 2012)

Tipo 3: Llamada diabetes gestacional, debido a que se da principalmente en mujeres embarazadas. Se da cuando los niveles de glucosa son mayores a los normales, provocando un riesgo a que las mujeres desarrollen en el futuro diabetes del tipo 2. (Berganza, 2012)

1. **Índice Glucémico.** El índice glucémico (GI) es una medida de la rapidez en que una determinada cantidad de alimentos, que tienen carbohidratos, aumentan el nivel de glucosa en la sangre. Para medir el índice glicémico se parte de 50 gramos de carbohidratos (200 calorías de carbohidratos), por lo tanto no compara la misma cantidad de dos alimentos distintos, sino compara un carbohidrato de otro.

Únicamente los alimentos que tienen carbohidratos provocan un aumento en el índice glucémico, mientras que las grasas y proteínas no. Estas suministran calorías, pero no dan un aumento inmediato de los niveles de glucosa en la sangre. Hay alimentos que provocan un incremento rápido en el nivel de glucosa en la sangre, este pico ocasiona una respuesta en la producción de insulina, lo cual con el tiempo puede ocasionar problemas de salud como síndrome metabólico, resistencia a la insulina e incrementar el riesgo de diabetes, entre otros. Es por eso que es de suma importancia mantener un nivel uniforme de glucosa en sangre. (American Diabetes Association, 2016)

El índice glucémico es muy utilizado para comparar equitativamente los edulcorantes, ya que estos suelen ser en su mayoría carbohidratos. En los edulcorantes el índice glucémico va a depender de la cantidad de carbohidratos que contenga, del tipo de estos, y de la presencia de otras sustancias como la fibra soluble. Los edulcorantes naturales pueden tener fibra soluble la cual pone más lento el metabolismo, reduciendo el efecto de la glucosa en la sangre. (American Diabetes Association, 2016)

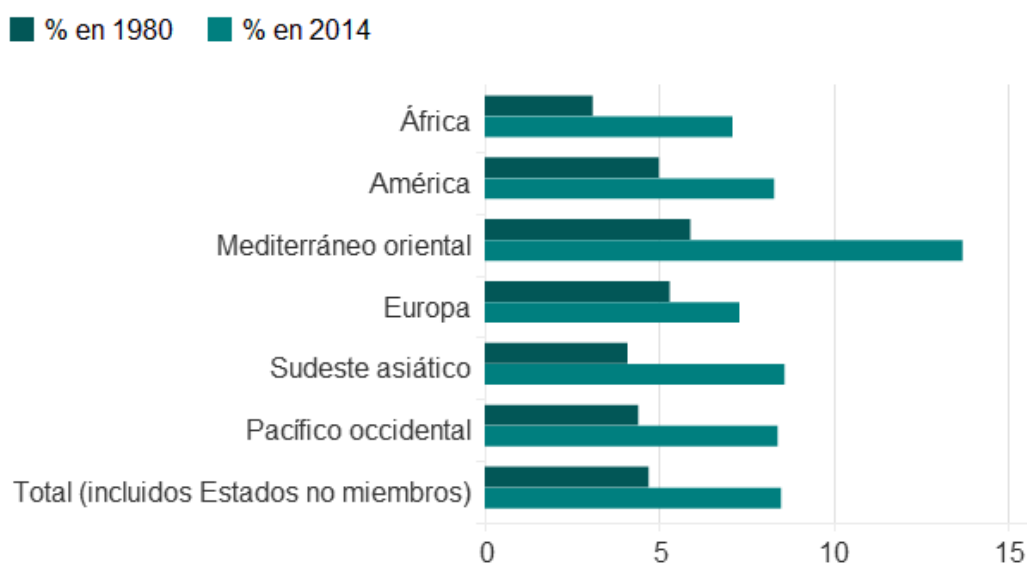
A la glucosa, que es como se encuentra el azúcar en la sangre, tiene un índice glucémico de 100, mientras que el de la fructosa es de 25. El azúcar común, sacarosa, está formada por una molécula de glucosa y una de fructosa y su índice glucémico es de 65. (American Diabetes Association, 2016)

La importancia de los alimentos con bajo índice glucémico están ganando cada vez más atención debido a sus beneficios potenciales para la salud. Estos incluyen un menor riesgo de desarrollar diabetes tipo 2, un menor riesgo probable de un episodio hipoglucémico, complicaciones de la diabetes a largo plazo y la enfermedad cardíaca coronaria, y ayudar a controlar la obesidad. (Mitchell, 2006)

2. **Prevalencia de la diabetes.** De acuerdo al Informe mundial sobre la diabetes de la OMS (2016) alrededor de 422 millones de adultos tenían diabetes a nivel mundial en el 2014, mostrando un alto crecimiento de la prevalencia de diabetes a comparación del año 1980 en que los afectados eran 108 millones. La prevalencia en la población adulta casi se duplicó, pasando de un 4.7% en 1980 a un 8.5% en el 2014

En la Figura 9 se muestra una gráfica de la prevalencia estimada de adultos con diabetes en las regiones de la OMS:

Figura 9: Prevalencia estimada de adultos con diabetes en las regiones de la OMS



(OMS, 2014)

Según Berganza (2012) en el año 2012 solo en Latinoamérica había aproximadamente 15 millones de personas con diabetes mellitus (DM) y se estima que la cantidad va a aumentar en 10 años a 20 millones. A nivel global se estima que la incidencia será para el año 2030 de 366 millones de personas. Algunos de los factores que provocan este crecimiento epidemiológico son los hábitos de vida, el envejecimiento de la población y la raza.

Por otro lado Moreira (2014) estimó aproximadamente 18 millones de afectados por DM en el año 2010, únicamente en Centroamérica y Suramérica, aumentando la cantidad de personas afectadas de una forma exponencial. Se estimó que un 52% de las personas afectadas por la enfermedad pertenecen a América Latina.

En menores de 30 años la prevalencia de la diabetes tipo 2 es menor al 5%, mientras que en los mayores de 60 años es del 20%. En la República de Guatemala se reportaron 59,915 casos nuevos de diabetes tipo 2 en el año 2010. (Berganza, 2012)

El especialista en diabetes, Randy Bowen, estimó que en el 2014 había más de 1, 300,000 personas con diabetes en Guatemala. Dijo que ese año hubo un registro de 680,000 casos nuevos, y 8,000 muertes a causa de esta enfermedad. Indicó que aproximadamente solo un 54% de los pacientes que la padecen son diagnosticados. Indicó que las personas que no tienen una dieta adecuada, que no hacen ejercicio, con sobre peso y mayores a 40 años son las que tienen mayor propensión a desarrollar diabetes tipo 2, ya que estos malos hábitos generan alteraciones en los niveles de glucosa en sangre.

En el 2009 se realizó una encuesta en la Ciudad de Guatemala, Belice, San Salvador, Tegucigalpa Managua y San José Costa Rica sobre diabetes, hipertensión arterial y factores de riesgo de enfermedades

crónicas, en la cual se encontró una prevalencia de diabetes tipo 2 de un 8.5% en promedio de todas las ciudades. La mayor prevalencia fue encontrada en Belice, con un 10.9%, mientras que la menor fue en Tegucigalpa con un 5.4%. En Guatemala se encontró una prevalencia de 7.2%, similar a la que reportó Estados Unidos que era de 8.1%. En otra encuesta realizada en el 2006 a personas mayores de 20 años por el Central América Diabetes Initiative (CAMDI) en el municipio de Villa Nueva de la Ciudad de Guatemala se encontró una prevalencia de diabetes de un 8.4%. (Berganza, 2012)

3. El chocolate y la diabetes. Los alimentos sin azúcar son recomendados en personas con sobrepeso para disminuir su consumo de calorías, en los niños para disminuir la aparición de caries y en las personas diabéticas para evitar alzas en los niveles de glucosa en sangre.

La diabetes mellitus tipo 2 se debe principalmente al fallo de la célula beta pancreática en producir insulina, o bien a la resistencia de la acción de esta hormona. La enfermedad ocurre tanto en humanos como en animales ocurriendo deficiencia en el sistema antioxidante celular de defensa, lo cual indica que podría haber relación en la génesis de esta enfermedad con el estrés oxidativo. Tomando en cuenta esto una dieta alta en antioxidantes podría ser beneficiosa para prevenir el desarrollo de la diabetes tipo 2, tal como lo demostraron expertos del Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición (ICTAN), que pertenecen al Consejo Superior de Investigaciones Científicas- CSIC. En esta investigación el Departamento de Metabolismo y Nutrición, por medio del grupo de Metabolismo y Bioactividad de Fitoquímicos demostraron que los polifenoles del cacao pueden contribuir a la prevención de la diabetes tipo 2, y describió cómo funcionan los mecanismos moleculares que otorgan esta protección. Los flavonoides presentes en el cacao mejoran el estado redox de las células pancreáticas, otorgando protección al daño oxidativo que ocurre en las células, además las preservan para secretar insulina. Además se demostró que los flavonoides del cacao, en las células hepáticas, por medio de la modulación de proteínas clave de la ruta de señalización de la insulina mejoran la sensibilidad a esta hormona y regulan la cantidad de glucosa producida. (Martín, M.A, 2014)

Sin embargo la Diabetes UK indica que a pesar de los beneficios antioxidantes del chocolate, se debe tomar en cuenta los riesgos de su consumo, especialmente en personas diabéticas, ya que un chocolate común tiene una gran cantidad de azúcar, de calorías y de grasa que en parte es saturada. Es por esto que para poder aprovechar los beneficios del consumo del chocolate en una persona con diabetes esta debe consumir un chocolate sin azúcar para que no aumente el nivel de glucosa en sangre, y de preferencia el chocolate debe contener fibra dietética para beneficiar su metabolismo.

## C. Edulcorantes

Los edulcorantes son aditivos alimentarios que le otorgan un sabor dulce a los alimentos, aportando menor energía que el azúcar, es decir que por lo general tienen menor cantidad de calorías que esta. El mayor crecimiento de los edulcorantes acalóricos se ha dado en los últimos 35 años. El azúcar común, la

miel, la glucosa, fructosa, etc. además de aportar sabor dulce a los alimentos le dan otras propiedades como brindar volumen, masa, textura, promover Maillard, etc. (García-Almeida, 2013)

La clasificación general de los edulcorantes se hace según su contenido calórico, en la cual se dividen en calóricos o nutritivos, y en acalóricos o no nutritivos. A su vez tanto los calóricos como los acalóricos pueden dividirse según su origen: pueden ser extractos naturales, o pueden ser artificiales o sintéticos, los cuales son fabricados en laboratorio.

El uso de edulcorantes distintos al azúcar tiene varios objetivos: Disminuir la respuesta glicémica, cuidar la salud bucal y reducir el consumo de calorías controlando el peso y la saciedad.

En la Figura 10 hay algunos ejemplos de edulcorantes y su clasificación:

Figura 10: Clasificación de edulcorantes

Calóricos	Naturales	Azúcares	Sacarosa, glucosa, dextrosa, fructosa, lactosa, maltosa, galactosa y trehalosa, tagatosa, Sucromalat*
		Edulcorantes naturales calóricos	Miel, jarabe de arce, azúcar de palma o de coco y jarabe de sorgo
	Artificiales	Azúcares modificados	Jarabe de maíz de alto fructosa, caramelo, azúcar invertido
		Alcoholes del azúcar	Sorbitol, xilitol, manitol, eritritol, maltitol, isomaltulosa, lactitol, glicerol
Acalóricos	Naturales	Edulcorantes naturales sin calorías	Luo Han Guo, stevia, taumatina, pentadina, monelina, brazzeína
	Artificiales	Edulcorantes artificiales	Aspartamo, sucralosa, sacarina, neotamo, acesulfame K, ciclamato, neohesperidina DC, alitamo, advantamo

\*Valor calórico similar a la fructosa, si bien realmente se trata de un oligosacárido artificial.

(García-Almeida, 2013)

1. **Edulcorantes de alta intensidad.** Los edulcorantes de alta intensidad aportan un poder edulcorante mucho mayor a la sacarosa (azúcar de mesa), ya que su dulzura es mucho mayor por lo que la cantidad necesaria para igualar el dulzor de la sacarosa es muy baja teniendo un aporte calórico a menudo insignificante. Sin embargo, ya que estos edulcorantes proporcionan un sabor dulce con poco volumen, se combinan a menudo con un agente de carga, tal como povidona, maltodextrina, maltodextrina resistente u otros polisacáridos de aumento de volumen, para mejorar sus propiedades funcionales. Además el dulzor de los edulcorantes de alta intensidad a veces es notablemente diferente al dulzor del azúcar, por lo que con frecuencia se usan en mezclas para lograr un sabor más natural. (Mitchell, 2006)

Los edulcorantes artificiales de alta intensidad son acalóricos y no suelen tener ningún efecto glucémico. Estos son los de mayor investigación, con el fin de obtener datos reales sobre los efectos en pacientes con diabetes o con otros problemas de salud, y de demostrar la seguridad de su consumo. El consumidor también suele buscar este tipo de productos en dietas bajas en calorías. (García-Almeida, 2013)

Debido a que existe una gran cantidad de opciones las características que se suelen tomar en cuenta para elegir entre un edulcorante de alta intensidad y otro son: calidad de sabor, costo, percepción del consumidor (en cuanto inocuidad), estabilidad en el alimento a formular, perfil del sabor dulce y aprobación en los países a comercializar el producto. (Mitchell, 2006)

Los edulcorantes artificiales de alta intensidad más conocidos son: Aspartame, Sacarina, Sucralosa y Acesulfame K., siendo la sacarina, el aspartamo y la sucralosa los más utilizados en Estados Unidos. Por otro lado algunos de los edulcorantes naturales son: stevia, Luo Han Guo, Taumatina y Brazzeína; de los cuales el que ha despertado más interés en los últimos años es la stevia, que tiene la desventaja de tener un sabor amargo a altas concentraciones. (García-Almeida, 2013)

En la Figura 11 se indican algunas características de varios edulcorantes de alta intensidad:

Figura 11: Características de los edulcorantes de alta intensidad

Edulcorante	Nomenclatura	Valor nutritivo (kcal/g)	Poder edulcorante, relativo a la sacarosa	ADI* (mg/kg peso/día)		Cantidad máxima del edulcorante (mg/día) en sujeto de 70 kg	N.º de bebidas /sobre = ADI para un sujeto de 70 kg***
				U. E	FDA		
- Acesulfamo-k	E-950	0	200	0.9	15	630	16/13
- Aspartamo	E-951	4	160-220	0,40	50	2.800	15/70
- Ciclamato: ácido ciclamico y sales de sodio y calcio	E-952	0	30	0.7	No permitido	490	-
- Lu Han Guo o extractos concentrados de frutas (mogroside)	Edulcorante natural	0	150-250	No permitido	No determinada. Incluido en la categoría GRAS	-	-
- Neohesperidina DC	E-959	0	1.500	0.5	-	350	-
- Neotame	E-961	0	8.000	0.2	18	140	Ausencia de bebidas carbonatadas y no consumido en productos
- Sacarina y sus sales de sodio, potasio y calcio	E-954	0	300	0.5	No determinado	350	44/9
- Stevia (glucósido de steviol)	E-960	0	300	0.4	4	280	16,5/31
- Sucralosa (splenda)****	E-955	0	600	0.15	5	1.050	15/95,5
- Taumatina	E-957	aprox. 0	2.000-3.000	No especificado o por JECFA	No determinada. Incluido en la categoría GRAS	-	-

(García-Almeida, 2013)

a. Sucralosa. La sucralosa es uno de los edulcorantes intensos más recientes de la industria alimentaria. Se sintetiza de forma única a partir de sacarosa por un proceso de modificación química que resulta en la mejora de la intensidad del dulzor, siendo 600 veces más dulce que el azúcar, y en la creación de una molécula muy estable y sin calorías. Su fórmula molecular es  $C_{12}H_{19}Cl_3O_8$ , es un polvo blanco intensamente dulce, prácticamente inodoro y soluble en agua. No es higroscópica a humedades por debajo 80% y no requiere condiciones especiales de almacenamiento. Tiene un buen sabor similar al azúcar, con poco “aftertaste”. (Mitchell, 2006)

Tiene cero calorías por gramo y el índice glucémico de cero. Esto la hace adecuada como parte de una dieta para diabéticos. Además no produce caries. Sin embargo se debe tener cuidado con que agentes de carga se combina, ya que algunos como la maltodextrina tienen un alto contenido de carbohidratos de la glucemia, lo cual lo hace inadecuado para diabéticos.

Está aprobada para su uso en productos alimenticios en la mayoría de países de todo el mundo y se está volviendo muy popular entre los consumidores y las empresas de alimentos y bebidas. Tiene una buena dulzura y una excelente estabilidad, lo que la hace un edulcorante extremadamente versátil, adecuado para uso en una amplia gama de aplicaciones de alimentos tales como: bebidas, productos lácteos, confitería, productos horneados, además es usada en productos farmacéuticos. Además de ser estable en un amplio rango de pH, la sucralosa puede soportar los procesos de fabricación de alimentos de alta temperatura. (Mitchell, 2006)

En confitería la sucralosa cumple la función de sustituir la dulzura del azúcar o de la glucosa, sin embargo por su alto nivel de dulzura la cantidad utilizada de sucralosa como sustituto del azúcar es muy baja, por lo que las características físicas de los edulcorantes nutritivos como el azúcar deben ser reemplazados por combinaciones con ingredientes como la povidona y los alcoholes de azúcar además de la sucralosa. (Mitchell, 2006)

2. Polioles y agentes de volumen. Cuando se va a sustituir el azúcar de un alimento por edulcorantes se debe tomar en cuenta la cantidad que contienen, ya que si el alimento tiene una cantidad muy elevada de azúcar, como en los chocolates que tienen aproximadamente un 50% de azúcar, además de un edulcorante de alta intensidad que aporte dulzor se debe buscar un edulcorante que de volumen y masa al producto (“Bulk”), el cual otorgue una textura como la que da el azúcar en el producto final, que no eleve el índice glicémico y que no sea muy dulce. Para esto se usan derivados de azúcares o almidones, por ejemplo povidona o polioles como el eritritol, maltitol o isomalt.

Los polioles son alcoholes derivados del azúcar, son azúcares hidrogenadas poco digestibles que no requieren insulina para metabolizarse, y por lo tanto son ampliamente utilizados en productos para diabéticos. Tienen una tasa de digestión y absorción más baja que resulta en bajos niveles de glucosa e insulina comparada con el azúcar. Por lo general, su cantidad de calorías es menor que en el azúcar, sin

embargo no son tan dulces como esta, por lo que se suelen combinar con edulcorantes de alta intensidad que también sean bajos en calorías, como sucralosa, aspartame, acesulfame-k, sacarina, Stevia, neotame o ciclamato. Son carbohidratos pero el organismo no puede metabolizarlos por completo, razón por la cual tienen menos de 4 calorías por gramo (calorías del azúcar) y un menor índice glucémico.

