

Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano
Departamento de Agroindustria Alimentaria
Ingeniería en Agroindustria Alimentaria



Proyecto Especial de Graduación
**Desarrollo de una barra de chocolate oscuro con adición de harina de
cáscara de mandarina Dancy (*Citrus reticulata*)**

Estudiante

Jerson Enmanuel Martinez Diaz

Asesores

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.

Jorge cardona, Ph.D.

Honduras, agosto 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros.....	5
Índice de Anexos.....	6
Resumen	7
Abstract.....	8
Introducción.....	9
Materiales y Métodos.....	12
Localización del Estudio	12
Materiales	12
Etapa 1. Elaboración de la Harina de Cáscara de Mandarina	12
Rendimiento de la Cáscara a Harina	13
Pruebas Microbiológicas.....	13
Etapa 2. Elaboración de la Barra de Chocolate y Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación	16
Descripción de los Tratamientos.....	17
Análisis Sensorial Afectivo con una Prueba de Aceptación	18
Diseño Experimental.....	18
Etapa 3. Análisis Físicos y Químicos de la Barra Mejor Aceptada y el Tratamiento Control	18
Análisis de Color.....	18
Análisis de Textura: Dureza.....	19
Análisis de Humedad.....	19
Análisis de Cenizas	19
Análisis de Polifenoles Totales.....	20
Análisis de Proteína Cruda	20
Análisis de Fibra Dietética.....	21
Diseño Experimental.....	21

Resultados y Discusión.....	22
Rendimiento de la Cáscara a Harina	22
Análisis Microbiológicos.....	22
Análisis Sensorial de Aceptación.....	22
Atributo Apariencia.....	24
Atributo Olor	24
Atributo Sabor.....	25
Atributo Sabor Amargo	25
Atributo Textura.....	26
Atributo Dureza.....	26
Aceptación General.....	27
Análisis de Correlación.....	27
Análisis Físico y Químicos.....	28
Análisis de Color.....	28
Análisis de Textura	28
Análisis de Humedad y Cenizas.....	29
Análisis de Polifenoles.....	30
Análisis de Proteína.....	31
Análisis de Fibra Dietética Insoluble	32
Conclusiones	33
Recomendaciones.....	34
Referencias.....	35
Anexos.....	40

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Criterios microbiológicos para harina, sémolas y almidones.....	14
Cuadro 2 Formulación de la barra de chocolate, valores expresados en porcentaje	17
Cuadro 3 Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la harina de cáscara de mandarina .	22
Cuadro 4 Resultados del análisis sensorial de los atributos de apariencia, olor, sabor, sabor amargo, textura, dureza y aceptación general	23
Cuadro 5 Resultados del análisis de correlación de cada atributo con la aceptación general.....	27
Cuadro 6 Resultados del análisis colorimétrico de tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina y tratamiento control	28
Cuadro 7 Resultados del análisis de textura del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina.....	29
Cuadro 8 Resultados del análisis de humedad y cenizas del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina	30
Cuadro 9 Resultados del análisis de polifenoles totales del tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina y el tratamiento control.....	31
Cuadro 10 Resultados del análisis de proteína del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina	31
Cuadro 11 Resultados del análisis de fibra dietética del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina	32

Índice de Anexos

Anexo A Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de cáscara de mandarina	40
Anexo B Diagrama de flujo para elaboración de chocolate.....	41
Anexo C Etiqueta nutricional del tratamiento control realizada mediante el software Food Processor TM	42
Anexo D Modelo del perfil de nutrientes de la barra de chocolate del tratamiento control, en una porción de 50 g de acuerdo con el modelo propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (OPS)	43

Resumen

La investigación tuvo como propósito brindar un uso alternativo a la cáscara de mandarina Dancy (*Citrus reticulata*) adicionándola en la formulación de un chocolate oscuro, siendo los objetivos: determinar la aceptación de una barra de chocolate con adición de harina de cáscara de mandarina y evaluar el efecto de la adición de la harina en las características físicas (color y textura) y el contenido de fibra, proteína y polifenoles de la barra de chocolate. Se evaluaron con una prueba de aceptación tres barras de chocolate con concentraciones de harina de cáscara de mandarina de 5, 10 y 15%, y un tratamiento control con 0% de adición harina. Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), a través de un análisis de varianza y una separación de medias DUNCAN con un nivel de significancia de 95%. El tratamiento mejor aceptado sensorialmente fue el de 5% de adición de harina de cáscara de mandarina, al cual se le realizaron análisis fisicoquímicos y se comparó con un tratamiento control. Los datos se analizaron mediante una prueba T-Student con un nivel de significancia del 95%. El tratamiento con 5% de adición de harina no presentó diferencias de color en la escala L* a* pero incrementó el valor de b*, presentó una mayor dureza de 27.71 ± 1.28 N a los 2 mm de penetración, incrementó el contenido de fibra, humedad y el contenido de proteína. La adición de 5% de harina no afectó el contenido de polifenoles ni el contenido de cenizas.

Palabras clave: fibra dietética, polifenoles, antioxidantes.

Abstract

The purpose of this research was to provide an alternative use for Dancy tangerine peel (*Citrus reticulata*) by adding it to the formulation of a dark chocolate. The objectives were: to determine the acceptance of a chocolate bar with the addition of tangerine peel flour and to evaluate the effect of the addition of the flour on the physical characteristics (color and texture) and the fiber, protein, and polyphenol content of the chocolate bar. Three chocolate bars with mandarin peel flour concentrations of 5, 10 and 15% and a control treatment with 0% flour addition were evaluated with an acceptance test. A Randomized Complete Block design (BCA) was used, an analysis of variance was performed and DUNCAN mean separation at a 95% significance level was used. The best sensorially accepted treatment was the 5% mandarin peel flour addition, which was subjected to physicochemical analysis and compared with a control treatment. The data were analyzed using a T-Student test with a significance level of 95%. The treatment with 5% flour addition did not show differences in color on the L* a* scale but increased the b* value, presented a greater hardness of 27.71 ± 1.28 N at 2 mm of penetration, increased fiber content, moisture, and protein content. The addition of 5% flour did not affect polyphenol or ash content.

Keywords: antioxidants, dietary fiber, polyphenols

Introducción

Los cítricos se caracterizan por ser un cultivo capaz de adaptarse a diversas condiciones climáticas, sin embargo, la mayor producción se centra en países de regiones tropicales y subtropicales (González Segnana y Tullo Arguello 2019). La producción mundial de mandarina para la temporada 2021/2022 se estimó que aumentaría en 2.8 millones de toneladas alcanzando un récord de 37.9 millones de toneladas, manteniendo de esta forma la tendencia alcista que se ha marcado durante los últimos 20 años (USDA 2022). Se estima que solo el 40% de la producción total es utilizada por la agroindustria para su procesamiento, donde cerca de la mitad del peso del fruto se extrae como zumo. El resto, como la cáscara, las semillas y la pulpa se convierten en desechos. Esto indica que en el mundo se produjeron alrededor de 20 millones de toneladas de residuos provenientes del procesamiento industrial de cítricos (Garcés Giraldo 2012). Aquí radica la importancia de buscar un uso alternativo a estos subproductos con el fin de mejorar la sostenibilidad en la producción de alimentos.

Estudios realizados por Ordoñez Gómez et al. (2018) y Shafiya Rafiq et al. (2016), indican que la cáscara de mandarina es una fuente de compuestos antioxidantes y fibra. Entre los antioxidantes hay varias familias de principios activos tales como los polifenoles y los fitoestrógenos (Coronado et al. 2015). Dentro de los polifenoles se encuentran los flavonoides, que constituyen el principal compuesto bioactivo contenido en la cáscara de mandarina. La actividad antioxidante de los flavonoides es el resultado de una combinación de sus propiedades quelantes de hierro y secuestradoras de radicales libres. Además, de la inhibición de oxidasas, evitando de esta manera la formación de especies reactivas de oxígeno y de hidroperóxidos orgánicos, la recomendación de la ingesta de flavonoides es de 23 mg/día (Escamilla Jiménez et al. 2009).

En un estudio realizado por Rincón et al. (2005), en el que se evaluó la composición química de harinas a partir de cáscara de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) resultó que la harina de cáscara de mandarina es mejor, por presentar mayor contenido de fibra dietética total (52.89/100 g de muestra seca), proteína (7.55/100 g de muestra

seca) y polifenoles totales (76.4 gramos equivalente a ácido gálico por kilogramo). Estos resultados demuestran que se puede usar la harina de cáscara de mandarina en la formulación de alimentos funcionales para aprovechar estos componentes. Cabe resaltar que la fibra dietética tiene efectos beneficiosos a la salud del organismo que incluyen laxante y / o atenuación del colesterol en sangre y / o atenuación de la glucosa en sangre. La fibra dietética está constituida por las partes comestibles de las plantas o carbohidratos análogos que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado humano con fermentación completa o parcial en el intestino grueso. Fibra dietética incluye polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias vegetales asociadas (Devries et al. 2001).