Algunas de las ventajas de los polioles es que no son cariogénicos, es decir que no producen caries por lo que ayudan a mantener una buena salud dental, además ayudan a controlar el peso al ser bajos en calorías, modifican la cristalización de los azúcares y reducen en la dieta la carga glucémica total. Los polioles son utilizados en alimentos como chicles, dulces duros o blandos, chocolates, helados, edulcorantes de mesa, horneados, glaseados, dulces de frutas, frutas enlatadas, etc. También se utilizan en productos de limpieza y farmacéuticos como jarabes para la tos, pastas de dientes, pastillas para la garganta, enjuagues bucales, entre otros. (García-Almeida, 2013)

Sin embargo se debe tener cuidado con la cantidad que se consume de alimentos con polioles, ya que su consumo excesivo puede generar efectos laxantes. Estos síntomas gastrointestinales van a depender de la sensibilidad del consumidor, y también de que otros alimentos se consumen, por ejemplo los frijoles o alimentos altos en fibra aumentan estos síntomas. Sin embargo la mayoría de personas se adapta a los polioles al igual que a los alimentos altos en fibra, además existen regulaciones sobre la cantidad máxima tolerable sin sintomatología gastrointestinal (g/día). En la Figura 12 se indican algunas características de varios polioles:

Figura 12: Características de los alcoholes de azúcar

<i>Alcoholes de azúcares/</i>	<i>Nomenclatura</i>	<i>Valor nutritivo (kcal/g)</i>	<i>Poder edulcorante, relativo a la sacarosa</i>	<i>Cantidad máxima tolerable sin sintomatología gastrointestinal (g/día)</i>	<i>Presencia</i>	<i>IG</i>
- Eritritol	E-968	0,2	0,75	En dosis superiores a cualquier otro	En frutas y alimentos fermentados	1
- Hidrolizado de almidón hidrogenado (Licasina) Jarabe de Poliglicitol	E-964	≤ 3	0,4-0,9	-	Bebidas deportivas (ej.: powerade), helados	-
- Lactitol	E-966	2	0,5	≥ 20	Caramelos, helados galletas	3
- Maltitol	E-965	2,1	1	30-50	Chicles, caramelos y gominolas	35
- Manitol	E-421	1,6	0,7	10-20	Chicle*	2
- Sorbitol	E-420	2,6	0,5-1	> 80	Chicle*	4
- Xilitol	E-967	2,4	1	> 50	Chicles, mentas para el aliento, pasta de dientes y enjuagues bucales	12

\*Además contiene conjuntamente isomalt, aspartamo, acesulfame-k. Suponen un total de 61,7 g de polialcoholes/100 g.

(García-Almeida, 2013)

a. Eritritol. El eritritol es un poliol (alcohol de azúcar) con únicamente 4 carbonos y bajo peso y tamaño molecular, el cual le otorga muchas de las características únicas que tiene este poliol. Está presente de forma natural en frutas como uvas o peras, además en hongos o alimentos fermentados como vinos y quesos. Es un polvo anhidro blanco cristalino, comúnmente granular, no higroscópico, con un dulzor suave y aspecto similar a la sacarosa, pero con un suave efecto de enfriamiento al consumirlo, y poco o ningún “aftertaste”. (Mitchell, 2006)

Funde a 121 ° C y tiene una alta estabilidad térmica, además cristaliza fácilmente. Es un buen acentuador de sabor, y tienen buena sinergia mejorando la sensación bucal y enmascarando sabores extraños, usándose hasta en niveles del 99.9% como acarreador de edulcorantes de alta intensidad.

Su poder edulcorante relativo a la sacarosa está entre 0.65-0.75, lo cual hace que sea excelente como parte de una dieta de calorías controladas, ya que además no se metaboliza sistémicamente ni se fermenta en el colon, por lo que su ingestión proporciona únicamente 0.2 kcal/g y según otras fuentes 0 cal/g, siendo el único poliol con un aporte calórico tan bajo. (Mitchell, 2006)

Los estudios clínicos demuestran que el consumo de eritritol no aumenta los niveles de glucosa en la sangre ni los niveles de insulina, este tiene un índice glucémico (IG) de 1, lo cual lo hace un edulcorante adecuado para su uso por personas que sufren de diabetes. Además es no cariogénico. (Mitchell, 2006)

En general, los polioles no se digieren fácilmente en el estómago, por lo que son fermentados en el colon resultando en una absorción parcial de las calorías de los carbohidratos presentes, y producen con frecuencia flatulencias y tienen efectos laxantes por lo que se deben consumir con moderación. A diferencia de todos los otros polioles el eritritol, debido a su pequeño tamaño molecular, se absorbe principalmente en el torrente sanguíneo desde el intestino delgado, donde se excreta en la orina. Por lo tanto, no aporta calorías a la dieta, y es menos probable que cause hinchazón, gases o cólicos, y no presenta efectos laxantes en las cantidades que lo hacen los demás polioles. (García-Almeida, 2013)

El eritritol es ampliamente utilizado en la industria alimenticia, en aplicaciones como: edulcorantes de mesa, bebidas, goma de mascar, chocolate, dulces, fondant, pastillaje y panadería (pastelería).

El uso de eritritol en composiciones de chocolate permite un proceso de conchado en seco a altas temperaturas. Debido a la buena estabilidad térmica y baja absorción de humedad del eritritol, es incluso posible trabajar a temperaturas mayores que las tradicionalmente utilizadas, lo cual resulta en un desarrollo del sabor mejorado. Un chocolate a base de eritritol es no higroscópico, presenta un excelente brillo, buenas características de ruptura y tiene un efecto refrescante agradable con buenas propiedades de fusión en la boca. Este no sólo es fácil de producir, sino que también puede ser considerado como un verdadero producto 'reducido en calorías': Una reducción del 34% de calorías se obtiene usando eritritol (a niveles superiores al 50%) en lugar de azúcar. Otros polioles con una potencia calorífica de 2-3 kcal/g no proporcionan una reducción de calorías suficiente para un chocolate "light" por la simple sustitución de la sacarosa, por lo que requieren una reformulación importante que conduce a un chocolate de calidad inferior. (Mitchell, 2006)

b. Isomalt. El isomalt es un disacárido formado sintéticamente a partir del azúcar. También llamado isomaltosa hidrogenada, está formado por la unión de glucosorbitol y glucomanitol. Su poder edulcorante relativo a la sacarosa está entre 0.45-0.60 y aporta 2 calorías por gramo, menos de la mitad que el azúcar. (Mitchell, 2006)

El perfil de dulzor de isomalt se puede describir como un sabor dulce y puro, sin ningún sabor residual, similar al de la sacarosa. Permite al igual que el azúcar el desarrollo de productos de confitería de alta calidad con características nutricionales y funcionales específicas (productos sin azúcar), productos de bajo índice glucémico, reducidos en calorías y que no promueven la caries dental.

El isomalt puede ser ligeramente laxante, de acuerdo a estudios de tolerancia realizados con isomalt se puede concluir que hasta 50 g/día es bien tolerado por la mayoría de los individuos, mientras que cantidades entre 30 y gramos por día pueden ser beneficiosas para la salud intestinal, ya que tiene propiedades prebióticas al aumentar la cantidad de bifidobacterias en el intestino grueso. (Mitchell, 2006)

De acuerdo a varios estudios realizados en humanos y animales, se concluye que en humanos aproximadamente el 10% de la ingesta de isomalt se absorbe y aproximadamente el 90% se fermenta en el

intestino grueso, por lo que es adecuado para su uso en dietas bajas en calorías, además su índice glucémico (IG) es de 2, lo cual lo hace un edulcorante adecuado para su uso por personas que sufren de diabetes. (Mitchell, 2006)

c. Polidextrosa. La polidextrosa es un polisacárido, una fibra soluble de azúcar sintética de bajo peso molecular que no se produce en la naturaleza. Se sintetiza a partir de dextrosa, sorbitol y ácido cítrico al vacío. Tiene un aporte energético de solo 1 kcal/g, resultado de su indigestibilidad en el intestino delgado y la fermentación incompleta en el intestino grueso. Esta propiedad ha llevado a la aceptación de la polidextrosa como fibra dietética en muchos países, y hace que esta tenga un uso significativo como agente de carga bajo en calorías para sustituir el azúcar en alimentos bajos en calorías. (Mitchell, 2006)

Es levemente dulce, con un poder edulcorante relativo a la sacarosa de apenas 0.1, por lo que se usa para reemplazar el volumen y textura de azúcar en alimentos bajos en calorías, mezclada con edulcorantes intensos. También se utiliza como anticristalizante, agente espesante, estabilizador, para conservar la consistencia y sabor en alimentos envasados, y como humectante por ser higroscópica. (Mitchell, 2006)

Además de ser una fibra soluble es prebiótica, por lo que puede ayudar a la flora intestinal si se consume con moderación, ya que también puede producir un efecto laxante suave si su consumo es excesivo. Sin embargo este efecto es mas leve que el de la mayoría de polioles, siendo necesarios aproximadamente 90 g al día para que se produzca. Su índice glucémico es bajo, menor a 7, por lo que puede ser consumida en dietas para diabéticos. Además es no cariogénico. (Mitchell, 2006)

La polidextrosa se utiliza en la industria alimenticia para: aumentar su contenido de fibra (galletas, yogur, helados, bebidas de la dieta y flanes), para sustituir la grasa y el azúcar (productos horneados, aderezos, helados), y principalmente en productos de líneas para bajar de peso por su bajo contenido de calorías. (Mitchell, 2006)

**3. Legislación.** En Guatemala el uso de aditivos alimentarios está regulado de acuerdo al RTCA vigente 67.04.54:10 Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios. De acuerdo a la categoría de alimentos 05.1.4 Productos de cacao y chocolate de este, el nivel máximo de sucralosa aceptado es de 800 mg/kg (0.08%). El uso de la polidextrosa como agente de carga y estabilizador y el uso de Isomalt y el eritritol como edulcorantes se permiten en general, de conformidad con las Buenas prácticas manufactura, es decir lo necesario para el desarrollo del producto, sin una limitación específica. (RTCA, 2012)

La seguridad de eritritol está bien documentada. En junio de 1999, El Comité Mixto FAO/OMS de Expertos en Aditivos Alimentarios (JECFA) evaluó la seguridad del eritritol y asignó una ingesta diaria admisible (IDA) “no especificada”; la clasificación de seguridad más alta que el JECFA puede dar. El JEFCA también asignó esta clasificación al Isomalt. (Mitchell, 2006)

En Estados Unidos la FDA exige que si una porción de producto contiene más de 15 gramos de polidextrosa, la etiqueta debe indicar "Las personas sensibles pueden experimentar un efecto laxante del consumo excesivo de este producto." (Mitchell, 2006)

## IV. JUSTIFICACIÓN

La diabetes es una enfermedad crónica grave que se produce cuando el organismo no puede utilizar con eficacia la insulina que produce o cuando el páncreas no produce suficiente insulina, provocándose un desequilibrio en los niveles de glucosa en la sangre. A nivel mundial hay más de 422 millones de adultos afectados por esta enfermedad, aproximadamente un 8.5% de la población adulta y es la octava causa de muerte en el mundo. Es por esto que la Organización Mundial de la Salud publicó el primer Informe mundial sobre la diabetes, en el que se hace énfasis de la escala del problema, y también en el potencial de invertir en las tendencias actuales, como los productos sin azúcar. (OMS, 2016)

La diabetes se está volviendo a nivel mundial una epidemia, directamente relacionada con la inactividad física, y el aumento de la obesidad y sobrepeso. Según la OMS (2014) de las muertes por diabetes, un 80% se dan en países de ingresos bajos y medios como Guatemala, en donde en el 2010 se reportaron 59,915 casos nuevos de diabetes tipo 2. (Berganza, 2012). A nivel mundial, y especialmente en México, hay una gran incidencia de diabetes, por lo cual se ha puesto especial atención a la industria de alimentos.

Una de las tendencias actuales en alimentos, no solo a nivel mundial sino también en América Latina es la eliminación del azúcar en los alimentos, ya que esta es una de las principales causas de la obesidad y diabetes. Debido a esto la industria de alimentos ha desarrollado productos con sustitutos del azúcar, existiendo actualmente una gran variedad de edulcorantes que se utilizan en distintos alimentos. (Tendencias de ingredientes en América Latina, 2014). Además entre las diez tendencias globales (2013) está el desarrollo y aparición de sustitutos del azúcar como la stevia ya que hay un crecimiento en la industria alimenticia en el desarrollo de edulcorantes que sustituyan al azúcar, con el fin de aumentar su mercado.

Entre las tendencias de nutrición para el 2016 está la demanda de más productos con menos azúcar, por lo que las empresas se verán obligadas a aumentar la oferta de este tipo de productos reducidos en azúcar. (Webb, 2015)

Guatemala tiene condiciones climáticas adecuadas para la producción de cacao de alta calidad, el cual tiene una alta demanda en la chocolatería gourmet para el mercado tanto nacional como internacional, demandando el 85% del cacao en grano que se produce la industria chocolatera de la ciudad de Guatemala. (MAGA, 2014) El chocolate tiene propiedades antidepresivas y además antioxidantes por su alto contenido de flavonoides, siendo el chocolate oscuro el que tiene el mayor poder antioxidante como se ve en la Figura 4. (Hernández, 2004).

De acuerdo a lo anterior el objetivo principal de este trabajo es formular una tableta de chocolate oscuro libre de azúcar y con almendras, con la finalidad de cubrir la oportunidad de mercado al desarrollar una tableta de chocolate nacional sin azúcar y con frutos secos. Se escogieron las almendras como ingrediente por ser el fruto seco por ser el más versátil y el más popular para su uso en alimentos, además de tener nutrientes y vitaminas beneficiosos para la salud. Asimismo se busca cumplir con la tendencia actual de productos sin azúcar, para personas que busquen cuidar su salud reduciendo su consumo de azúcares, o que sean diabéticas y no puedan consumir azúcar.

## V. OBJETIVOS

### A. General

Desarrollar una tableta de chocolate oscuro libre de azúcar.

### B. Específicos

- Determinar el posicionamiento del producto en el mercado de chocolate en Guatemala.
- Determinar la caracterización y funcionalidad de la tableta de chocolate desarrollada.
- Evaluar la aceptabilidad de la tableta de chocolate por parte de los consumidores, por medio de pruebas sensoriales.
- Evaluar la vida de anaquel de la tableta de chocolate desarrollada.

## VI. METODOLOGÍA

### A. Obtención de información de mercado

1. Mapa de posicionamiento. Se realizó un mapa de posicionamiento de los chocolates de venta en supermercados de Guatemala, con el fin de encontrar un GAP de mercado en el cual posicionar el producto a desarrollar. (Figura 13). Las variables que se graficaron fueron:

- Contenido de azúcar (g de azúcar/ 50 g de chocolate)
- Precio (Quetzales/ 50 g de chocolate)

2. Arena competitiva. Se realizó una Arena competitiva de los chocolates de venta en supermercados de Guatemala (Figura 14)

White Space

Por medio de este cuadro se indica el nombre de las marcas que tienen un espacio en blanco, es decir que no tienen el producto en su portafolio, para determinada categoría en el mercado.

Se clasificaron los chocolates en el mercado de dos maneras:

- Por tipo de presentación: Medianos, grandes y multi-packs
- Por sabor: Con leche, blanco, con relleno/frutos secos, sin azúcar.

3. Encuesta de evaluación del mercado de chocolate en Guatemala. Se realizó una encuesta para determinar características y preferencias del mercado de chocolate en Guatemala (Anexo A). La encuesta se validó con 20 estudiantes del curso Desarrollo de productos nuevos y evaluación sensorial de la Maestría en Tecnología de alimentos y Gestión de la Universidad del Valle, y se hicieron correcciones en base a esta validación. La encuesta fue realizada a una muestra de 100 personas de edades entre 15 y 75 años vía electrónica.

a. Análisis estadístico. Los resultados de la encuesta de evaluación del mercado de chocolate en Guatemala (Resultados 3) fueron analizados estadísticamente para determinar si existía una diferencia significativa en las respuestas, por medio de diferencia de medias. Se tomó un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ), tomando una distribución normal con valor de Z de 1.96. (Anexo B)

## B. Formulación del chocolate

Se partió de una formulación base. La formulación base se hizo según varias etiquetas de ingredientes de distintas marcas de chocolates sin azúcar (Torras, Hershey's y Russel Stover) y en formulaciones de patentes (Anexo C) para estimar las cantidades a utilizar de cada uno de los ingredientes, las cuales posteriormente se fueron modificando hasta obtener las características deseadas.

### 1. Materiales

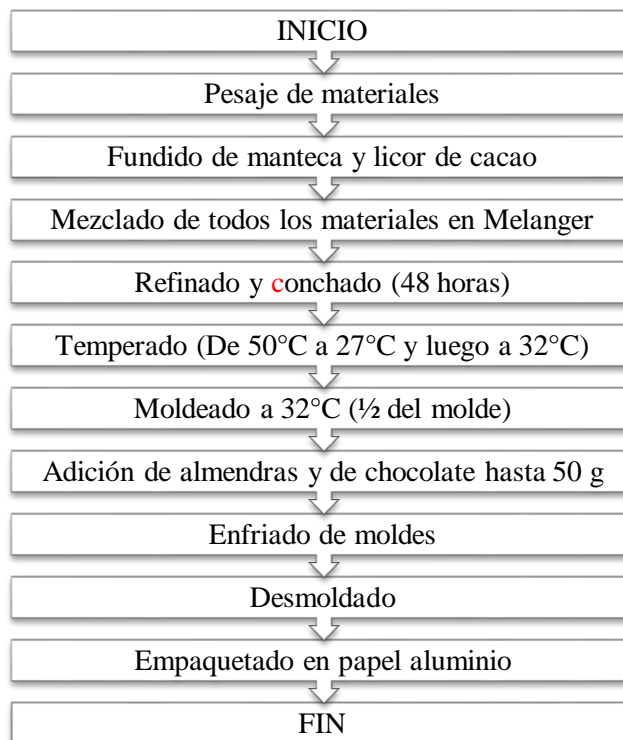
- Licor de cacao
- Manteca de cacao
- Eritritol
- Isomalt
- Polidextrosa
- Sucralosa
- Lecitina de soya

### 2. Equipo

- Refinadora y conchadora Ultra Grind+  
Marca: Cocoa Town
- Olla de baño de maría
- Termómetro digital
- Moldes de tabletas medianas de chocolate

### 3. Procedimiento para elaboración del chocolate

Diagrama 1: Procedimiento para elaboración de chocolate



## C. Caracterización y funcionalidad del chocolate

1. Análisis proximal del chocolate. Para llevar a cabo el análisis proximal fue necesario moler la muestra y obtener un polvo homogéneo. Las pruebas fueron realizadas en duplicado (a excepción de calorías que se hizo en triplicado) y fueron las siguientes:

### a. Cenizas según método 7.009 (AOAC, 1984)

#### 1) Equipo y materiales

- Mufla SYBRON Thermolyne 1400 Furnace
- Balanza analítica
- Crisoles de porcelana

#### 2) Cálculo

$$\text{Cenizas} = \frac{\text{Peso final muestra}}{\text{Peso inicial muestra}} \times 100$$

### b. Humedad según método 7.003 (AOAC, 1984)

#### 1) Equipo y materiales

- Horno Fisher Scientific Isotemp 500 series
- Balanza analítica
- Cápsulas de aluminio

#### 2) Cálculo

$$\% \text{ Humedad} = \frac{\text{Peso inicial muestra} - \text{Peso final muestra}}{\text{Peso inicial muestra}} \times 100$$

### c. Grasa según método 13.033 (AOAC, 1984)

#### 1) Equipo y materiales

- Papel filtro de 15 cm
- Balanza analítica
- Horno Fisher Scientific Isotemp 500 series
- HCl 8 N
- Destilador Soxhlet Velf Scientifica
- Solución de nitrato de plata

#### 2) Cálculo

$$\% \text{ Grasa} = \frac{\text{Peso final muestra}}{\text{Peso inicial muestra}} \times 100$$