La producción de cacao está en constante crecimiento. Para la temporada 2020/2021 la producción mundial alcanzó niveles récord de 5.141 millones de toneladas lo que supuso un aumento de 381 millones de toneladas (ICCO 2021). Sin embargo en el nuevo reporte de la ICCO (2022), indican que la producción de los principales países productores de África Occidental no serán capaces de suplir la demanda de cacao de la temporada 2021/2022, provocando un déficit de 181 000 toneladas. En los últimos años los mayores productores de cacao son los países de Costa de Marfil, Ghana, Camerún y Nigeria (Fountain y Huetz-Adams 2020). Así mismo, el tamaño del mercado mundial del chocolate alcanzó \$ 151,9 mil millones en 2021, y se estima que el mercado tendrá un incremento del 2.6% durante el periodo de 2022-2027 (IMARC Group 2021). El chocolate es el producto que se obtiene a partir del procesamiento de los granos de cacao, y que además se pueden combinar con otros productos tales como: productos lácteos, azúcares y/o edulcorantes (Codex Alimentarius 2016). Cabe mencionar que el consumo de chocolate puede tener efectos positivos en la salud; incrementa la actividad antioxidante, disminuye la presión arterial, modula la función plaquetaria (Gómez Juaristi et al. 2011). Estos efectos positivos están asociados al contenido de compuestos polifenólicos en los granos de cacao, sin embargo, durante su procesamiento se dan pérdidas, producto de los tratamientos térmicos siendo el tostado el de mayor incidencia; durante esta etapa se pierden

alrededor del 24% de la capacidad antioxidante (Perea Villamil et al. 2009). Cabe recalcar que la capacidad antioxidante está relacionada con el contenido de polifenoles.

El propósito de la presente investigación es brindar un uso alternativo a la cáscara de mandarina como subproducto de la industria de cítricos, aprovechando sus componentes nutricionales en una formulación de un chocolate oscuro, para lo cual se plantearon los siguientes objetivos:

Determinar la aceptación de una barra de chocolate con adición de harina de cáscara de mandarina (*Citrus reticulata*).

Evaluar el efecto de la adición de harina de cáscara de mandarina en las características físicas de la barra de chocolate mejor aceptada.

Evaluar el efecto de la adición de harina de cáscara de mandarina en el contenido de fibra, polifenoles y proteína en una barra de chocolate.

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

El estudio se realizó en departamento de Agroindustria alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano, ubicada en el kilómetro 30 de la carretera de Tegucigalpa hacia Danlí, Valle del Yeguaré, municipio de San Antonio de Oriente, Francisco Morazán, Honduras. La elaboración de la harina de cáscara de mandarina se llevó cabo en las instalaciones de la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). La barra de chocolate en la Planta Hortofrutícola de Procesamiento. Los análisis microbiológicos se llevaron a cabo en el laboratorio de Microbiología de Zamorano (LMAZ), los análisis físicos y químicos en el Laboratorio de Análisis de Alimentos (LAAZ) y para las pruebas sensoriales se usó las instalaciones del centro de estudio Smith Falk.

Materiales

Para la elaboración de la harina se utilizaron las cáscaras de mandarina Dancy (*Citrus reticulata*) como principal materia prima, las cuales fueron recolectadas del comedor estudiantil Doris Stone. Para el desarrollo de la barra de chocolate se usaron granos de cacao trinitario por ser el más disponible en la región. Los granos se obtuvieron de la Planta Hortofrutícola Procesamiento de Zamorano. Además, se utilizaron otros ingredientes en la formulación de la barra de chocolate como son la manteca de cacao, lecitina de soya (emulsionante) y azúcar (edulcorante).

El estudio se realizó en tres etapas: 1. Elaboración de la harina de cascará de mandarina (*Citrus reticulata*), 2. Elaboración de a barra de chocolate y prueba sensorial afectiva de aceptación, 3. Análisis físicos y químicos de la barra mejor aceptada y el tratamiento control.

Etapa 1. Elaboración de la Harina de Cáscara de Mandarina

El proceso de elaboración de harina se realizó de acuerdo con lo establecido por Moreta Piedra (2015), para la elaboración de harina de cáscara de naranja (Anexo A). La selección se hizo de manera manual, para una buena selección de la cáscara se tomaron en cuenta parámetros de calidad tales como, maduración de la cáscara, nivel de pudrición, libre de daños físicos. Posteriormente, se

procedió a lavar con abundante agua la cáscara previamente seleccionada, para remover todo material extraño proveniente de la cosecha de la fruta. Para la desinfección se usó una solución de 50 ppm de hipoclorito de sodio al 5% en la que se sumergieron las cáscaras de mandarina con un tiempo de contacto de cinco minutos. Luego se procedió al proceso de desamargado, para esto las cáscaras de mandarina fueron introducidas por cinco segundos en agua en ebullición (100 °C), este proceso se repitió cinco veces, posteriormente las cáscaras se pasaron a un recipiente y se agregó agua a temperatura ambiente hasta que se cubrió toda la cáscara y se removió el agua cada 2 horas durante 24 horas. Luego se realizó un troceado de la cáscara para homogenizar el tamaño y facilitar el proceso de secado. El proceso de secado se realizó a 70 °C por 12 horas, en esta etapa se removió gran porcentaje de agua, para finalmente obtener un producto con un porcentaje de humedad inferior al 15% para garantizar mayor vida de anaquel y barrera microbiológica. Después se procedió a triturar los trozos de la cáscara ya secos en una licuadora con el fin de reducir el tamaño de partícula, posteriormente se usó un molino FOSS CT 193 Cyclotec™ y un tamiz de 0.5 mm de diámetro para pulverizar y homogenizar la harina. El producto final se almacenó en bolsas de polietileno con cierre hermético en condiciones de baja humedad relativa y sin exposición a la luz para asegurar la calidad de la harina.

Rendimiento de la Cáscara a Harina

Para determinar el rendimiento de la cáscara de mandarina en harina, el cálculo se realizó por diferencia de peso, se registró el peso de la cáscara antes de iniciar el proceso y luego se registró el peso final de la harina (Ecuación 1)

$$\text{Ecuación 1. } \%R = \frac{\text{Kg de harina}}{\text{Kg de cáscara}} * 100 \quad [1]$$

Pruebas Microbiológicas

Se realizaron análisis microbiológicos a la harina para garantizar la inocuidad. Estos análisis se realizaron de acuerdo a la Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad

sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano, bajo la categoría de granos y cereales, leguminosas, quenopodiáceas y derivados (harinas y otros) (MINSa 2011) tal como se muestra en el Cuadro 1.

Cuadro 1

Criterios microbiológicos para harina, sémolas y almidones.

Agente microbiano	Categoría	Clase	N	c	Limite por g	
					m	M
<i>Mohos</i>	2	3	5	2	10 ⁴	10 ⁵
<i>Escherichia coli</i>	5	3	5	2	10	10 ²
<i>Bacillus cereus</i> (*)	7	3	5	2	10 ³	10 ⁴
<i>Salmonella spp</i>	10	2	5	0	Ausencia /25g	----

Nota. Tomado de MINSa (2011). (*) solo para harinas de arroz y/o maíz. N: número de unidades de muestreo a analizar, c: número de unidades que se permite que estén >m pero <M, m: nivel aceptable del microorganismo de prueba, M: nivel en que las muestras son inaceptables si se rebasa

Mohos y Levaduras.

En primer lugar, se desinfectó el área de trabajo con alcohol al 70%, luego se pesaron 10 g de la harina de cáscara de mandarina y se depositaron en una bolsa plástica, posteriormente se le agregó 10 mL de buffer fosfato. Luego la bolsa se llevó al Stomacher para homogenizar la muestra durante 1 minuto. Haciendo uso de una pipeta y un bulbo se tomó 1 mL de la muestra correspondiente a la dilución 10¹ y se vertió en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer fosfato y luego se agitó con ayuda de un vortex durante un minuto. Posteriormente con una nueva pipeta se tomó 1 mL de la dilución 10² y luego se vació en un plato Petri, después se agregó 15 mL de Agar Rosa de Bengala con Cloranfenicol (ARBC). Para preparar la dilución 10³ se tomó 1 mL de la dilución 10² y se vertió en un tubo de ensayo con 9 mL de buffer fosfato y se procedió a agitar en un vortex durante un minuto. Con la ayuda de una nueva pipeta se tomó 1 mL de la nueva dilución y se agregó en un plato Petri, seguidamente se agregó 15 mL de Agar Rosa de Bengala con Cloranfenicol (ARBC). Para cada plato Petri después de agregar el ARBC se realizaron movimientos en contra y a favor del movimiento de las agujas del reloj, además se realizaron movimientos hacia arriba y hacia abajo hasta lograr que el medio se solidificara. Finalmente,

los platos Petri se incubaron de manera invertida a 35 °C durante 24 horas. Después de cumplir el tiempo de incubación se realizó el conteo a las 24, 48 y 72 horas.