## d. Proteína según método 2.058 (AOAC, 1984)

## 1) Equipo y materiales

- Balones Kjeldahl
- Aparato de digestión Labconco
- Aparato de destilación Kjeldahl Labconco
- Balanza analítica
- Ácido sulfúrico concentrado
- Tabletas catalizadoras Kjeldahl
- Hidróxido de sodio 40%
- Ácido bórico al 4% (p/v) en agua
- Indicador rojo de metilo
- HCl 0.12 N

## 2) Cálculo

$$\% \text{ Proteína} = \frac{0.7 \cdot 0.014 \cdot 0.12 \cdot (6.25)}{\text{Peso inicial muestra}} \times 100$$

## e. Carbohidratos totales por diferencia

## 1) Cálculo

$$\% \text{ Carbohidratos totales} = 100\% - \% \text{ Humedad} - \% \text{ Cenizas} - \% \text{ Grasa} - \% \text{ Proteína}$$

## f. Calorías con bomba calorimétrica

## 1) Equipo y materiales

- Bomba calorimétrica
- Ácido Benzoico al 99.5% de pureza
- Alambre para combustión
- Agua

## 2) Cálculos

$$Q_{\text{Ac.Benzoico}} = \text{masa}_{\text{Ac.Benzoico}} (6318 \text{ cal g})$$

$$Q_{\text{Agua}} = (m_{\text{agua}})(C_p)(\Delta T) \quad C_{p \text{ estándar}} = 1 \text{ cal g } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{Alambre}} = (m_{\text{inicial}} - m_{\text{final}})(1400 \text{ cal g})$$

$$\frac{Q_{\text{Bomba}}}{\Delta T} = \frac{Q_{\text{Ac.Benzoico}} - Q_{\text{Agua}} - Q_{\text{Alambre}}}{\Delta T_1}$$

$$Q_{\text{Muestra}} = \frac{Q_{\text{Bomba}}}{\Delta T} (\Delta T_2) + Q_{\text{Agua}} + Q_{\text{Alambre}}$$

$$\Delta T_1 = \Delta T \text{ en calibración con ácido benzoico}$$

$$\Delta T_2 = \Delta T \text{ en medición con muestra}$$

g. Sodio y hierro con Espectrofotómetro de Absorción atómica

- Se preparó la curva estándar por medio de soluciones a concentraciones de 0.0 ppm, 0.4 ppm, 0.8 ppm, 1.6 ppm, 2.4 ppm, 3.2 ppm y 4 ppm, tanto para el Na como para el Fe.
- La muestra se preparó partiendo de la cenizas, a las cuales se les agregó 5 ml de HCl 6N y calentando a baja temperatura hasta evaporar el HCl. Luego se volvió a agregar HCl 6N y se calentó, para luego ser trasladada la muestra a un balón aforado de 100 ml y aforar con agua destilada.
- Luego de realizar la curva estándar se corrieron las muestras en duplicado, realizando tres mediciones para cada una, en el Espectrofotómetro de Absorción atómica para determinar las concentraciones tanto de Na como de Fe.

2. Determinación de capacidad antioxidante por método DPPH. La determinación se realizó por el método DPPH de Brand Williams (Dorantes, 2012) en duplicado:

a. Preparación de muestra diluida

- Se pesaron 1.4 gramos de chocolate y se agregaron 25 ml de agua destilada en un beaker de 50 ml, se calentó a 50 °C por una hora con agitador magnético.
- Dilución en agua: Se tomó una alícuota de 10 ml y se aforó a 25 ml con agua destilada.
- Dilución con metanol (1:10): Se tomó una alícuota de 0.25 ml de la muestra diluida en agua y se aforó a 25 ml con metanol.

b. Preparación del blanco. Se utilizó un blanco de la bebida diluida y metanol de la siguiente manera:

Tabla 1: Cantidades necesarias para la preparación del blanco

Tubo #	Muestra diluida (ml)	Metanol (ml)	DPPH (ml)
1	0.1	1.9	0
2	0.2	1.8	0
3	0.3	1.7	0
4	0.4	1.6	0
5	0.5	1.5	0
6	0.6	1.4	0
7	0.7	1.3	0
8	0.8	1.2	0
9	0.9	1.1	0
10	1.0	1.0	0

c. Preparación de solución de DPPH. Se preparó una solución de DPPH 50  $\mu$ M en metanol pesando 0.0056 g de DPPH y aforando a 25 ml con metanol, en un balón aforado forrado de papel aluminio.

d. Preparación de muestras. Se prepararon muestras con metanol y DPPH de la siguiente manera:

Tabla 2: Cantidades necesarias para la preparación de las muestras

Tubo #	Muestra diluida (ml)	Metanol (ml)	DPPH (ml)
1	0.1	1.4	0.5
2	0.2	1.3	0.5
3	0.3	1.2	0.5
4	0.4	1.1	0.5
5	0.5	1.0	0.5
6	0.6	0.9	0.5
7	0.7	0.8	0.5
8	0.8	0.7	0.5
9	0.9	0.6	0.5
10	1.0	0.5	0.5

e. Lectura de absorbancia a 517 nm

- Se calibró el espectrofotómetro con agua.
- Se agitó cada uno de los blancos por 10 segundos y se leyó la absorbancia a 517 nm
- Al agregar los 0.5 ml de DPPH a las muestras se tomó tiempo con un cronómetro, se agitó e inmediatamente se midió la absorbancia.
- Se almacenaron, tanto blancos como muestras en un lugar oscuro por 30 min.
- Luego de este tiempo se volvieron a medir las absorbancias de los blancos y de las muestras, agitando previamente por 10 segundos.

## D. Prueba de aceptabilidad del chocolate

Para determinar el grado de aceptación del chocolate por parte de los consumidores se realizó una prueba de aceptabilidad utilizando una escala hedónica de 5 puntos a 30 consumidores potenciales, personas de cualquier edad que les guste el chocolate y estén interesadas en un chocolate sin azúcar. En esta se evaluó apariencia general, color, textura, sabor, dulzor y olor del chocolate final. Según Rada

(2011) cuando la prueba hedónica se hace a jueces entrenados se puede hacer de 7 a 15 personas, mientras que si se hace a jueces consumidores, que no están entrenados, se debe realizar a 30 personas. En el anexo D se muestra el formato de la prueba hedónica.

## E. Evaluación de vida de anaquel

Para determinar la vida de anaquel del chocolate se realizó un estudio de vida útil acelerado por medio del modelo de Arrhenius:

$$K = K_o e^{\frac{-E_a}{RT}} \qquad t_s = t_o e^{-\frac{E_a}{R} \left( \frac{1}{T_o} - \frac{1}{T_s} \right)}$$

En donde:

K= constante de Velocidad de la reacción (1/días)

Ko= constante de la ecuación de Arrhenius

T= temperatura (absoluta) a la cual se lleva a cabo el análisis (K)

Ea= Energía de activación para la reacción de deterioro (Kcal/mol)

R= contante universal de gases (1.986 cal/molK)

t<sub>s</sub>= tiempo de vida de anaquel a temperatura T<sub>s</sub>

t<sub>o</sub>= tiempo de vida de anaquel a temperatura T<sub>o</sub>

Para esto se colocaron muestras del chocolate con su empaque en tres incubadoras a temperaturas de 24°C, 27°C y 29°C y otra muestra a temperatura ambiente y se evaluaron semanalmente durante 11 semanas, comparándolas con una muestra control.

Las características que se evaluaron fueron:

- Brillo: Se comparó con la carta de brillo (Anexo E), y se tomó un valor de 2 en la escala (opaco) como el valor en el cual se rechaza en chocolate para su consumo.
- Color: Se utilizó un colorímetro Hunterlab para evaluar los valores L, a y b de las muestras. Se tomó como parámetro el valor L, que fue el que presentó mayor variación, y se tomó un valor de  $L = 30$  como el valor en el cual se rechaza en chocolate para su consumo.
- Sabor del chocolate: Se comparó con el control y se calificó por medio de una escala de 15 cm.

Además de tomó en cuenta la aparición de “Fat Bloom” o “escarcha de grasa” blanca en la superficie, y de “Sugar Bloom” como puntos críticos.

En el anexo F se muestra la plantilla que se plantea para utilizar como escala de evaluación de las características de sabor del chocolate. El valor límite en el cual el producto podría considerarse inadecuado para su consumo se tomará como 5 cm en la escala propuesta, el cual es un valor inferior en la escala a la medida igual al control (7.5 cm), pero no muy lejano a esta.

La vida de anaquel se calculó con el modelo de Arrhenius, en base a la característica que presentó mayores cambios, en este caso el brillo.

## VII. RESULTADOS

### A. Obtención de información de mercado

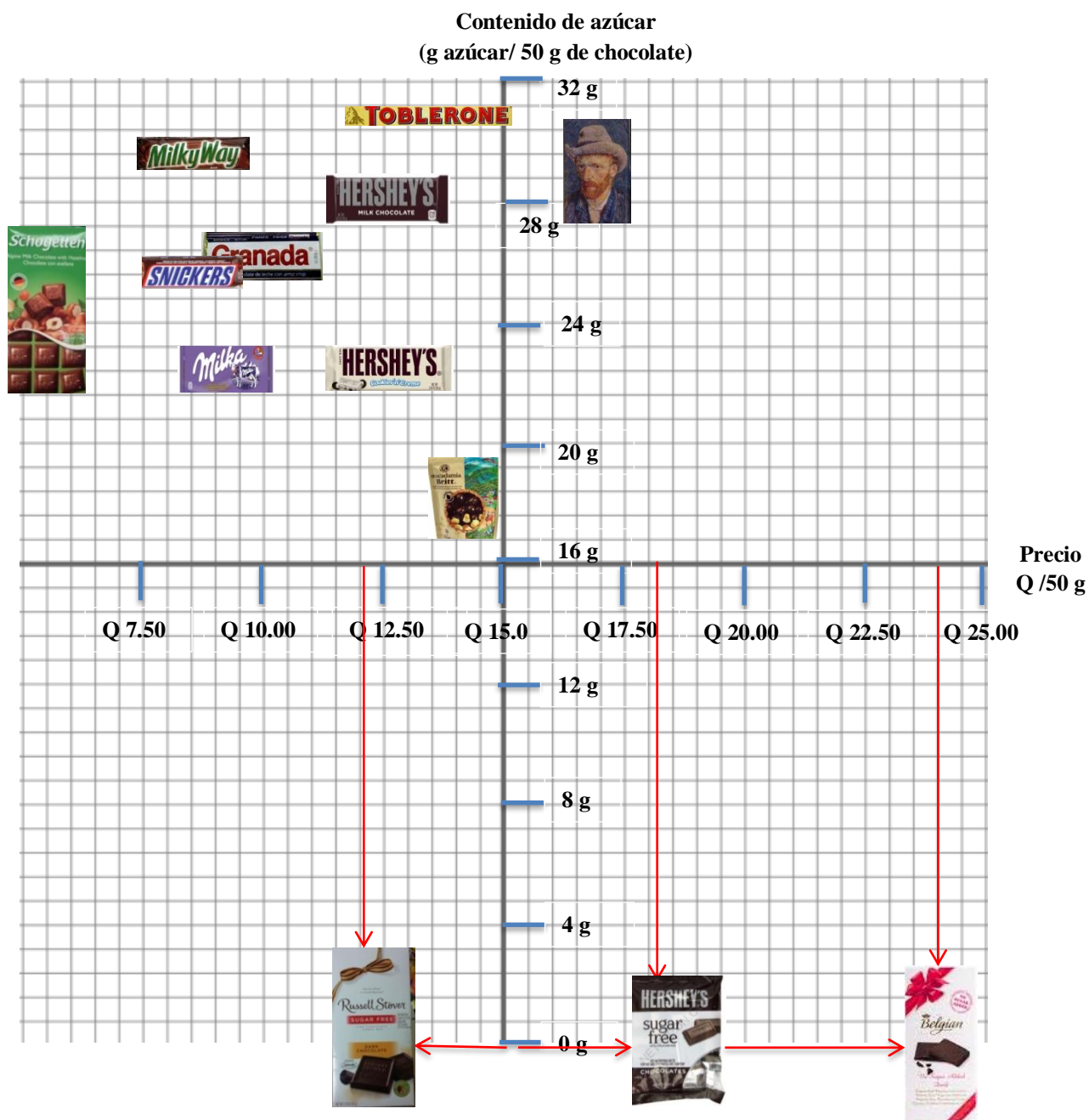
#### 1. Mapa de posicionamiento del producto en el mercado de chocolate en Guatemala

Tabla 3: Chocolates de venta en Supermercados de Guatemala

<b>Chocolate (Marca)</b>	<b>Tipo</b>	<b>Presentación (g)</b>	<b>Precio Q</b>	<b>Precio/50 g de chocolate</b>	<b>g Azúcar/50 g de chocolate</b>
Hershey's Sugar Free	Con leche, oscuro y con caramelo	85	Q 30.95	Q 18.21	0 g
Russell Stover	Oscuro	82	Q 19.95	Q 12.16	0 g
Belgian sin azúcar	Oscuro	100	Q 47.99	Q 24.00	0.25 g
Britt	Con frutos secos	88	Q 24.70	Q 14.03	18.13 g
Milka	Con leche	40	Q 7.45	Q 9.31	22.50 g
Hershey's Cookies and cream	Blanco	43	Q 10.85	Q 12.62	22.88 g
Schogetten	Con frutos secos	100	Q 11.95	Q 5.98	24.38 g
Snickers barra	Relleno	52.7	Q 9.00	Q 8.54	25.63 g
Granada con leche	Con leche	40	Q 8.00	Q 10.00	26.25 g
Hershey's con leche	Con leche	43	Q 10.85	Q 12.62	28.13 g
Chocolate Van Gogh	Con leche	80	Q 27.15	Q 16.97	29.00 g
MilkyWay barra	Relleno	52.2	Q 9.00	Q 8.57	29.75 g
Toblerone con leche	Con leche	100	Q 26.95	Q 13.48	30.00 g

Los precios se tomaron del supermercado Paiz Megacentro, el día 28/07/16. A excepción de los chocolates: Russell Stover (Wal-Mart 21/07/16) y Belgian (Farmacia Meykos 10/07/16).

Figura 13: Mapa de posicionamiento



2. Arena competitiva del chocolate en Guatemala

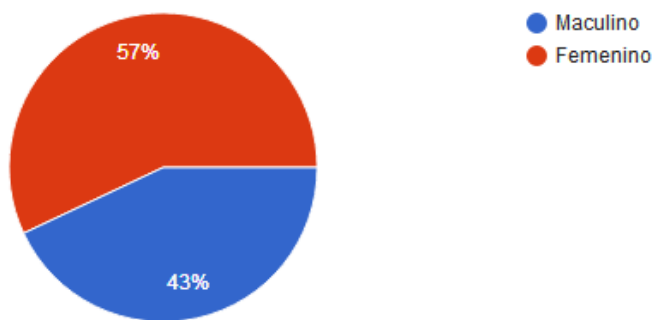
Figura 14: Arena competitiva

	CHOCOLATE CON LECHE	CHOCOLATE BLANCO	CHOCOLATE RELLENO/ CON FRUTOS SECOS, ETC.	CHOCOLATE SIN AZUCAR
<b>TAMAÑO MEDIANO</b>	<p><b>HERSHEY'S</b> 43 g Q10.85 SNICKERS Q0.25/g</p> <p><b>Granada</b> 40 g Q8.00 Q0.20/g Belgian</p> <p><b>Milka</b> 40 g Q7.45 Q0.19/g Russell Stover</p>	<p><b>HERSHEY'S</b> 43 g Q10.85 Q0.25/g</p> <p>Granada SNICKERS MilkyWay</p> <p>Milka Belgian Russell Stover</p>	<p><b>HERSHEY'S</b> 41 g Q10.85 Milka Q0.26/g</p> <p><b>Granada</b> 40 g Q8.00 Q0.20/g Belgian</p> <p><b>SNICKERS</b> 52.7 g Q9.00 Q0.17/g</p> <p><b>MilkyWay</b> 52.2 g Q9.00 Q0.17/g</p>	<p>HERSHEY'S Granada</p> <p>SNICKERS MilkyWay Milka</p> <p>Belgian Russell Stover</p>
<b>TAMAÑO GRANDE</b>	<p><b>HERSHEY'S</b> 198 g Q33.95 Granada Q0.17/g SNICKERS</p> <p>Milka MilkyWay Belgian</p> <p><b>TOBLERONE</b> 100 g Q26.95 Q0.27/g Russell Stover</p>	<p><b>HERSHEY'S</b> 184 g Q33.00 Granada Q0.18/g SNICKERS</p> <p>MilkyWay Milka Belgian</p> <p><b>TOBLERONE</b> 100 g Q26.95 Q0.27/g Russell Stover</p>	<p><b>HERSHEY'S</b> 182 g Q33.50 Granada Q0.18/g</p> <p>93.3 g Q15.20 Q0.16/g</p> <p><b>SNICKERS</b> 102.9 g Q15.50 Q0.15/g</p> <p><b>MilkyWay</b></p> <p><b>TOBLERONE</b> 100 g Q26.95 Q0.27/g</p> <p>Milka Belgian Russell Stover</p>	<p>HERSHEY'S Granada Milka</p> <p>SNICKERS MilkyWay Toblerone</p> <p>Russell Stover Belgian</p> <p>82 g Q19.95 100 g Q47.99 Q0.24/g Q0.48/g</p>
<b>MULTI PACK</b>	<p><b>KISSES</b> 134 g Q18.00 0.13/g</p> <p><b>Granada</b> 18 unid 180 g Q25.30 0.14/g</p> <p>SNICKERS MilkyWay Milka</p> <p>Toblerone Belgian Russell Stover</p>	<p><b>HERSHEY'S Bites</b> 138 g Q30.95 Granada Q0.22/g SNICKERS</p> <p>MilkyWay Milka</p> <p>Toblerone Belgian Russell Stover</p>	<p><b>KISSES</b> 150 g Q27.00 0.18/g</p> <p><b>Granada</b> 6 Unid 95.3 g Q27.65 Q0.17/g</p> <p>Milka</p> <p><b>SNICKERS</b> 96.4 g (6 unidades) Q15.90 Q0.16/g</p> <p><b>MilkyWay</b> 95.3 g (6 unidades) Q16.25 Q0.17/g</p> <p>Toblerone Belgian Russell Stover</p>	<p><b>HERSHEY'S sugar free</b> 85 g Q30.95 Q0.36/g Granada</p> <p>SNICKERS</p> <p>MilkyWay Milka</p> <p>Toblerone Belgian Russell Stover</p>