Escherichia coli.

Se desinfectó el área de trabajo con alcohol al 70%. Debido a que la muestra tomó una consistencia de una pasta y se hizo difícil la succión por la pipeta se tomó 1 mL de la dilución 10^2 que se usó para el análisis de hongos y levaduras. Luego se vertió en un plato Petri, seguidamente se agregó 15 mL de Agar Bilis Rojo Violeta con MUG (ABRV-MUG) y se agitó haciendo movimiento a favor y en contra de las agujas del reloj, y hacia arriba y abajo hasta que el medio se solidificó, después se agregaron 5 mL de ABRV-MUG y se esperó que se solidificara finalmente se invirtió la placa y se llevó a la incubadora a 35 °C durante 24 horas. El conteo se realizó después de transcurrir las 24 horas de incubación y los datos fueron expresados en UFC/g.

Salmonella spp.

Debido al método empleado, este análisis se llevó a cabo en cuatro días.

Día 1: Preenriquecimiento de la Muestra. Se pesaron 25 g de la muestra en una bolsa estéril y se agregaron 225 mL de agua peptonada buferada, luego se llevó al Stomacher y se homogenizó por 2 minutos. La muestra se dejó reposar a temperatura ambiente durante una hora y luego se pasó a la incubadora a 35 °C durante 24 horas.

Día 2: Enriquecimiento selectivo en Caldos. Después de las 24 horas de incubación se sacó la muestra preenriquecida y con la ayuda de una pipeta y un bulbo se tomó 2 mL de muestra, luego se vertió 1 mL en un tubo con 9 mL de Caldo Rappaport-Vassiliadis y 1 mL en un tubo con Caldo Tetracionato posteriormente los tubos fueron incubados a 35 °C por 24 horas.

Día 3: Aislamiento Diferencial. se retiraron los tubos de la incubadora y se homogenizaron con la ayuda de un vortex durante un minuto. Posteriormente se esterilizó un asa microbiológica, luego con el asa ya estéril se tomó una muestra del tubo con Caldo Rappaport-Vassiliadis y se sembró en estría por Frobisher en un plato Petri con Agar Xilosa Lisina Desoxicolato (XLD), Agar Enterico

Hektoen (HE) y Agar Sulfito de Bismuto (SB), el mismo procedimiento se repitió para sembrar en los otros platos Petri en los medios selectivos antes mencionados, de la muestra del tubo con Caldo Tetratinato. Seguidamente los platos Petri fueron incubados de manera invertida a 35 °C durante 24 horas. Pasado el tiempo de incubación se identificaron las colonias sospechosas de *Salmonella* spp.

Día 4: Pruebas Bioquímicas. De las colonias sospechosas que se identificaron anteriormente, con la ayuda de un asa microbiológica se tomó la mitad de la colonia y se sembró en un tubo con Agar Triple Azúcar Hierro (TSI) mediante una picadura y una estría en la superficie luego se puso la tapa. Lo mismo se realizó para sembrar el tubo con Agar Lisina Hierro (LIA). Haciendo uso de un asa estéril se tomó la mitad de una colonia sospechosa y se introdujo en el tubo con Caldo Urea y se agitó el asa ligeramente dentro del tubo, teniendo cuidado que el asa no tocara las paredes del tubo luego se puso la tapa del tubo, después de finalizar de sembrar, todos los tubos se incubaron a 35 °C durante 24 horas.