3. Resultados de encuesta para determinar características y preferencias del mercado de chocolate en Guatemala

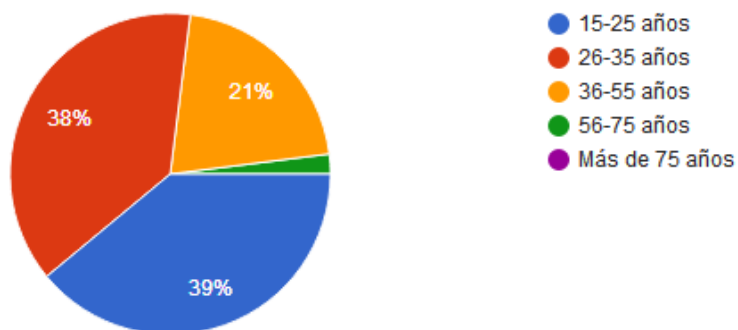
Gráfica 1: Género

**Género** (100 respuestas)



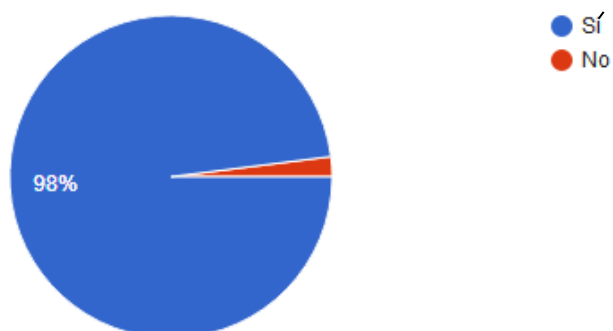
Gráfica 2: Edad

**Edad** (100 respuestas)



Gráfica 3: Gusto por chocolate

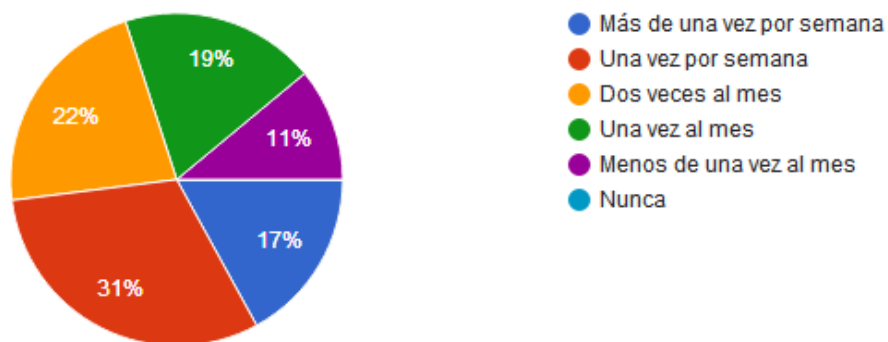
**¿Le gusta el chocolate?** (100 respuestas)



Gráfica 4: Consumo de chocolate

### ¿Qué tan a menudo consume chocolate?

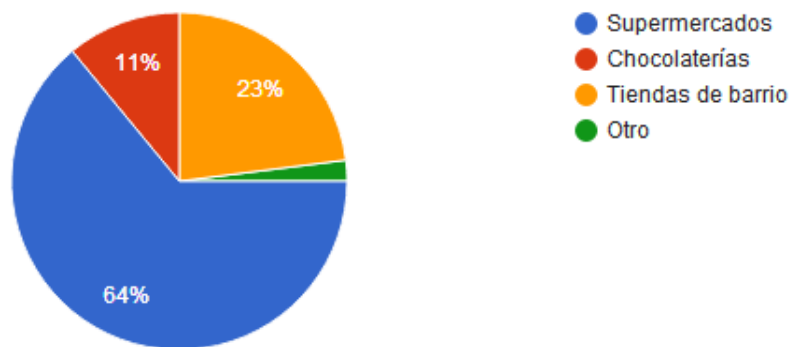
100 respuestas



Gráfica 5: Lugar de compra

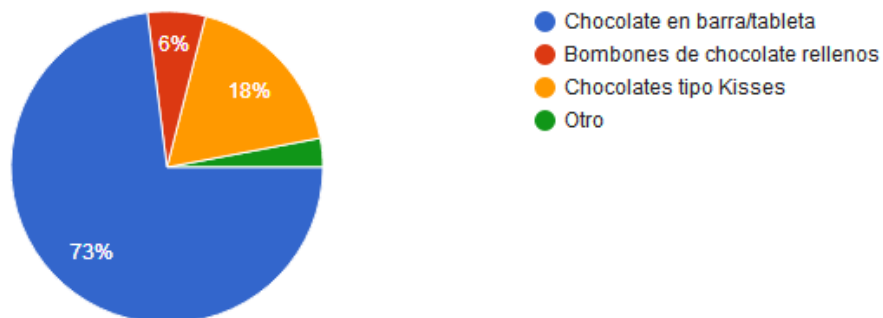
### Quando consume chocolate, ¿dónde lo suele comprar?

100 respuestas



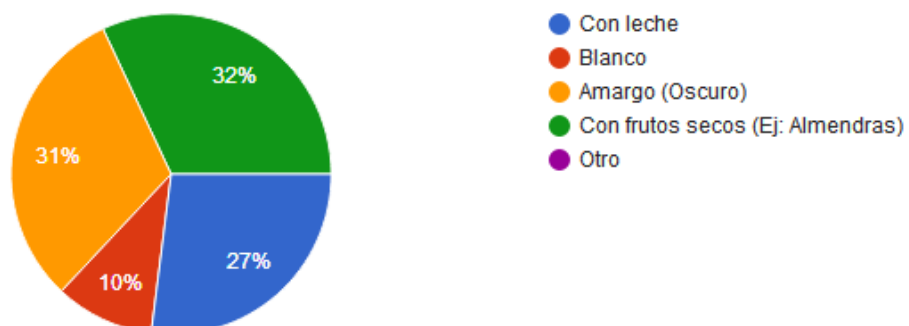
Gráfica 6: Presentación de chocolate más consumida

### ¿Qué presentación de chocolate consume más a menudo? (100 respuestas)



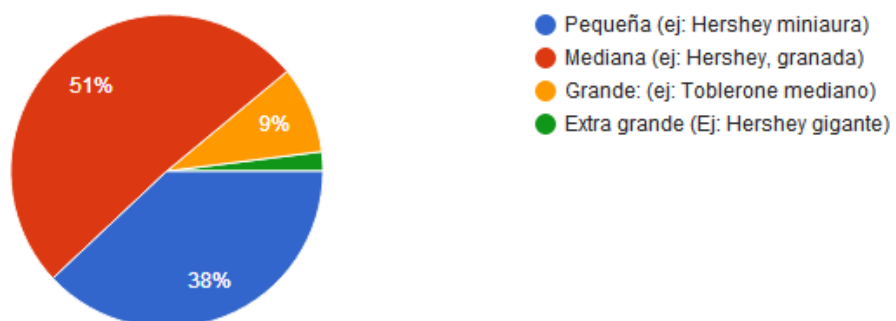
Gráfica 7: Sabor/tipo de chocolate preferido

¿Qué sabor/tipo de chocolate prefiere? (100 respuestas)



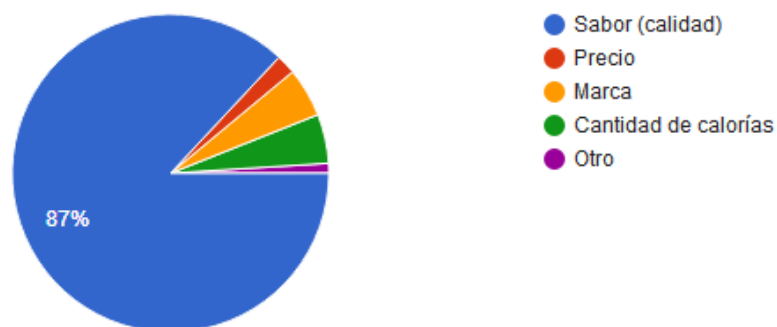
Gráfica 8: Tamaño preferido en una barra de chocolate

¿Qué tamaño prefiere para una barra de chocolate? (100 respuestas)



Gráfica 9: Factor más importante en la compra de un chocolate

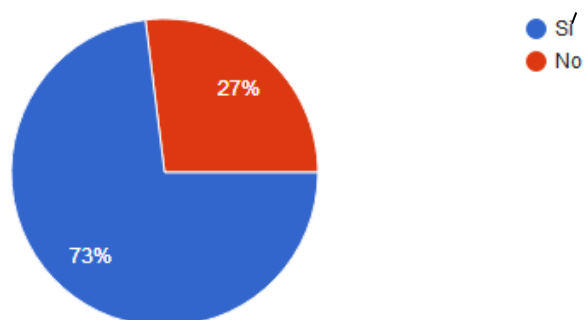
Para usted, ¿cuál es el factor más importante al comprar un chocolate? (100 respuestas)



Gráfica 10: Interés en chocolate sin azúcar

¿Estaría interesado(a) en comprar un chocolate sin azúcar, con endulzante bajo en calorías?

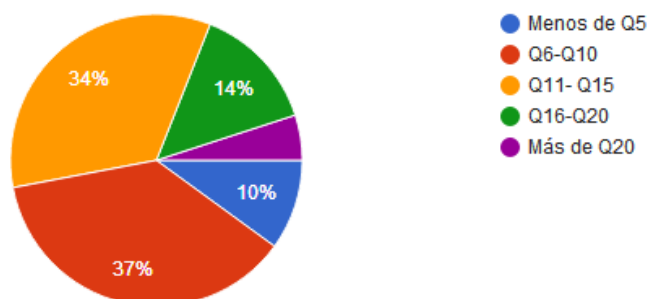
(100 respuestas)



Gráfica 11: Precio que el consumidor está dispuesto a pagar

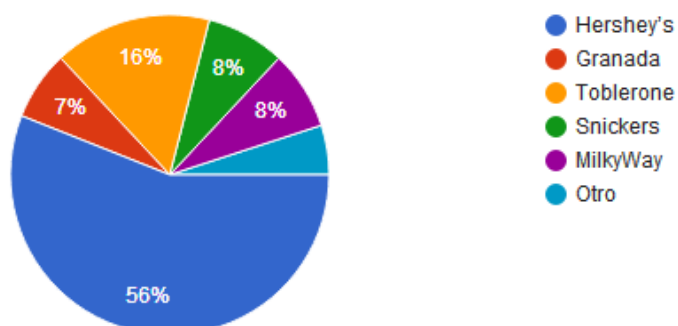
¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por una barra de chocolate mediana sin azúcar? (Ej Tamaño: barra Hershey's estándar)

100 respuestas



Gráfica 12: Marca preferida de chocolate

¿Cuál es su marca preferida de chocolate? (100 respuestas)



## B. Formulación del chocolate

Tabla 4: Formulación del chocolate sin almendras


<b>Ingrediente</b>	<b>Formulación 1</b>	<b>Formulación 2</b>	<b>Formulación Final</b>
Licor de cacao	45.00 %	55.00 %	60.00 %
Manteca de cacao	15.00 %	15.00 %	10.00 %
Eritritol	29.66 %	19.66 %	10.00 %
Polidextrosa	10.00 %	10.00 %	10.00 %
Isomalt	0.00 %	0.00 %	9.66 %
Sucralosa	0.04 %	0.04 %	0.04 %
Lecitina de soya	0.30 %	0.30 %	0.30 %

Tabla 5: Formulación final del chocolate






<b>Ingrediente</b>	<b>Porcentaje</b>
Chocolate	90.00 %
Almendras	10.00 %

Para formular el chocolate se partió de una formulación base, la cual posteriormente se fue modificando para mejorar el sabor. La formulación base se realizó basándose en varias etiquetas de ingredientes de distintas marcas de chocolates sin azúcar y en formulaciones de patentes (Anexo C) para estimar las cantidades a utilizar de cada uno de los ingredientes.

Tabla 6: Fotografías de elaboración de chocolate

<b>Procedimiento</b>	<b>Fotografía</b>
Pesaje de materiales	

Continuación Tabla 6: Procedimiento para elaboración de chocolate

Procedimiento	Fotografía
Fundido de manteca y licor de cacao	
Mezclado de todos los materiales en Melanger	
Refinado y Conchado (48 horas)	
Temperado (De 50°C a 27°C y luego a 32°C)	
Moldeado a 32°C (½ del molde)	

Continuación Tabla 6: Procedimiento para elaboración de chocolate

Procedimiento	Fotografía
Adición de almendras y de chocolate hasta 50g	
Enfriado de moldes	
Desmoldado	
Empaquetado en papel aluminio	

## C. Caracterización y funcionalidad del chocolate

### 1. Análisis proximal del chocolate

#### a. Porcentaje y cantidad de cenizas, humedad y grasa en 25 g de chocolate

Tabla 7: Porcentaje y cantidad de cenizas, humedad y grasa en 25 g de chocolate

	Muestra 1			Muestra 2			Promedio % en muestra	Desviación estándar ±	Cantidad en 25 g de chocolate (g)
	Muestra (g)	Masa final (g)	% en muestra	Muestra (g)	Masa final (g)	% en muestra			
<b>Cenizas</b>	1.50	0.0326	2.17%	1.50	0.033	2.20%	2.19%	0.019%	0.547
<b>Humedad</b>	1.00	0.0259	2.59%	1.00	0.0263	2.63%	2.61%	0.028%	0.652
<b>Grasa</b>	5.00	1.8967	37.93%	5.00	1.8865	37.73%	37.83%	0.144%	9.458

#### b. Porcentaje y cantidad de proteína en 25 g de chocolate

Tabla 8: Porcentaje y cantidad de proteína en 25 g de chocolate

	Muestra (g)	mL HCl titulación	% Proteína	Proteína en 25 g de chocolate (g)
<b>Muestra 1</b>	0.25	0.70	2.94%	0.735
<b>Muestra 2</b>	0.25	0.60	2.52%	0.630
<b>Promedio</b>	0.25	0.65	2.73%	0.682
<b>SD</b>	0	0.07	0.30%	0.074

c. Porcentaje y cantidad de carbohidratos totales en 25 g de chocolate

Tabla 9: Porcentaje y cantidad de carbohidratos totales en 25 g de chocolate

<b>% de Carbohidratos totales</b>	<b>Carbohidratos en 25 g de chocolate (g)</b>
54.64%	13.66

d. Calorías en 25 g de chocolate

Tabla 10: Calor de la bomba

	<b>CALOR (cal)</b>
Q Ac. Benzoico	6349.59
Q Agua	5261.58
Q Alambre	7.70
<b>Q Bomba</b>	1080.31
<b>Q Bomba/<math>\Delta T</math> (cal/<math>^{\circ}C</math>)</b>	409.57

Tabla 11: Calor de combustión del chocolate

<b>Muestra</b>	<b>Masa muestra (g)</b>	<b>Masa alambre quemado (g)</b>	<b><math>\Delta T</math> (<math>^{\circ}C</math>)</b>	<b>Q agua (cal)</b>	<b>Q alambre (cal)</b>	<b>Q bomba (cal)</b>	<b>Q muestra (cal)</b>	<b>Q muestra (kcal/g)</b>	<b>kcal/ 25 g</b>
1	0.8129	0.0138	2.1605	4309.68	19.32	884.87	5213.87	6.41	160.35
2	0.8424	0.0136	2.2411	4470.46	19.04	917.88	5407.37	6.42	160.48
3	0.8798	0.0092	2.3184	4624.65	12.88	949.54	5587.07	6.35	158.76
								<b>Promedio</b>	<b>159.86</b>
								<b>SD</b>	<b><math>\pm 0.956</math></b>

## e. Porcentaje y cantidad de sodio en 25 g de chocolate

Tabla 12: Porcentaje y cantidad de sodio en 25 g de chocolate

Muestra	mg/L (ppm) Na en muestra diluida	% Na en chocolate	mg Na/ 1 g chocolate	mg Na/ 25 g chocolate	% de consumo diario
1	3.414	0.023%	0.23	5.69	0.24%
2	2.832	0.019%	0.19	4.72	0.20%
<b>Promedio</b>	3.123	0.021%	0.21	5.21	0.22%
<b>Desviación estándar</b>	0.412	0.003%	0.03	0.69	0.03%

\* % de consumo diario con base en recomendación diaria= 2400 mg (dieta 2000 calorías) según FDA

## f. Porcentaje y cantidad de hierro en 25 g de chocolate

Tabla 13: Porcentaje y cantidad de hierro en 25 g de chocolate

Muestra	mg/L (ppm) Fe en muestra diluida	% Fe en chocolate	mg Fe/ 1 g chocolate	mg Fe/ 25 g chocolate	% de consumo diario
1	2.28	0.015%	0.152	3.80	21.12%
2	2.18	0.015%	0.146	3.64	20.22%
<b>Promedio</b>	2.23	0.015%	0.149	3.72	20.67%
<b>Desviación estándar</b>	0.069	0.0005%	0.0046	0.11	0.64%

\* % de consumo diario en base a Recomendación diaria= 18 mg (dieta 2000 calorías) según FDA

2. Determinación de capacidad antioxidante del chocolate por método DPPH, en duplicado

Gráfica 13: Obtención de ecuación para determinación de capacidad antioxidante

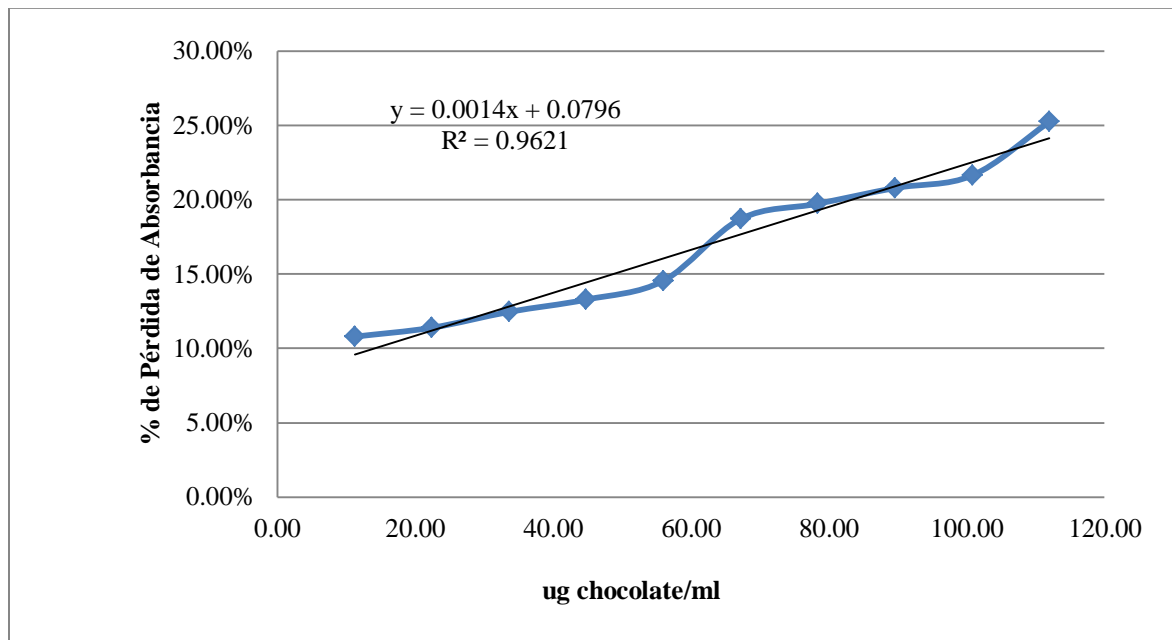


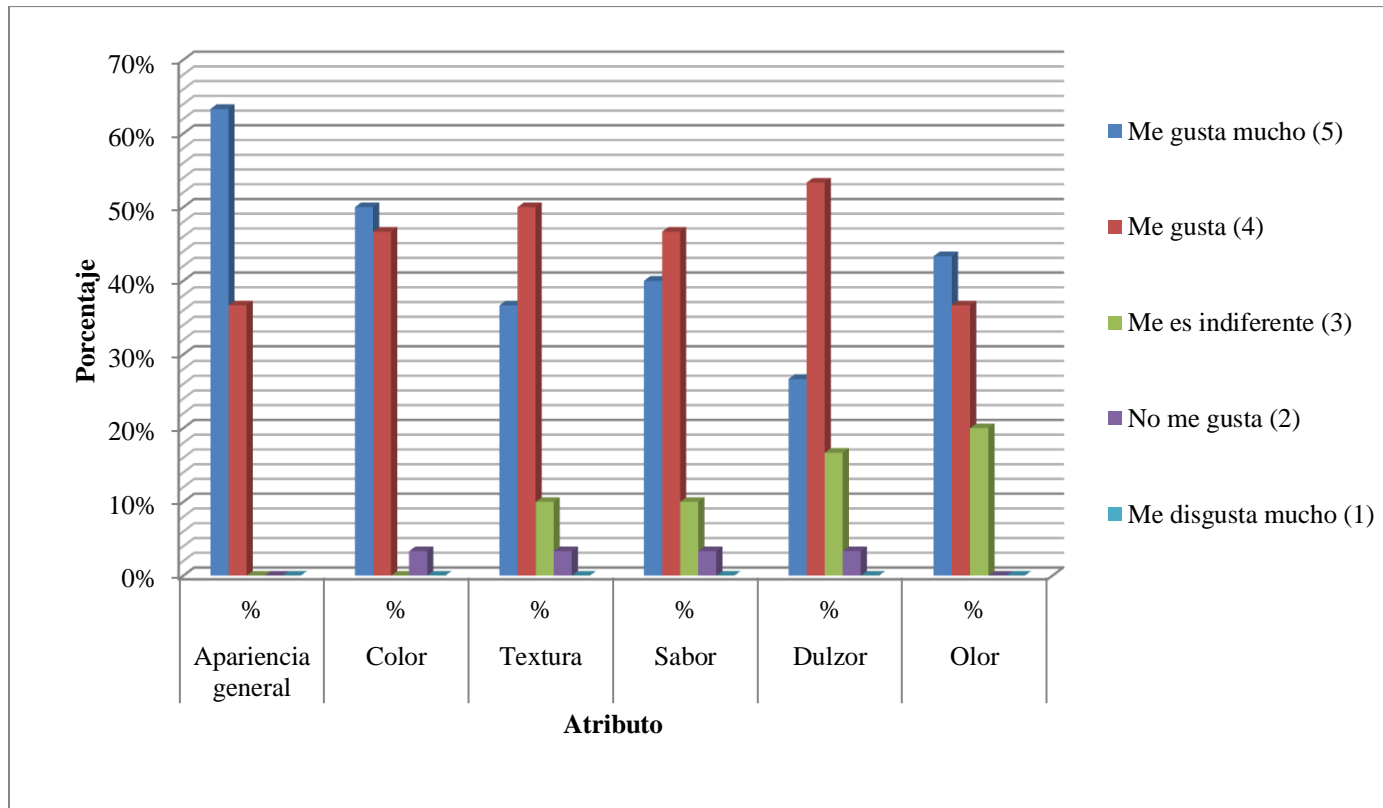
Tabla 14: Capacidad antioxidante del chocolate por método DPPH

ml de muestra	ug/ml	CORRIDA 1			CORRIDA 2			Promedio % Pérdida de A	Desviación estándar	EC <sub>50</sub>
		A a t= 0 min	A a t=30 min	% Pérdida de A	A a t= 0 min	A a t=30 min	% Pérdida de A			
0.1	11.20	1.320	1.174	11.06%	1.321	1.182	10.52%	10.79%	0.38%	300.28 ug/ml (0.3 mg/ml)
0.2	22.40	1.474	1.302	11.67%	1.475	1.311	11.12%	11.39%	0.39%	
0.3	33.60	1.413	1.241	12.17%	1.405	1.226	12.74%	12.46%	0.40%	
0.4	44.80	1.412	1.227	13.10%	1.405	1.2158	13.47%	13.28%	0.26%	
0.5	56.00	1.302	1.114	14.44%	1.275	1.088	14.67%	14.55%	0.16%	
0.6	67.20	1.279	1.038	18.84%	1.254	1.021	18.58%	18.71%	0.19%	
0.7	78.40	1.305	1.045	19.92%	1.294	1.041	19.55%	19.74%	0.26%	
0.8	89.60	1.283	1.015	20.89%	1.314	1.042	20.70%	20.79%	0.13%	
0.9	100.80	1.306	1.031	21.06%	1.323	1.029	22.22%	21.64%	0.82%	
1	112.00	1.397	1.042	25.41%	1.391	1.042	25.09%	25.25%	0.23%	

De acuerdo a Perea-Villamil (2009) el valor promedio de la concentración efectiva media EC<sub>50</sub> del chocolate oscuro es de 0.4 mg/ml (Figura 5), es decir que el chocolate desarrollado tiene mayor capacidad antioxidante que el valor registrado en la literatura.















Gráfica 14: Resultados de prueba de aceptabilidad del chocolate


















## E. Evaluación de vida de anaquel

### 1. Fotos vida de anaquel durante 11 semanas

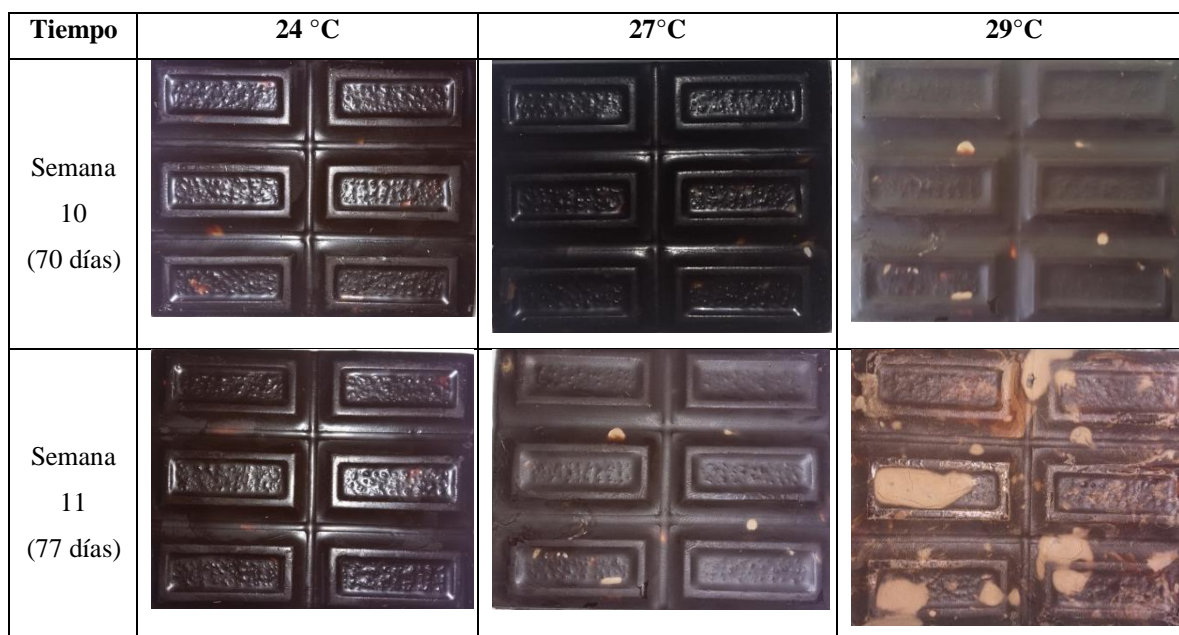
Tabla 16: Fotos vida de anaquel durante 11 semanas

Tiempo	24 °C	27°C	29°C
Semana 1 (7 días)			
Semana 2 (14 días)			
Semana 3 (21 días)			
Semana 4 (28 días)			

Continuación Tabla 16: Fotos vida de anaquel durante 11 semanas

Tiempo	24 °C	27°C	29°C
Semana 5 (35 días)			
Semana 6 (42 días)			
Semana 7 (49 días)			
Semana 8 (56 días)			
Semana 9 (63 días)			

Continuación Tabla 16: Fotos vida de anaquel durante 11 semanas

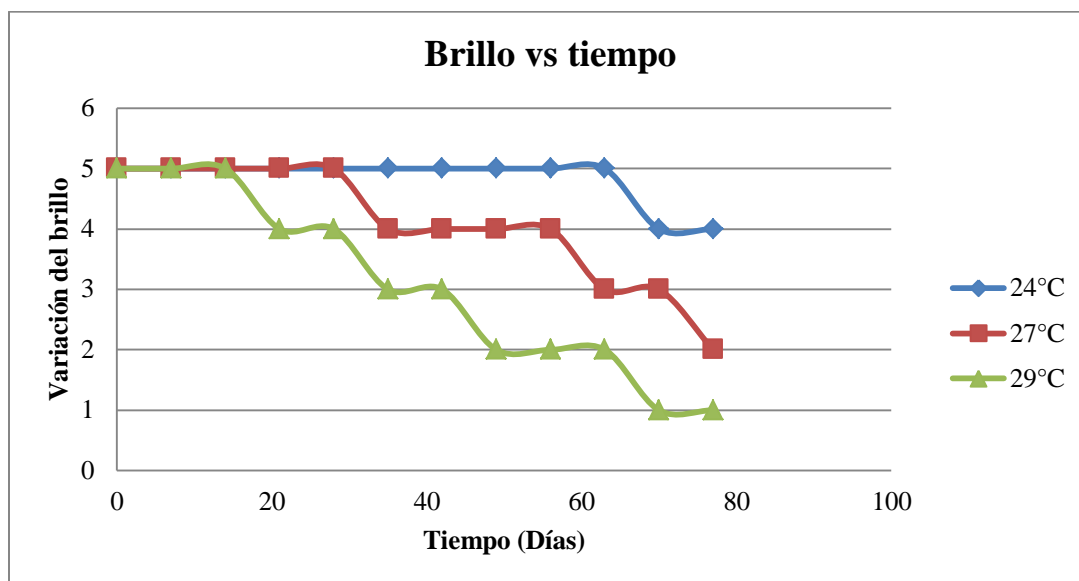


## 2. Vida de anaquel según variación en brillo del chocolate

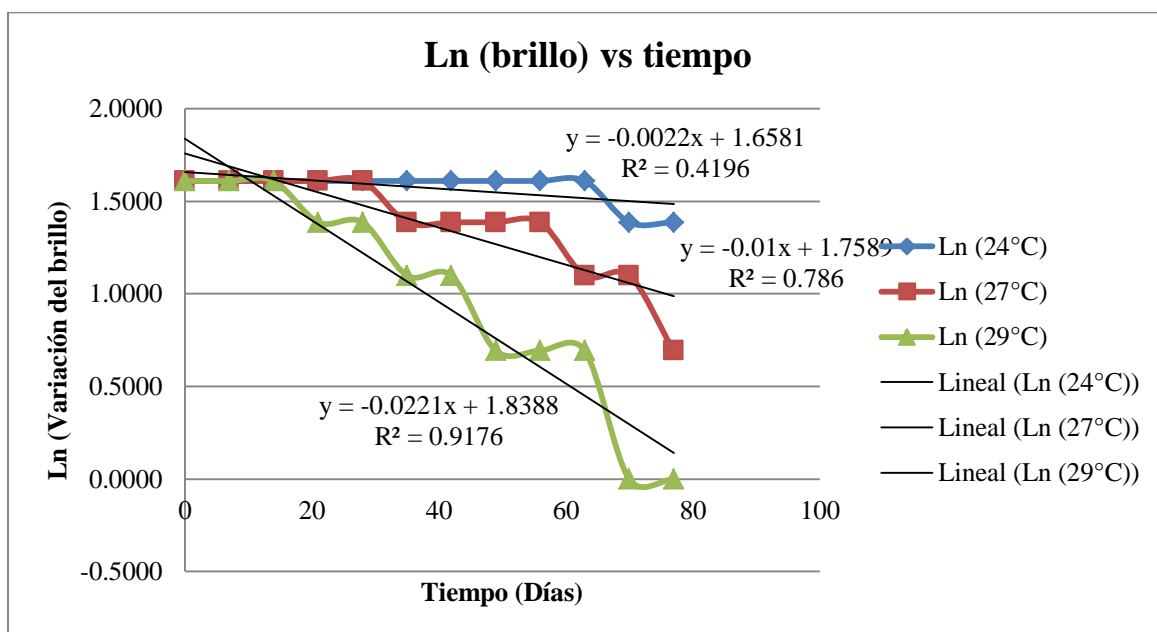
Tabla 17: Brillo en muestras durante 11 semanas

Semana	Días	24°C	27°C	29°C	Días	Ln (24°C)	Ln (27°C)	Ln (29°C)
0	0	5	5	5	0	1.61	1.61	1.61
1	7	5	5	5	7	1.61	1.61	1.61
2	14	5	5	5	14	1.61	1.61	1.61
3	21	5	5	4	21	1.61	1.61	1.39
4	28	5	5	4	28	1.61	1.61	1.39
5	35	5	4	3	35	1.61	1.39	1.10
6	42	5	4	3	42	1.61	1.39	1.10
7	49	5	4	2	49	1.61	1.39	0.69
8	56	5	4	2	56	1.61	1.39	0.69
9	63	5	3	2	63	1.61	1.10	0.69
10	70	4	3	1	70	1.39	1.10	0.00
11	77	4	2	1	77	1.39	0.69	0.00

Gráfica 15: Brillo vs tiempo durante 11 semanas



Gráfica 16: Ln (brillo) vs tiempo durante 11 semanas

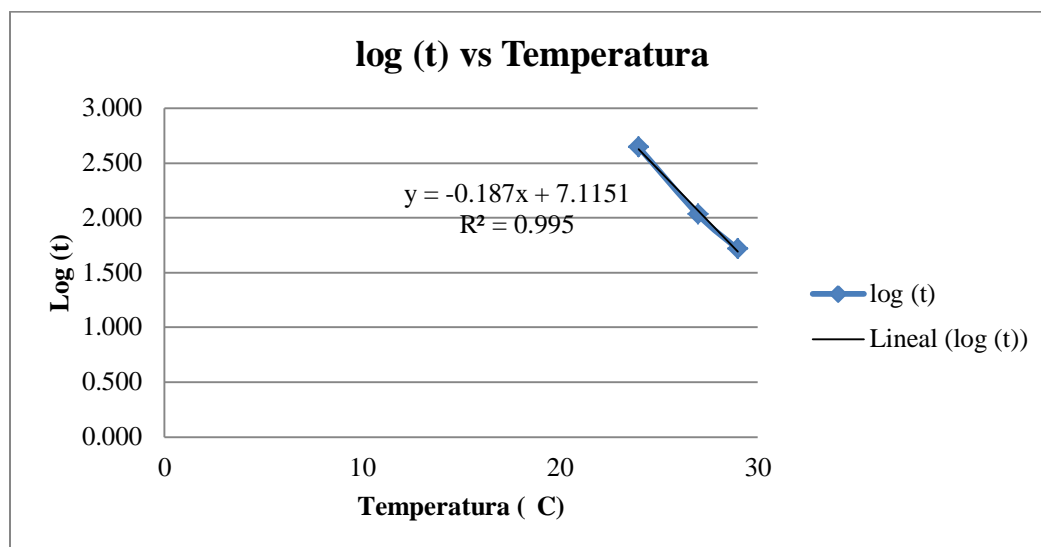


Siendo el valor del brillo en el cual se rechaza el chocolate = 2 y  $\text{Ln}(2) = 0.693147$ :

Tabla 18: Vida de anaquel según brillo a distintas temperaturas de almacenamiento

T(°C)	t (días)	log (t)
24	438.62	2.64
27	106.58	2.03
29	51.84	1.72

Gráfica 17: log (t) vs Temperatura según brillo



A partir de la ecuación de la Gráfica 17: log (t) vs Temperatura según brillo se obtiene que el tiempo de vida del chocolate a 25°C (temperatura promedio en Guatemala) es:

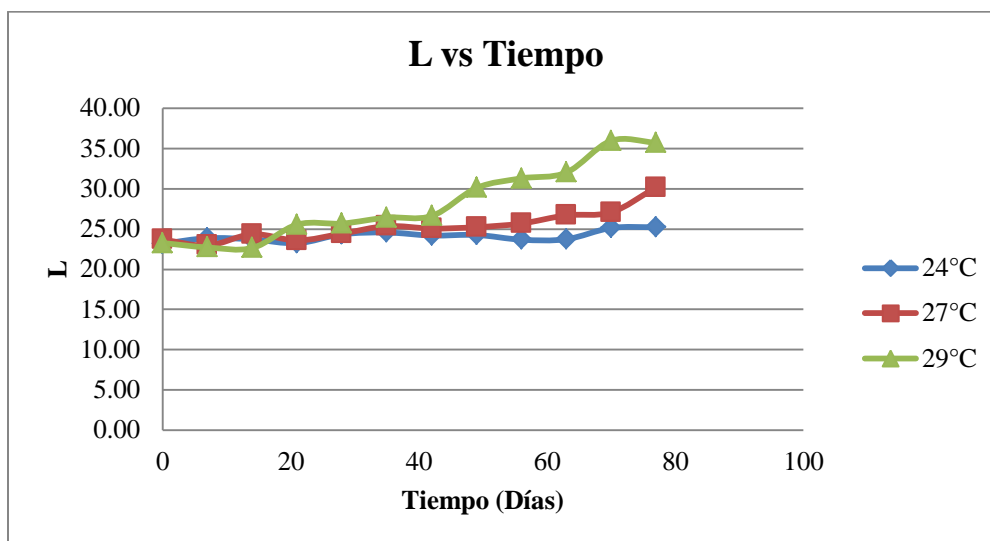
$$t = 10^{-0.187 T + 7.1151} \quad t (25^{\circ}\text{C}) = 275.49 \text{ días (9.18 meses)}$$

### 3. Vida de anaquel según variación en valor L (colorímetro) del chocolate

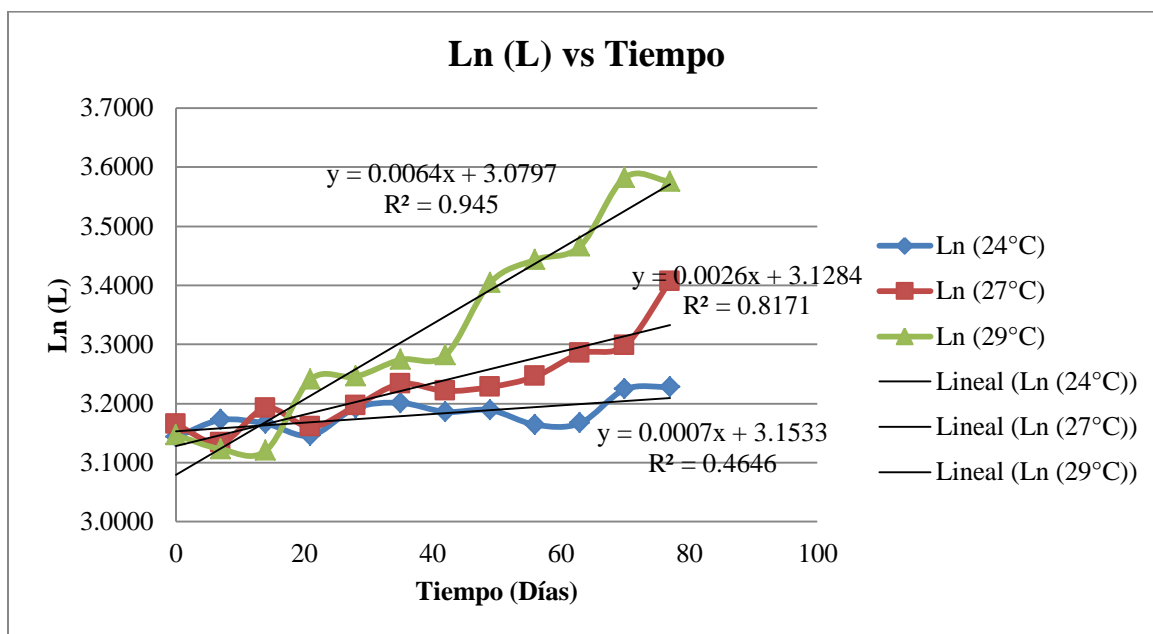
Tabla 19: Valor L en muestras durante 11 semanas