Etapas 2. Elaboración de la Barra de Chocolate y Prueba Sensorial Afectiva de Aceptación

La elaboración de la barra de chocolate se llevó a cabo en la Planta Hortofrutícola Procesamiento de Zamorano. El proceso de elaboración de la barra de chocolate se realizó siguiendo el proceso que describió Guerrero et al. (2012) (Anexo B). La selección de los granos de cacao se hizo de manera manual, en la cual se descartaron los granos que presentaban daños por hongos, y los granos vanos, a su vez se escogieron los granos que tenían mismo tamaño para tener un tostado uniforme. Posteriormente los granos fueron tostados a una temperatura de 130 °C en el horno de una estufa marca Mabe, durante 20 minutos. Luego se pasaron los granos de cacao por un molino triturador Cocotown CTCR-MOT-EB-110 para obtener los nibs y la cascarilla. Posteriormente se removió la cascarilla del grano (testa), con la ayuda de una descascarilladora Cocotown 1.5" SS304 HT. 66980. Después se pesaron los ingredientes y se agregaron uno a uno en la refinadora Cocotown ECGC12SLTA, en la cual se le aplicó una agitación constante durante 24 horas, además en esta etapa la temperatura subió a 35 °C producto de la fricción de las piedras de la máquina. En la etapa del

temperado, mediante un baño maría la temperatura se incrementó a 55 °C y luego se bajó a 28 °C para conseguir una nueva cristalización y, finalmente se incrementó la temperatura a 34 °C para fundir los cristales inestables. El moldado se realizó en moldes de plástico con forma de barra y se dejó solidificar.

Descripción de los Tratamientos

El porcentaje de adición de cáscara de mandarina se realizó considerando la investigación de Sena y Monteiro (2017), quienes realizó un chocolate con adición de harina de cáscara de maracuyá en concentraciones de 10, 15 y 20%. Sin embargo, en esta investigación no se tomó en cuenta el 20% de adición, ya que, en pruebas preliminares, la adición de harina en esta concentración presentó problemas para homogenizar la mezcla, así mismo presentó un sabor amargo y astringente muy intenso. Se elaboró la barra de chocolate correspondiente a cada tratamiento descrito en el Cuadro 2. El ingrediente que se vio afectado por la adición de la harina de cáscara de mandarina fue el azúcar, con el fin de no disminuir la cantidad de cacao en la formulación y que esto afectara la calidad del chocolate, por otra parte, se realizó la etiqueta nutricional del tratamiento control mediante el software Food Processor™ (Anexo C) y se analizó el perfil de nutrientes, en donde se encontró que el azúcar era el ingrediente, presente en exceso (Anexo D), por lo tanto se decidió hacer una reducción de este.

Cuadro 2

Formulación de la barra de chocolate, valores expresados en porcentaje.

Ingrediente	Harina de cascara de mandarina %	Manteca de cacao %	Cacao %	Lecitina de soya %	Azúcar %	Total
Control	0	11	50	0.05	38.95	100
Tratamiento 1	5	11	50	0.05	33.95	100
Tratamiento 2	10	11	50	0.05	28.95	100
Tratamiento 3	15	11	50	0.05	23.95	100

Análisis Sensorial Afectivo con una Prueba de Aceptación

El análisis sensorial de aceptación se llevó a cabo en las instalaciones del centro de estudio Smith Falk, donde se tomaron en cuenta 105 panelistas no entrenados distribuidos en tres repeticiones. A cada panelista se le entregó una boleta de evaluación, donde se brindaron las instrucciones sobre la evaluación de las muestras. Las muestras fueron codificadas con un código de tres dígitos, y servidas en un plato. A los panelistas se les presentó cuatro muestras, una correspondiente al tratamiento control y el resto correspondían a los tratamientos con 5, 10 y 15% de adición de harina de cáscara de mandarina. Se les pidió a los panelistas que evaluaran los atributos de apariencia, olor, sabor, sabor amargo, textura, dureza y aceptación general, en una escala hedónica de 7 puntos, siendo 1 me disgusta mucho, 4 indiferente y 7 me gusta mucho.

Diseño Experimental

Se usó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA), donde se evaluaron tres tratamientos y un tratamiento control. Para el análisis estadístico se usó el programa SAS (Statistical analysis Software). Para determinar el tratamiento con los atributos mejor evaluado se realizó un análisis de varianza (ANDEVA), y una separación de medias DUNCAN con un nivel de significancia de 95%. ($p < 0.05$). Además, se realizó un análisis de correlación de los atributos evaluados con la aceptación general.

Etapa 3. Análisis Físicos y Químicos de la Barra Mejor Aceptada y el Tratamiento Control

Se realizaron análisis físicos y químicos a la barra de chocolate que resultó ser la mejor aceptada en el análisis sensorial y se comparó con el tratamiento control. Dentro de los análisis físicos se realizó un análisis de color y un análisis de textura. Como parte de los análisis químicos se realizó un análisis de fibra dietética, proteína, humedad, cenizas y polifenoles totales.