Semana	Días	24°C	27°C	29°C	Días	Ln (24°C)	Ln (27°C)	Ln (29°C)
0	0	23.18	23.68	23.26	0	3.14	3.16	3.15
1	7	23.86	22.95	22.71	7	3.17	3.13	3.12
2	14	23.71	24.35	22.65	14	3.17	3.19	3.12
3	21	23.24	23.58	25.56	21	3.15	3.16	3.24
4	28	24.35	24.43	25.68	28	3.19	3.20	3.25
5	35	24.56	25.36	26.42	35	3.20	3.23	3.27
6	42	24.19	25.06	26.62	42	3.19	3.22	3.28
7	49	24.26	25.23	30.10	49	3.19	3.23	3.40
8	56	23.67	25.68	31.29	56	3.16	3.25	3.44
9	63	23.73	26.70	32.01	63	3.17	3.28	3.47
10	70	25.13	27.07	35.96	70	3.22	3.30	3.58
11	77	25.23	30.15	35.72	77	3.23	3.41	3.58

Gráfica 18: Valor L vs tiempo durante 11 semanas



Gráfica 19: Ln (L) vs tiempo durante 11 semanas

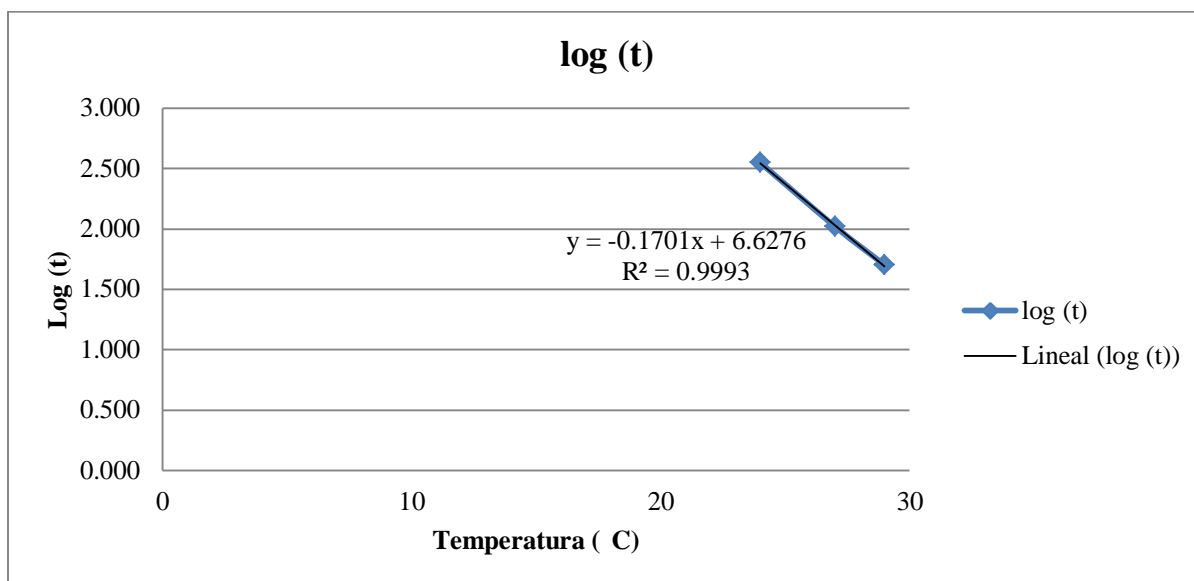


Siendo el valor de L en el cual se rechaza el chocolate = 30 y  $\text{Ln}(30) = 3.4012$ :

Tabla 20: Vida de anaquel según valor de L a distintas temperaturas de almacenamiento

T(°C)	t (días)	log (t)
24	354.14	2.55
27	104.92	2.02
29	50.23	1.70

Gráfica 20: log (t) vs Temperatura según valor de L



A partir de la ecuación de la Gráfica 20: log (t) vs Temperatura según valor de L se obtiene que el tiempo de vida del chocolate a 25°C (temperatura promedio en Guatemala) es:

$$t = 10^{-0.1701T+6.6276} \quad t(25^{\circ}\text{C}) = 237.19 \text{ días (7.9 meses)}$$

Tabla 21: Vida de anaquel a 25°C según brillo y según valor de L

Parámetro	t (días)	t (meses)
Brillo	275.49 días	<b>9.18 meses</b>
L	237.19 días	7.9 meses

Dado que el valor medio de la vida de anaquel de un chocolate es de un año y que el factor más importante para determinar su vida útil es visual, su brillo, se tomará como vida de anaquel del chocolate desarrollado **9.18 meses**.

## VIII. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El primer paso para la elaboración del chocolate fue la obtención de información del mercado del chocolate en Guatemala, para así determinar las oportunidades que existen en el mercado. Por medio de la arena competitiva (Figura 14) se encontró una oportunidad de mercado en el desarrollo de una barra de chocolate sin azúcar de tamaño mediano, ya que ninguna de las marcas de venta en supermercados tiene esta presentación, además en la encuesta de evaluación del mercado de chocolate en Guatemala (Anexo A) se encontró que la presentación que los encuestados consumen más a menudo es el chocolate en barra (Gráfica 6).

En el mapa de posicionamiento (Figura 13) se puede ver que únicamente hay tres marcas de chocolates sin azúcar de venta en los supermercados, ninguna es nacional y su precio varía entre Q12.16 y Q24.00 por 50 g. En el anexo J se muestran los costos del chocolate desarrollado, cuyo costo total fue de Q11.97 por 50 g, por lo cual para obtener una ganancia de un 40% su precio de venta debería de ser de Q16.76, el cual está dentro del rango de precios de los chocolates sin azúcar de venta en supermercados. Sin embargo se recomienda buscar otros proveedores de manteca y licor de cacao, o evaluar desarrollar el chocolate desde la semilla de cacao para disminuir los costos de materia prima.

Tanto el mapa de posicionamiento como la arena competitiva se hicieron en base a los chocolates de venta en supermercados, ya que en la encuesta de evaluación del mercado se encontró que es donde el 64% de los encuestados suelen comprar este producto (Gráfica 5); sin embargo se recomienda evaluar el mercado en tiendas especializadas en productos sin azúcar, para tener un mejor parámetro de comparación de más variedades de chocolates sin azúcar y sus precios.

Por medio de la encuesta de evaluación del mercado se encontró que al 98% de los encuestados, de edades entre 15 y 75 años les gusta el chocolate (Gráfica 3) y que un 48% lo consume mínimo una vez por semana (Gráfica 4). Esto indica una oportunidad de mercado en la industria de chocolate, ya que es un producto de gusto generalizado y con un alto consumo. En la encuesta también se encontró que un 73% de los encuestados estarían interesados en comprar un chocolate sin azúcar que contenga un endulzante bajo en calorías (Gráfica 10).

En la encuesta no se encontró una diferencia significativa en la preferencia entre chocolate con frutos secos, chocolate oscuro y chocolate con leche (Tabla 26), pero sí preferencia de estos sobre el chocolate blanco. Sin embargo la leche contiene grasa de la crema y azúcar por la lactosa, nutrientes que no son beneficiosos para una persona diabética o para alguien que quiera cuidar su salud, además que los chocolates con leche tienen un porcentaje significativamente menor de cacao, disminuyendo las propiedades beneficiosas de este; por lo tanto se optó por desarrollar una barra de chocolate oscuro sin azúcar y con almendras. Se recomienda en estudios de investigación posteriores desarrollar formulaciones

de más tipos de chocolates sin azúcar, como chocolate con leche, sin frutos secos, con mayor y menor porcentaje de cacao, etc. para cubrir así más necesidades del mercado. Se escogieron las almendras como ingrediente por ser el fruto seco por ser el más versátil y el más popular para su uso en alimentos, además de tener nutrientes y vitaminas beneficiosos para la salud. Asimismo se busca cumplir con la tendencia actual de productos sin azúcar, para personas que busquen cuidar su salud reduciendo su consumo de azúcares, o que sean diabéticas y no puedan consumir azúcar. Se recomienda en estudios de investigación posteriores investigar y desarrollar formulaciones utilizando stevia como edulcorante de alta intensidad, ya que es el edulcorante de tendencia actual en la industria alimenticia.

Para formular el chocolate se partió de una formulación base, la cual posteriormente se fue modificando para mejorar el sabor. La formulación base se realizó basándose en varias etiquetas de ingredientes de distintas marcas de chocolates sin azúcar: Torras, Hershey's y Russel Stover, y en formulaciones de patentes (Anexo C) para estimar las cantidades a utilizar de cada uno de los ingredientes. La formulación final del chocolate fue de 70% cacao (60% licor de cacao y 10% manteca de cacao) utilizando eritritol (10%), polidextrosa (10%) e isomalt (9.66 %) como agentes de volumen y masa que tienen bajo poder edulcorante relativo a la sacarosa, por lo que se pueden usar en mayor cantidad; lecitina de soya (0.30 %) como emulsificante para evitar la separación de la grasa en el chocolate y sucralosa (0.04 %) como edulcorante de alta intensidad, razón por la cual se usa en una cantidad pequeña. La tableta final con almendras fue un 90% chocolate y un 10% almendras.

Con la finalidad de caracterizar el chocolate desarrollado se hizo un análisis proximal de este. En este se encontró que el chocolate tiene un 37.73% de grasa, lo cual representa 9 g por porción de 25 g de chocolate, un 14% del requerimiento diario para una dieta de 2000 calorías. Este valor es superior al reportado por Valenzuela (2007), si embargo al compararlo con las etiquetas nutricionales de otros chocolates sin azúcar (Anexo C) la cantidad de grasa por porción es menor a estos, o similar tomando como porción 40 g que es la porción recomendada en estos chocolates. Se encontró también que el chocolate desarrollado tiene un 2.73% de proteína, equivalente a 0.9 g por porción, o bien 1.44 g por 40 g de chocolate. Este valor es similar al de las etiquetas nutricionales de otros chocolates sin azúcar, en las cuales la cantidad de proteína varía entre 1g y 2 g por porción de 40 g de chocolate. Se encontró además que el chocolate tiene un 54.64% de carbohidratos totales, valor similar al reportado por Valenzuela (2007) de 61%. Este valor representan 13.66 g por porción, un 5% del requerimiento diario para una dieta de 2000 calorías, o bien 21.86 g por 40 g de chocolate. Este valor es similar al de las etiquetas nutricionales de otros chocolates sin azúcar, en las cuales la cantidad de carbohidratos varía entre 22 y 25 g por 40 g de chocolate. Se encontró que el chocolate tiene un 0.0208% de sodio, equivalente a 5.20 mg por porción, un 0.2169% del requerimiento diario para una dieta de 2000 calorías, o bien 8.32 mg en 40 g de chocolate. Este valor es menor al de las etiquetas nutricionales de otros chocolates sin azúcar, en las cuales la cantidad de sodio varía entre 15 y 25 g en 40 g de chocolate. Esto es algo positivo, ya que el sodio es un mineral indeseable por los efectos nocivos que puede causar en la salud, especialmente en la presión sanguínea.

Se encontró que el chocolate tiene un 0.0149% de hierro, equivalente a 3.72 mg por porción, un 21% del requerimiento diario para una dieta de 2000 calorías, o bien 33.6% por 40 g de chocolate. Este valor es muy superior al de las etiquetas nutricionales de otros chocolates sin azúcar, en las cuales la cantidad de sodio varía entre 6 a 10% del requerimiento diario en 40 g de chocolate. Esto es algo positivo, ya que el hierro juega un papel importante en la producción de hemoglobina y mioglobina en el cuerpo humano.

Se encontró que el chocolate tiene 159.86 kcal por porción de 25 g, o bien 255.78 kcal por 40 g de chocolate. Este valor es mayor al de las etiquetas nutricionales de otros chocolates sin azúcar, en las cuales las calorías varían entre 160 y 200 kcal en 40 g de chocolate. Esto puede deberse a que los otros chocolates son chocolates oscuros sin frutos secos, que posiblemente tengan un mayor porcentaje de cacao y poca cantidad de manteca de cacao. Además las almendras al ser un fruto seco alto en lípidos, aportan calorías adicionales al chocolate desarrollado a diferencia de los otros chocolates sin almendras.

Según los resultados obtenidos en el análisis bromatológico se realizó una etiqueta nutricional para el chocolate desarrollado, la cual se muestra en el Anexo K. en esta se tomó como tamaño de porción media barra de chocolate, es decir 25 g y en base a los valores diarios recomendados por la FDA para una dieta de 2,000 kcal se muestran los porcentajes de valores diarios que aporta el chocolate de cada nutriente.

La concentración efectiva media  $EC_{50}$  para el chocolate desarrollado fue de 300.28  $\mu\text{g/ml}$  (0.3  $\text{mg/ml}$ ) de acuerdo al método DPPH. Según Perea-Villamil (2009) para un chocolate amargo la  $EC_{50}$  es de 0.4  $\text{mg/ml}$ , es decir que la cantidad total de antioxidante necesaria para disminuir la concentración inicial del radical DPPH en un 50% es menor para el chocolate desarrollado, lo cual representa una mayor capacidad antioxidante, siendo esta una característica funcional del chocolate. De acuerdo a Hernández (2004) los antioxidantes presentes en el chocolate ayudan a prevenir el envejecimiento, además de enfermedades como cáncer, problemas cardiovasculares y cataratas.

La prueba de aceptabilidad del chocolate fue realizada a 30 consumidores potenciales, ya que según Rada (2011) cuando la prueba hedónica se hace a consumidores, que no están entrenados como jueces, se debe realizar mínimo a 30 personas. El 100% de los encuestados calificaron la apariencia general del chocolate entre Me gusta (4) y me gusta mucho (5), un 97% el color, un 87% la textura, 87% el sabor, 80% el dulzor y un 80% el olor. Esto indica una buena aceptabilidad sensorial del chocolate por parte del consumidor en todos los parámetros evaluados. Debido a que la formulación evaluada tuvo buena aceptabilidad por parte del consumidor se tomó esta como la formulación final del chocolate.

Como empaque para el chocolate se utilizó un empaque de aluminio, ya que este otorga una alta barrera que protege al chocolate de la luz, el oxígeno y la humedad, lo cual conserva las características físicas y químicas de este, además de adaptarse fácilmente a la forma del chocolate.

La evaluación de vida de anaquel se hizo en base a la variación en el brillo del chocolate y en base a la variación en valor L de la escala del colorímetro Hunterlab ya que fueron los dos parámetros que presentaron mayor variación con el tiempo. El sabor no presentó variación en el chocolate almacenado a 24°C, tuvo una variación solo de 0.5 cm en la escala en las muestras almacenadas a 27°C y una variación de 1 cm en las muestras almacenadas a 29°C, con lo cual no se puede aplicar adecuadamente el modelo de Arrhenius para calcular la vida de anaquel del chocolate. Sin embargo este resultado es deseable, ya que el sabor deseable del chocolate se conserva con el tiempo y la temperatura.

De acuerdo al modelo de Arrhenius al almacenar el chocolate a una temperatura promedio de 25°C su vida de anaquel será de 275 días, en base a su brillo, y de 237 días en base al valor e L en la escala de color del colorímetro Hunterlab. Esta diferencia entre un parámetro y otro puede deberse a que la evaluación del brillo puede ser más subjetiva, ya que se hace con una cartilla de color y factores como la luz pueden influenciar la evaluación; mientras que el valor de L arroja un resultado objetivo al hacerse con un colorímetro y no depender de la percepción visual de una persona. Sin embargo se pudo observar relación entre la variación de ambos parámetros, del brillo y del valor L, por lo que cualquiera de los dos atributos fueron adecuados para la evaluación de vida de anaquel. Dado que el factor más importante para determinar la vida útil de un chocolate es su apariencia, principalmente su brillo, se tomará como vida de anaquel del chocolate desarrollado 9.18 meses (275 días) basado en la variación en el brillo. De acuerdo a Chica (2003) la vida de anaquel para un chocolate almacenado a 18°C y 80%HR es de 255.87 días, de 226.22 días almacenado a 20°C y 80%HR y de 124.91 días a 25°C y 80%HR. Con base en esto el chocolate desarrollado tuvo una vida de anaquel similar o superior a lo obtenido en el estudio de Chica (2003), lo cual es un resultado deseable para la vida de anaquel del chocolate desarrollado.

El coeficiente de determinación  $R^2$  para la gráfica de variación a 24°C, tanto para el brillo como para L, fue menor a 0.5 y se busca que sea lo más cercano a 1 para que la ecuación sea representativa. Esto se debió a que no hubo cambios significativos a esta temperatura para aplicar el modelo de Arrhenius, por lo tanto se recomienda realizar el estudio de vida de anaquel por más tiempo y así observar mayores cambios en las muestras almacenadas a 24°C, o bien evaluar a una temperatura de almacenamiento más alta, como 26°C o 28°C, siempre que no sea mayor a 29°C ya que a temperaturas superiores a esta el chocolate cambia de fase y se deforma. En las muestras almacenadas a 29°C a partir de la semana 10 aparecieron manchas en el chocolate debido a un problema de “fat Bloom”, esto ocurrió debido a que la temperatura es muy alta para almacenar el chocolate, lo cual provoca un cambio en la estructura de la manteca de cacao y se da la migración de grasas a la superficie del chocolate ocasionando estas manchas.

## IX. CONCLUSIONES

1. Se desarrolló una tableta de chocolate oscuro, 70% cacao sin azúcar y con almendras utilizando eritritol, isomalt y polidextrosa como agentes de volumen y masa, y sucralosa como edulcorante de alta intensidad.
2. Con base en información del mercado del chocolate en Guatemala se determinó una oportunidad de mercado en el desarrollo de una barra mediana de chocolate oscuro con almendras.
3. Se realizó un análisis proximal para caracterizar el chocolate y como funcionalidad se obtuvo una concentración efectiva media  $EC_{50} = 0.30$  mg/ml de acuerdo al método DPPH, lo cual representa una capacidad antioxidante alta.
4. El chocolate desarrollado tuvo una buena aceptabilidad sensorial por parte del consumidor en todos los parámetros evaluados: apariencia general, color, textura, sabor, dulzor y olor.
5. El chocolate desarrollado, con empaque de aluminio y almacenado a 25°C, tiene una vida de anaquel de 275 días en base a su brillo.

## X. RECOMENDACIONES

1. Evaluar el mercado en tiendas especializadas en productos sin azúcar, para tener un mejor parámetro de comparación de precios de chocolates sin azúcar.
2. Investigar y desarrollar formulaciones utilizando stevia como edulcorante de alta intensidad, ya que es el edulcorante de tendencia actual en la industria alimenticia.
3. Buscar otros proveedores de manteca y licor de cacao, o evaluar desarrollar el chocolate desde la semilla de cacao para disminuir los costos de materia prima.
4. Desarrollar formulaciones de más tipos de chocolates sin azúcar, como chocolate con leche, sin frutos secos, con mayor y menor porcentaje de cacao, etc.
5. Realizar el estudio de vida de anaquel por más tiempo para observar mayores cambios en las muestras almacenadas a 24°C, o bien evaluar a una temperatura de almacenamiento más alta.