Análisis de Color

El análisis de color se realizó haciendo uso de un colorímetro Colorflex Hunter L*a*b (ASTM D6290) en una escala L*a*b*, la escala L* indica la luminosidad que va de un rango de 0 a 100, siendo

0 negro y 100 blanco. El valor a* indica tonalidades verde y rojo en una escala de 0 a 60, siendo los valores negativos para la tonalidad verde y los valores positivos la tonalidad roja. El valor b* indica las tonalidades azul y amarillo en una escala de 0 a 60 siendo los valores negativos para la tonalidad azul y los positivos para la tonalidad amarilla. En primer lugar, se calibró el equipo con un estándar negro y luego con un estándar blanco, así mismo esta calibración se realizó después de cada tres lecturas para evitar variación en los datos; posteriormente se procedió a realizar las lecturas de las muestras.

Análisis de Textura: Dureza

El análisis de textura se realizó siguiendo la metodología propuesta por Alvis et al. (2011), con ligeras modificaciones en donde se evaluó la dureza de la barra de chocolate. Se utilizó un texturómetro brookfield CT3 para medir la dureza de las barras de chocolate del tratamiento control y el tratamiento de mayor aceptación. Se evaluó la rigidez a los 2 mm de penetración usando un cono de 30 grados y una velocidad de 10m/s, los resultados fueron expresados en newtons (N).

Análisis de Humedad.

Para el análisis de humedad se utilizó el método AOAC 950.46 B. Los crisoles se dejaron pre secar durante toda la noche a 102 °C, posteriormente se enfriaron los crisoles en un desecador por una hora. Se registró el peso crisol, y se pesó 3 gramos de muestra en cada crisol, luego estos fueron llevados a un horno de convección a 100 -102 °C por 16 horas, finalmente se pesaron los crisoles más la materia seca (Ecuación 2).

$$\%H = \frac{(\text{peso del crisol+muestra})-(\text{peso del crisol+materia seca})}{(\text{peso de la muestra})} \times 100 \quad [2]$$

Análisis de Cenizas

Para el análisis de cenizas se usó el método AOAC 923.03. primero se pre secaron lo crisoles en una mufla a 550 °C por cinco horas. Luego se enfriaron los crisoles durante una hora, se registró el peso de los crisoles y se pesó 3 gramos de muestra en cada crisol. Posteriormente se llevaron los crisoles a una mufla y se incineraron a 550 °C. finalmente se pesó el crisol más cenizas (Ecuación 3)

$$\%Cenizas = \frac{(peso\ del\ crisol+cenizas)-(peso\ del\ crisol)}{(peso\ de\ la\ muestra)} \times 100 \quad [3]$$

Análisis de Polifenoles Totales

El proceso de cuantificación de polifenoles totales se realizó en dos fases. La fase de extracción y la cuantificación de polifenoles totales de polifenoles se realizó de acuerdo a la metodología usada por Wollgast (2004).

Para la obtención del extracto, primero se desgrasó la muestra dos veces con 50 ml de hexano. Los polifenoles se extrajeron de una muestra de 1 gramo con 20 mL de una mezcla de acetona, agua y ácido acético en una proporción de 70:29.8:0.2 en tubos de centrífuga durante 10 minutos y a temperatura ambiente en un baño de ultrasonido, utilizando un sonificador Branson B5510, EUA. Posteriormente se centrifugaron las muestras a 2500 rpm durante 10 minutos en una centrífuga VWR Symphony 4417R.

Para determinación del contenido de polifenoles totales se tomaron 50 µL del extracto y se mezclaron con 3 mL de agua desionizada y 250 µL del reactivo de Folin-Ciocalteu a 1 N. y se dejó reposar por ocho minutos, seguidamente se agregaron 750 µL de Na₂CO₃ al 20% y 950 µL de agua destilada. Se dejó reposar la muestra por 30 minutos a temperatura ambiente, posteriormente se introdujeron las muestras en un espectrofotómetro de UV/VIS Cary 8454, Agilent Technologies, EUA a 750 nm. Se determinó el contenido de polifenoles con la ayuda de una curva de calibración de ácido gálico (estándar de Sigma Aldrich,Co) en concentraciones de 50, 100, 300, 500, 700 y 1000 ppm disueltos en agua desionizada. Finalmente, los resultados fueron reportados en gramos de equivalentes de ácido gálico por gramo de chocolate (g de EAG/g).