## XI. BIBLIOGRAFÍA

- Agell, Oriol. 2000. *La seguridad alimentaria del chocolate*. Cataluña: Observatori de Seguretat Alimentària. 18 págs.
- «Alimentos y golosinas con edulcorantes». 2008. *Informe Medico*. 10(6): 47.
- American Diabetes Association. *Índice glucémico y diabetes*. <http://www.diabetes.org/es/alimentos-y-actividad-fisica/alimentos/que-voy-a-comer/comprencion-de-los-carbohidratos/indice-glucemico-y-diabetes.html?referrer=https://www.google.com.gt/> [10/10/2016]
- AOAC. 1984. *Official Methods of Analysis*. 14 ed. Washington, D.C.: Association of Official Analytical Chemists.
- Bay Real, Edgar Amilcar. 2011. *Producción y comercialización de cacao (theobroma de cacao), en el parcelamiento pueblo nuevo, municipio de Ixcán, departamento de Quiché*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Biblioteca USAC. 63 págs.
- Berganza, Nancy, et al. 2012. *Factores de riesgo asociados a diabetes mellitus tipo 2*. Tesis Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala: Biblioteca USAC. 112 págs.
- Calzada-León, R., de la Luz Ruiz-Reyes, M., Altamirano-Bustamante, N., & Padrón-Martínez, M. M. 2013. «Características de los edulcorantes no calóricos y su uso en niños». *Acta Pediátrica De México* 34(3), 141-153.
- Chica, Bibiana; Osorio, Sandra. 2003. *Determinación de la vida de anaquel del chocolate de mesa sin azúcar en una película de polipropileno biorientado*. Tesis Universidad Nacional de Colombia: CORE UK. 90 págs.
- Chocolates Torras. *Empresa*. <http://www.chocolatestorras.com/es/empresa/> [12/10/2016]
- Dorantes Cerrate, Ana Lucía. 2012. *Determinación de la capacidad antioxidante del café (Coffea Arábica) de diversas regiones en Guatemala*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala: Biblioteca UVG. 65 págs.
- «10 tendencias globales. (cover story)». 2013. *Industria Alimenticia*. 24(6): 14-30.

- García-Almeida, J. M.; Casado Fdez., G. a. y García Alemán, J. 2013. «Una visión global y actual de los edulcorantes. Aspectos de regulación». *Nutrición Hospitalaria* [España]. 28: 17-31.
- Hernández, Jorge Castillo. 2004. «EL chocolate o los beneficios de un antioxidante (una historia real)». *Hospitalidad ESDAI* [México]. (6): 107-121.
- Higueros, Claudia María. 1996. *Desarrollo de una tableta de chocolate de leche, con calorías y grasa reducidas, para ser consumida por personas diabéticas*. Tesis Universidad del Valle de Guatemala. Guatemala: Biblioteca UVG. 72 págs.
- Informe Nacional de Desarrollo Humano. 2005. *Estratificación socioeconómica y desigualdades en la Guatemala diversa*. 24 págs.
- «Las Almendras Brillan con Luz Propia». 2012. *Industria Alimenticia*. 23(6): 39-40.
- Martín, M.A. *et al.* 2014. « Los flavonoides del cacao contribuyen a la prevención nutricional de la diabetes mellitus tipo 2». *Molecular Nutrition & Food Research*. 58: 447-456.
- Mercado H., Salvador. 2000. *Comercio internacional: Mercadotecnia Internacional, importación-exportación*. 4ª ed. México: Limusa. 311 págs.
- Minifie, Bernard W. 1999. *Chocolate cocoa and confectionery science and technology*. 3ª ed. California: Aspen Publishers. 905 págs.
- Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA. 2014. *Perfil Comercial cacao*. Gobierno de Guatemala. 11 págs.
- Mitchell, Helen. 2006. *Sweeteners and Sugar Alternatives in Food Technology*. 1 ed. Oxford: Wiley-Blackwell. 413 págs.
- Moreira, Juan Pablo. 2014. «Diabetes Mellitus en Guatemala: aspectos epidemiológicos». *Revista Guatemalteca de Cardiología*. 24(1): S34- S38.
- Möller, Erwin. 2007. « BENEFICIOS DEL CHOCOLATE.». *Contenido S.A* [México]. (525): 6.
- Nestlé España. *Fabricación del chocolate*. <https://www.chocolatesnestle.es/fabricacion-curiosidades/fabricacion-chocolate> [06/10/2016]

- Oficina Española de patentes y marcas. *Procedimiento para la producción de chocolate*. [http://www.espatentes.com/pdf/2077183\\_t3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/2077183_t3.pdf) [24/10/16]
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2016. *Informe mundial sobre la diabetes. Resumen de orientación publicado en Abril de 2016*. 4 págs.
- OMS (Organización Mundial de la Salud). 2014. *10 datos sobre la diabetes*. <http://www.who.int/features/factfiles/diabetes/facts/es/> [15/10/2016]
- Perea-Villamil, J.; Cadena-Cala, T. y Herrera-Ardila, J. 2009. «El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento». *Revista Salud UIS* [Colombia]. 41 (2) <http://revistas.uis.edu.co/index.php/revistasaluduis/article/view/319/3816> [08/03/2017]
- «Procesamiento Real De Chocolate». 2012. *Industria Alimenticia*. 23(1): 52-55.
- Rada, Guillermo Reglero. 2011 *Conceptos básicos. Importancia del Análisis Sensorial en la industria alimentaria*. <https://www.digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf> [08/03/2017]
- Rangel Rodríguez, Carlos Alberto y de la Rosa Carrillo, Laura Alejandra. 2013. «Proteínas en frutos secos: algo más que alérgenos.» *Acta Universitaria*. 23(5): 3-9.
- RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) 67.04.54:10. 2012. *Alimentos y Bebidas Procesadas. Aditivos Alimentarios*. 410 págs.
- Swiss Pac Ecuador. *Bolsas para Chocolates y Snacks / Nueces*. <http://www.swisspac.ec/bolsas-para-chocolates-y-snacksnueces/> [09/10/2016]
- «Tendencias de ingredientes en América Latina». 2014. *Industria Alimenticia*. 25(5): 10-22.
- Valenzuela B, Alfonso. 2007. «Chocolate, a healthy pleasure». *Revista chilena de nutrición*, 34(3): 180-190.
- Webb, Densie. 2015. «Popular Nutrition Trends for 2016». *Today's Dietitian*. 18(12): 26

## XII. ANEXOS

### A. Formato de encuesta para determinar características y preferencias del mercado de chocolate en Guatemala

Figura 15: Formato de encuesta de mercado parte 1

## Mercado de Chocolate

Buen día, el objetivo de la siguiente encuesta es evaluar el mercado del chocolate en Guatemala, sus respuestas son muy importantes para la investigación. Esta tomará de 2 a 3 minutos, muchas gracias por su tiempo.

\*Obligatorio

### Género \*

- Maculino
- Femenino

### Edad \*

- 15-25 años
- 26-35 años
- 36-55 años
- 56-75 años
- Más de 75 años

### ¿Le gusta el chocolate? \*

- Sí
- No

Figura 16: Formato de encuesta de mercado parte 2

**¿Qué tan a menudo consume chocolate? \***

- Más de una vez por semana
- Una vez por semana
- Dos veces al mes
- Una vez al mes
- Menos de una vez al mes
- Nunca

**Quando consume chocolate, ¿dónde lo suele comprar? \***

- Supermercados
- Chocolaterías
- Tiendas de barrio
- Otros: \_\_\_\_\_

**¿Qué presentación de chocolate consume más a menudo? \***

- Chocolate en barra/tableta
- Bombones de chocolate rellenos
- Chocolates tipo Kisses
- Otros: \_\_\_\_\_

**¿Qué sabor/tipo de chocolate prefiere? \***

- Con leche
- Blanco
- Amargo (Oscuro)
- Con frutos secos (Ej: Almendras)
- Otros: \_\_\_\_\_

Figura 17: Formato de encuesta de mercado parte 3

¿Qué tamaño prefiere para una barra de chocolate? \*

\* Las imágenes y las marcas se muestran únicamente como referencia de tamaño



Pequeña (ej: Hershey miniaura)



Mediana (ej: Hershey, granada)



Grande: (ej: Toblerone mediano)



Extra grande (Ej: Hershey gigante)

Para usted, ¿cuál es el factor más importante al comprar un chocolate? \*

- Sabor (calidad)
- Precio
- Marca
- Cantidad de calorías
- Otros: \_\_\_\_\_

Figura 18: Formato de encuesta de mercado parte 4

¿Estaría interesado(a) en comprar un chocolate sin azúcar, con endulzante bajo en calorías? \*

- Sí
- No

¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por una barra de chocolate mediana sin azúcar? (Ej Tamaño: barra Hershey's estándar) \*

\* La barra Hershey's estándar (40 g) se menciona únicamente como referencia de tamaño

- Menos de Q5
- Q6-Q10
- Q11- Q15
- Q16-Q20
- Más de Q20

¿Cuál es su marca preferida de chocolate? \*

- Hershey's
- Granada
- Toblerone
- Snickers
- MilkyWay
- Otra:

ENVIAR

Nunca envíes contraseñas a través de Formularios de Google.

## B. Estadística de resultados encuesta para determinar características y preferencias del mercado de chocolate en Guatemala

1. Determinación de diferencia significativa por medio de diferencia de medias. Se tomó un nivel de confianza del 95% ( $\alpha=0.05$ ), para el cual tomando una distribución normal, el valor de Z es de 1.96.

Fórmula error estándar: 
$$\text{Error estándar} = \sqrt{p(1-p)\left(\frac{1}{N_1} + \frac{1}{N_2}\right)}$$

N=100 en todos los casos, ya que el número total de encuestados fue de 100. p1 se refiere al valor de la línea donde está el resultado, y p2 el valor de la línea inferior a esta. Si  $|p_1-p_2|$  es mayor que el producto del error estándar y Z, entonces se considera que la diferencia entre las respuestas es significativa.

Tabla 22: Diferencia de medias: ¿Le gusta el chocolate?

¿Le gusta el chocolate?	Respuestas	Fracción de respuesta	p= (p1+p2)/2	Error estándar	Diferencia mínima significativa= Z*Error estándar	p1-p2 (Mayor menos menor)	¿Es significativa? (p1-p2)> diferencia mínima
Sí	98	0.98	0.5	0.071	0.139	0.96	Sí
No	2	0.02					
TOTAL	100	1					

Tabla 23: Diferencia de medias: ¿Qué tan a menudo consume chocolate?

¿Qué tan a menudo consume chocolate?	Respuestas	Fracción de respuesta	P= (p1+p2)/2	Error estándar	Diferencia mínima significativa= Z*Error estándar	p1-p2 (Mayor menos menor)	¿Es significativa? (p1-p2)>dif mínima
Una vez por semana	31	0.31	0.265	0.062	0.122	0.09	No
Dos veces al mes	22	0.22	0.205	0.057	0.112	0.03	No
Una vez al mes	19	0.19	0.18	0.054	0.106	0.02	No
Más de una vez por semana	17	0.17	0.14	0.049	0.096	0.06	No
Menos de una vez al mes	11	0.11	0.055	0.032	0.063	0.11	Sí
Nunca	0	0					
TOTAL	100	1					

Tabla 24: Diferencia de medias: Cuando consume chocolate, ¿dónde lo suele comprar?

Quando consume chocolate, ¿dónde lo suele comprar?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p_1 + p_2) / 2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	$p_1 - p_2$ (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p_1 - p_2) > \text{diferencia mínima}$
Supermercados	64	0.64	0.435	0.070	0.137	0.41	Sí
Tiendas de barrio	23	0.23					
Chocolaterías	11	0.11					
Otro	2	0.02					
TOTAL	100	1					

Tabla 25: Diferencia de medias: ¿Qué presentación de chocolate consume más a menudo?

¿Qué presentación de chocolate consume más a menudo?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p_1 + p_2) / 2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	$p_1 - p_2$ (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p_1 - p_2) > \text{diferencia mínima}$
Chocolate en barra/tableta	73	0.73	0.455	0.070	0.138	0.55	Sí
Chocolates tipo Kisses	18	0.18					
Bombones de chocolate rellenos	6	0.06					
Otra	3	0.03					
TOTAL	100	1					

Tabla 26: Diferencia de medias: ¿Qué sabor/tipo de chocolate prefiere?

¿Qué sabor/tipo de chocolate prefiere?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p_1 + p_2) / 2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	$p_1 - p_2$ (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p_1 - p_2) > \text{diferencia mínima}$
Con frutos secos	32	0.32	0.315	0.066	0.129	0.01	No
Amargo (Oscuro)	31	0.31	0.29	0.064	0.126	0.04	No
Con leche	27	0.27	0.185	0.055	0.108	0.17	Sí
Blanco	10	0.1					
Otro	0	0					
TOTAL	100	1					

Tabla 27: Diferencia de medias: ¿Qué tamaño prefiere para una barra de chocolate?

¿Qué tamaño prefiere para una barra de chocolate?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p1+p2)/2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	p1-p2 (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p1-p2) > \text{diferencia mínima}$
Mediana (ej: Hershey, granada)	51	0.51	0.445	0.070	0.138	0.130	No
Pequeña (ej: Hershey miniatura)	38	0.38	0.235	0.060	0.118	0.290	Sí
Grande: (ej: Toblerone grande)	9	0.09					
Extra grande (Ej: Hershey gigante)	2	0.02					
TOTAL	100	1					

Tabla 28: Diferencia de medias: Para usted, ¿cuál es el factor más importante al comprar un chocolate?

Para usted, ¿cuál es el factor más importante al comprar un chocolate?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p1+p2)/2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	p1-p2 (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p1-p2) > \text{diferencia mínima}$
Sabor (calidad)	87	0.87	0.46	0.070	0.138	0.82	Sí
Marca	5	0.05					
Cantidad de calorías	5	0.05					
Precio	2	0.02					
Otro	1	0.01					
TOTAL	100	1					

Tabla 29: Diferencia de medias: ¿Estaría interesado(a) en comprar un chocolate sin azúcar, con endulzante bajo en calorías?

¿Estaría interesado(a) en comprar un chocolate sin azúcar, con endulzante bajo en calorías?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p1+p2)/2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	p1-p2 (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p1-p2) > \text{diferencia mínima}$
Si	73	0.73	0.5	0.071	0.139	0.46	Sí
No	27	0.27					
TOTAL	100	1					

Tabla 30: Diferencia de medias: ¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por una barra de chocolate mediana (Tamaño de barra Hershey's estándar) sin azúcar?

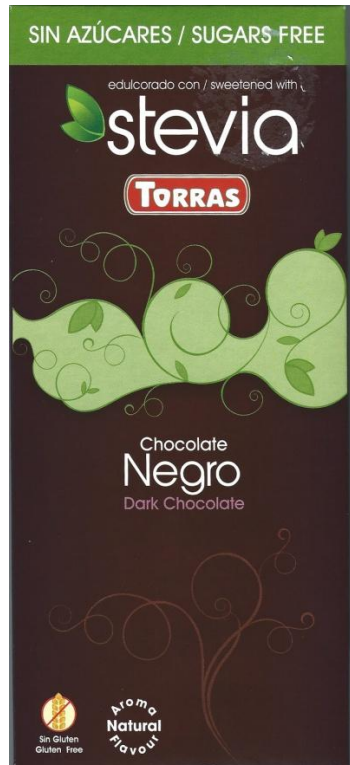
¿Cuánto estaría dispuesto(a) a pagar por una barra de chocolate mediana (Tamaño de barra Hershey's estándar) sin azúcar?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p1+p2)/2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	$p1-p2$ (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p1-p2) > \text{diferencia mínima}$
Q6-Q10	37	0.37	0.355	0.068	0.133	0.03	No
Q11- Q15	34	0.34	0.24	0.060	0.118	0.2	Sí
Q16-Q20	14	0.14					
Menos de Q5	10	0.1					
Más de Q20	5	0.05					
TOTAL	100	1					

Tabla 31: Diferencia de medias: ¿Cuál es su marca preferida de chocolate?

¿Cuál es su marca preferida de chocolate?	Respuestas	Fracción de respuesta	$P = (p1+p2)/2$	Error estándar	Diferencia mínima significativa = $Z * \text{Error estándar}$	$p1-p2$ (Mayor menos menor)	¿Es significativa? $(p1-p2) > \text{diferencia mínima}$
Hershey's	56	0.56	0.36	0.068	0.133	0.4	Sí
Toblerone	16	0.16					
Snickers	8	0.08					
MilkyWay	8	0.08					
Granada	7	0.07					
Otra	5	0.05					
TOTAL	100	1					

## C. Ejemplo de etiquetas para formulación base

Figura 19: Etiquetas chocolate marca Torras Sugars Free



### CHOCOLATE NEGRO CON EDULCORANTE / DARK CHOCOLATE WITH SWEETENER

E Ingredientes: Edulcorante (maltitol), pasta de cacao, manteca de cacao, inulina, cacao en polvo desgrasado, emulgente (lecitina de soja) y aroma natural (vainilla).  
C Ingredients: Edulcorant (maltitol), pasta de cacao, mantega de cacao, inulina, cacao en pols desgreixat, emulgent (lecitina de soja) i aroma natural (vainilla).

• E • **Chocolate Negro con edulcorantes. Ingredientes:** Pasta de cacao, edulcorantes: eritritol, glucósidos de esteviol (0.027%), manteca de cacao, inulina, cacao desgrasado en polvo, emulgente: lecitina de soja, aroma: vainillina. Un consumo excesivo puede producir efectos laxantes. Puede contener trazas de frutos de cáscara y leche. • C • **Xocolata Negra amb edulcorants. Ingredients:** pasta de cacao, edulcorants: eritritol, glucòsids d'esteviol (0.027%), mantega de cacao, inulina, cacao desgreixat en pols, emulgent (lecitina de soja), aroma (vainillina). Un consum excessiu pot produir efectes laxants. Pot tenir restes de llet i fruits de closca. • GB • **Dark chocolate with sweeteners. Ingredients:** cocoa mass, sweeteners: erythritol, steviol glycosides (0.027%), cocoa butter, inulina, defatted cocoa powder, emulsifier (soy lecithin), flavor (vanilla). Excessive consumption may produce laxative effects.

Fuente: <http://www.investigacionciencia.es/blogs/fisica-y-quimica/24/posts/chocolate-para-stevifilos-11966>

Figura 20: Etiqueta chocolate marca Hershey's Sugar Free



**HERSHEY'S**  
SPECIAL DARK  
sugar free  
MILDLY SWEET CHOCOLATES

SEE NUTRITION FACTS FOR FIBER AND SUGARATED FAT CONTENT

NET WT 2.17 OZ (62g)

Nutrition Facts	
Serving Size 5 pieces (40 g)	
Servings Per Container about 2	
Amount Per Serving	
<b>Calories</b> 160	Calories from Fat 110
%Daily Value*	
<b>Total Fat</b> 13 g	20%
Saturated Fat 8 g	40%
Trans Fat 0 g	
<b>Cholesterol</b> 10 mg	3%
<b>Sodium</b> 15 mg	1%
<b>Total Carbohydrates</b> 25 g	8%
Dietary Fiber 3 g	12%
Sugars 0 g	
Sugar Alcohols 20 g	
<b>Protein</b> 1 g	
Vitamin A 0%	Vitamin C 0%
Calcium 30%	Iron 6%

\*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet.

**INGREDIENTS:** MALTITOL; COCOA BUTTER; CHOCOLATE\*; POLYDEXTROSE; CREAM (MILK)\*; POLYGLUCITOL; MILK FAT; CONTAINS 2% OR LESS OF: CALCIUM CARBONATE; COCOA PROCESSED WITH ALKALI\*; MALTODEXTRIN\*; SODIUM CASEINATE (MILK); SOY LECITHIN; NATURAL AND ARTIFICIAL FLAVOR; PGPR, EMULSIFIER. (D)

\*ADDS A NEGLIGIBLE AMOUNT OF SUGAR.

**ALLERGY INFORMATION:** MANUFACTURED ON THE SAME EQUIPMENT THAT PROCESSES TREE NUTS/PEANUTS.

**INDIVIDUALS SENSITIVE TO SUGAR SUBSTITUTES MAY EXPERIENCE A LAXATIVE EFFECT.**

**SUGAR ALCOHOLS (MALTITOL AND POLYGLUCITOL - SUGAR SUBSTITUTES) ARE SLOWLY METABOLIZED CARBOHYDRATES THAT GENERALLY CAUSE ONLY A SMALL RISE IN BLOOD GLUCOSE LEVELS.**

Fuente: <https://www.amazon.com/Hersheys-Chocolate-Caramel-Assortment-8-Ounce/dp/B005CUK64S>

Figura 21: Etiqueta chocolate marca Russell Stover Sugar Free



Handcrafted in Small Batches®

**Russell Stover**

**SUGAR FREE**

FINE CHOCOLATE CANDY BAR

See Nutrition Facts for Fat & Saturated Fat Content

DARK CHOCOLATE

NET WT 2.17 OZ (62g)

Nutrition Facts	
Serving Size 1/2 bar (41g)	
Servings Per Container about 2	
Amount Per Serving	
<b>Calories</b> 200	Calories from Fat 130
% Daily Value*	
<b>Total Fat</b> 15g	23%
Saturated Fat 9g	45%
Trans Fat 0g	
<b>Cholesterol</b> less than 5mg	1%
<b>Sodium</b> 25mg	1%
<b>Total Carbohydrate</b> 22g	7%
Dietary Fiber 2g	10%
Sugars 0g	
Sugar Alcohol 18g	
<b>Protein</b> 2g	
Vitamin A 0%	Vitamin C 0%
Calcium 0%	Iron 10%

\*Percent Daily Values are based on a 2,000 calorie diet. Your daily values may be higher or lower depending on your calorie needs:

	Calories: 2,000	2,500
Total Fat	Less than 65g	80g
Saturated Fat	Less than 20g	25g
Cholesterol	Less than 300mg	300mg

**Ingredientes:** Chocolate negro (maltinol, el chocolate (procesado con álcali), manteca de cacao, grasa de la leche (leche), lecitina de soja (emulsificante), sal, vainillina / un sabor artificial, y sucralosa. **INFORMACIÓN SOBRE**

Fuente: Propia

Figura 22: Formulaciones de patentes

	Composi- ción A	Composi- ción B		
Grano de cacao %	3,9	4,2		
Manteca de cacao adicional %	13	13,5		
Eritritol %	47,7	-		
Sacarosa %	-	44,2		
Lecitina %	0,28	0,28	Grano de cacao	11,4%
Vainillina %	0,02	0,02	Manteca de cacao adicional	23,4%
Aspartamo %	0,03		Eritritol	42,5%
			Leche entera en polvo	22,4%
			Lecitina	0,3%
Todos los porcentajes están basados en el peso de la composición final.				
Grano de cacao		11,2%		
Manteca de cacao adicional		25,4%		
Maltitol cristalino del 99% de pureza		41,3%		
Leche entera en polvo		21,8%		
Lecitina		0,3%		

Fuente: [http://www.espatentes.com/pdf/2077183\\_t3.pdf](http://www.espatentes.com/pdf/2077183_t3.pdf)

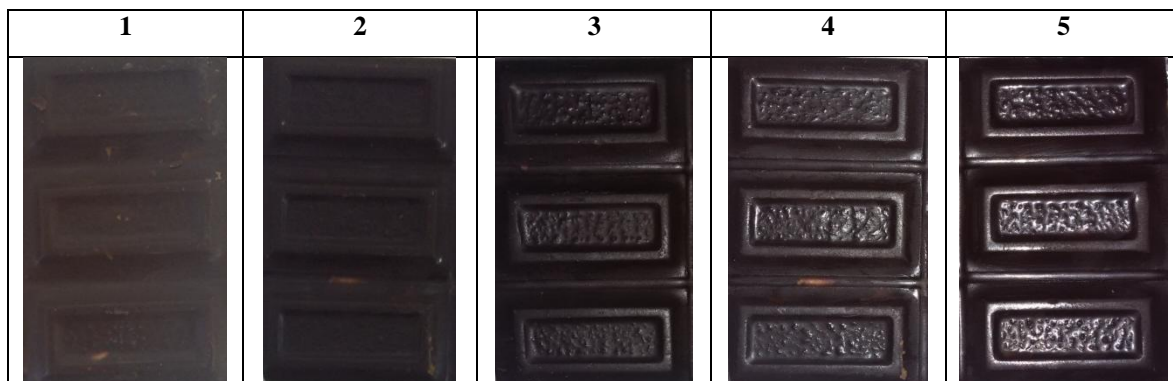
## D. Formato de prueba hedónica en consumidores potenciales

Prueba de aceptación					
Chocolate					
Fecha: _____					
Edad: _____ Género (M/F): _____					
<p>Instrucciones: Observe y pruebe por favor la muestra e indique su nivel de agrado o desagrado marcando con una X la opción que mejor describe cada uno de sus atributos.</p>					
	5	4	3	2	1
	Me gusta mucho	Me gusta	Me es indiferente	No me gusta	Me disgusta mucho
APARIENCIA GENERAL					
COLOR					
TEXTURA					
SABOR					
DULZOR					
OLOR					
Observaciones:					
_____					
_____					
_____					
_____					
_____					
Gracias por su colaboración					



## E. Carta de brillo para el chocolate

Tabla 32: Carta de brillo para el chocolate

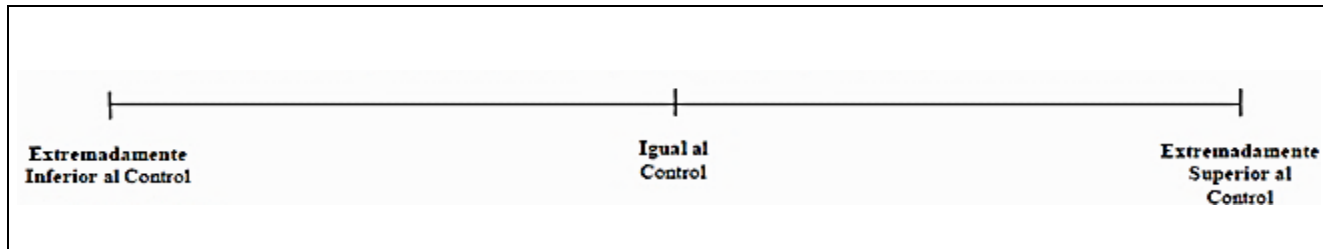


1	Muy opaco
2	Opaco
3	Normal
4	Brillante
5	Muy Brillante

Fuente: Propia

F. Plantilla propuesta para estudio de la variación de sabor del chocolate

Figura 23: Plantilla para estudio de variación de sabor



## G. Curvas de calibración para determinación de sodio y hierro

Figura 24: Curva de calibración para determinación de sodio por Absorción atómica

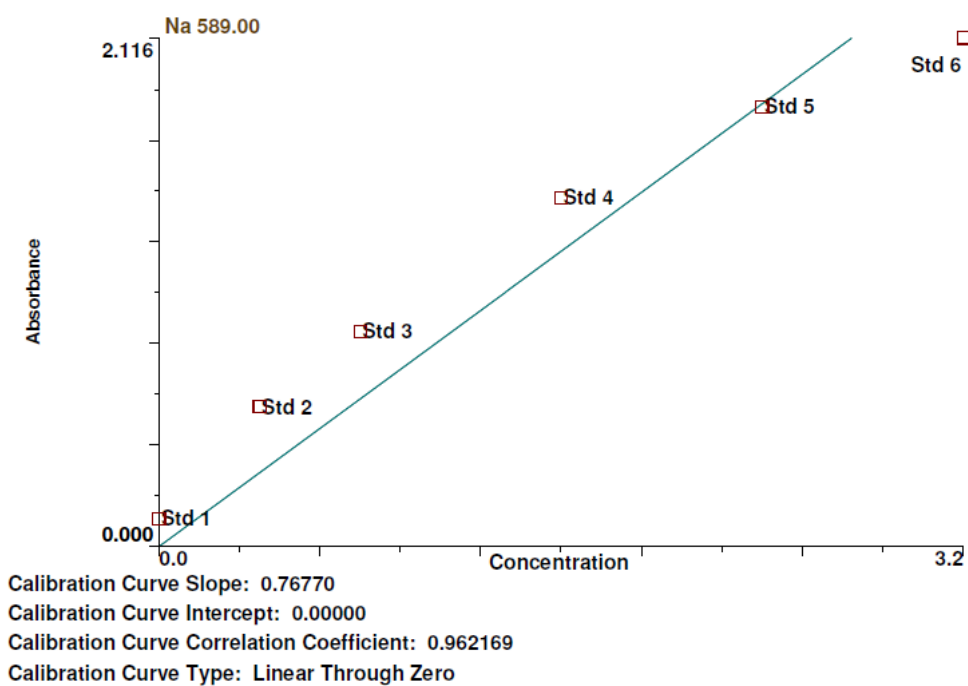
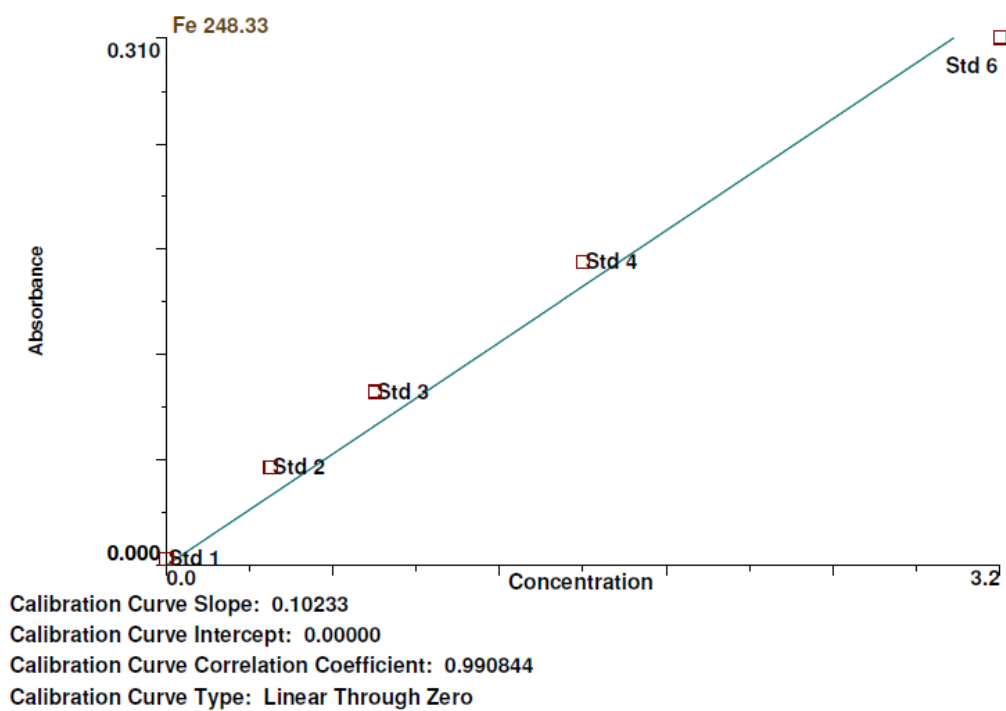


Figura 25: Curva de calibración para determinación de Hierro por Absorción atómica



## H. Prueba de aceptabilidad del chocolate

Tabla 33: Datos de prueba de aceptabilidad del chocolate

No.	Apariencia General	Color	Textura	Sabor	Dulzor	Olor
1	5	4	4	4	3	4
2	5	4	3	3	2	5
3	4	2	5	4	4	5
4	4	5	4	4	4	3
5	5	5	4	5	5	3
6	5	5	5	5	4	4
7	5	4	3	4	3	3
8	5	4	4	5	5	4
9	4	5	4	4	3	4
10	4	4	5	4	4	5
11	4	4	5	5	4	4
12	5	5	5	5	5	5
13	5	5	4	2	5	5
14	4	4	4	4	4	4
15	4	4	4	4	5	4
16	4	4	2	4	4	4
17	5	5	5	5	5	5
18	4	4	5	3	3	4
19	4	5	4	5	4	4
20	5	5	5	4	3	5
21	5	4	4	4	4	5
22	5	5	5	5	4	5
23	5	5	4	5	5	5
24	5	5	5	5	5	5
25	5	5	5	4	4	5
26	4	4	4	4	4	5
27	5	4	4	4	4	4
28	5	5	3	5	4	3
29	5	4	4	5	4	3
30	5	5	4	3	4	3
<b>Promedio</b>	<b>4.63</b>	<b>4.43</b>	<b>4.20</b>	<b>4.23</b>	<b>4.03</b>	<b>4.23</b>
<b>SD</b>	<b>0.49</b>	<b>0.68</b>	<b>0.76</b>	<b>0.77</b>	<b>0.77</b>	<b>0.77</b>

## I. Análisis de vida de anaquel del chocolate

Tabla 34: Datos obtenidos con colorímetro en muestras durante 11 semanas

Tiempo (Semanas)	24 °C			27°C			29°C		
	L	a	b	L	a	b	L	a	b
1	23.86	5.29	4.54	22.95	5.24	4.78	22.71	4.98	4.43
2	23.71	4.80	4.45	24.35	4.05	4.17	22.65	5.00	4.48
3	23.24	5.01	4.11	23.58	5.08	4.11	25.56	4.79	3.97
4	24.35	4.93	4.32	24.43	5.36	4.88	25.68	5.46	5.02
5	24.56	4.81	3.92	25.36	4.51	3.72	26.42	5.62	5.23
6	24.19	4.95	4.10	25.06	5.57	4.72	26.62	5.72	5.37
7	24.26	4.89	4.07	25.23	5.46	5.02	30.10	5.59	5.90
8	23.67	4.91	4.16	25.68	5.23	4.43	31.29	5.30	5.70
9	23.73	4.83	4.03	26.70	6.34	6.09	32.01	5.13	5.79
10	25.13	4.70	3.81	27.07	6.19	5.90	35.96	7.75	10.90
11	25.23	5.06	4.35	30.15	6.93	7.23	35.72	7.34	10.30

Tabla 35: Datos obtenidos con colorímetro en muestras control

Corrida	L	a	b
1	23.18	5.45	4.53
2	22.77	5.15	4.25
3	24.20	5.30	4.25
4	23.68	5.64	5.01
5	22.98	5.28	4.63
Promedio	23.36	5.36	4.53
SD	0.58	0.19	0.32

Tabla 36: Sabor y observaciones en muestras durante 11 semanas

Tiempo (semanas)	24 °C		27°C		29°C	
	Sabor	Observaciones	Sabor	Observaciones	Sabor	Observaciones
1	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control
2	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control
3	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control
4	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo un poco menor
5	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo un poco menor	7.0 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo menor
6	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo un poco menor	7.0 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo menor
7	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo un poco menor	7.0 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo inaceptable
8	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo un poco menor	6.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo inaceptable
9	7.5 cm	Sabor y apariencia igual a la muestra control	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo menor	6.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo inaceptable
10	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo un poco menor	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo menor	6.0 cm	Sabor menor que la muestra control, con manchas y opaco
11	7.5 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo un poco menor	7.0 cm	Sabor igual a la muestra control, brillo inaceptable	6.0 cm	Sabor menor que la muestra control, con manchas y opaco

## J. Costos del chocolate

Tabla 37: Costo unitario de materia prima

Materia prima	Proveedor	Precio	Cantidad (g)	g/unidad	Costo unitario
Licor de cacao	Choco museo	Q 80.00	454	27	Q 4.76
Manteca de cacao	Choco museo	Q 140.00	454	4.5	Q 1.39
Almendra	La Torre	Q 11.50	35	5	Q 1.64
Eritritol	Quirsa	Q 200.00	1000	4.5	Q 0.90
Polidextrosa	Caribe	Q 460.00	25000	4.5	Q 0.08
Isomalt	Caribe	Q 80.00	1000	4.347	Q 0.35
Sucralosa	Quirsa	Q 500.00	500	0.018	Q 0.02
Lecitina de soya	Caribe	Q 15.00	1000	0.135	Q 0.00
<b>TOTAL</b>				<b>50</b>	<b>Q 9.14</b>

\*Precios consultados el 9/03/2017

Tabla 38: Costo unitario de energía eléctrica

	Potencia (kW) **	Horas de uso para 1 lote (aprox)	Precio por kWh (Q) sin IVA	Precio por kWh (Q) con IVA ***	Costo de energía por lote (40 unidades)	Costo unitario de energía
Estufa eléctrica *	1.07	2.000	Q 1.142	Q 1.30	Q 2.78	Q 0.07
Melanger	0.15	48.000	Q 1.142	Q 1.30	Q 9.36	Q 0.23
<b>TOTAL</b>					<b>Q 12.14</b>	<b>Q 0.30</b>

\* Utilizada por plancha de calentamiento CIMAREC con agitador magnético marca THERMO SCIENTIFIC

\*\* Fuente: [http://www.tekniscience.com/documents/Hot\\_Plates,\\_Stirrers\\_and\\_Stirring\\_Hot\\_Plates.pdf](http://www.tekniscience.com/documents/Hot_Plates,_Stirrers_and_Stirring_Hot_Plates.pdf)

\*\*\* Precio de energía eléctrica en área residencial, el mes de febrero del 2017

Tabla 39: Costo unitario de mano de obra

Operarios	1
Sueldo/hora *	Q 10.86
Horas/lote	7
Costo/lote	Q 76.02
<b>Costo/unidad</b>	<b>Q 1.90</b>

\* Asumiendo salario mínimo (Fuente: <http://www.mintrabajo.gob.gt/index.php/salariominimo.html>)

Tabla 40: Costo total unitario

<b>Descripción</b>	<b>Costo/unidad</b>
Materia prima	Q 9.14
Empaque	Q 0.63
Energía eléctrica	Q 0.30
Mano de obra	Q 1.90
<b>TOTAL</b>	<b>Q 11.97</b>

## K. Etiqueta nutricional

Figura 26: Etiqueta nutricional

<b>Información nutricional</b>	
Tamaño de la porción	1/2 barra (25 g)
Porciones por envase	2
<b>Cantidad por porción</b>	
<b>Calorías</b>	<b>160 kcal (669 kJ)</b>
	% valor diario*
<b>Grasa Total</b> 9 g	14%
<b>Sodio</b> 5 mg	<1%
<b>Carbohidratos totales</b> 14 g	5%
Azúcar	0 g
Fibra	11 g
Alcohol de azúcar	3 g
<b>Proteína</b> 0.7 g	
Hierro	21%

\* Los Porcentajes de valores diarios están basados en una dieta de 2,000 kcal (FDA). Sus valores diarios pueden ser mayores o menores dependiendo de sus necesidades calóricas