Análisis de Proteína Cruda

El análisis de proteína se realizó por el método de la AOAC 2001.11. Primero se molió la muestra, luego se pesó 1 gramo de la muestra en papel parafina y se colocó dentro de los tubos Kjeltex, así mismo se agregaron dos tabletas de catálisis y 15 mL de H₂SO₄ en cada tubo y se colocaron

los tubos en el digestor por un periodo de 60 minutos. Posteriormente se llevó a cabo el proceso de digestión. Finalmente se realizó la titulación con HCl a 0.1 M y se registró el volumen gastado. Para el cálculo se usó un factor de 6.25.

Análisis de Fibra Dietética

Para el análisis de fibra dietética se usó el método AOAC 985.29. Primero se desgrasó dos veces la muestra con 50 mL de hexano. Posteriormente se pesó 1 gramo de la muestra seca desgrasada en un beaker Berzelius de 600 ml, seguidamente se le añadió 50 mL de solución tampón de fosfato y se agitó y luego se agregó 100 μ L de alfa amilasa. Se incubaron los beakers Berzelius en baño maría a 95 °C durante 15 minutos luego se dejaron enfriar por 10 minutos. Posteriormente se agregó 10 ml de NaOH a 0.275 M y se ajustó el pH a 7.5 ± 0.2 con HCl 0.325 M, seguidamente se añadió 100 μ L de solución de 50 mg/mL de proteasa, y se incubó por 30 minutos a 60 °C con agitación continua, pasado este tiempo se dejó enfriar y se ajustó el pH 4.0-4.6 con HCL a 0.325 M y seguidamente se agregó 100 μ L de amiloglucosidasa. Las muestras se sometieron a baño maría a 60 °C por 30 minutos, se retiraron las muestras del baño maría y se añadieron 280 mL de etanol al 95% precalentado a 60 °C y se dejó precipitar durante una hora a temperatura ambiente. Posteriormente se pesó un gramo de celite y se colocó en un filtro de vidrio y se filtró la muestra con una bomba la vacío. Finalmente se colocó el filtro en el horno de convección por 15 horas a 105 °C y luego 30 minutos en el desecador para enfriar la muestra. Los datos se reportaron en gramos por 100 g de chocolate.

Diseño Experimental

Los datos fueron analizados en el programa SAS (Statistical Analysis Software) mediante una prueba de T estudiante de muestras independientes con un nivel de significancia del 95% ($p < 0.005$).

Resultados y Discusión

Rendimiento de la Cáscara a Harina

Se obtuvo un rendimiento final de 13.44%. Este resultado está por debajo del reportado por Moreta Piedra (2015), quien obtuvo un rendimiento de 18.12% usando cáscara de naranja, la diferencia entre estos estudios se puede deber a una diferencia en el contenido de agua inicial y final del producto, así como también al ser de especies diferentes, ya que la cáscara de naranja presenta una humedad de 69.4% y la cáscara de mandarina 77.5% de humedad (Tejeda et al. 2014).

Análisis Microbiológicos

En el Cuadro 3 se observan los resultados de los análisis microbiológicos que se le realizaron a la harina de cáscara de mandarina, en donde se nota que los agentes microbianos analizados se encuentran bajo los límites permitidos. Por lo tanto, se puede inferir que el proceso para la elaboración de la harina llevado a cabo en esta investigación permite obtener un producto inocuo, que se puede usar para el consumo humano en diferentes matrices alimenticias.

Cuadro 3

Resultado de los análisis microbiológicos realizados a la harina de cáscara de mandarina.

Agente microbiano	Resultados UFC/g	Límite crítico UFC/g
<i>Mohos y levaduras</i>	<10	10 ⁵
<i>Escherichia coli</i>	<10	10 ²
<i>Salmonella spp</i>	Ausencia/25g	Ausencia/25g

Nota. Adaptado de MINSA (2011) UFC/g: Unidades formadoras de colonias por gramo

Análisis Sensorial de Aceptación

En el Cuadro 4 se muestran los resultados de cada atributo evaluado, en el análisis sensorial. De acuerdo con estos resultados, se puede notar que hubo diferencias estadísticamente significativas entre los atributos de cada uno de los tratamientos evaluados. El tratamiento control mostró los mejores resultados en cada uno de los atributos, seguido por el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina.

Cuadro 4

Resultados del análisis sensorial de los atributos de apariencia, olor, sabor, sabor amargo, textura, dureza y aceptación general.

Tratamiento	Apariencia Media ± DE	Olor Media ± DE	Sabor Media ± DE	Sabor amargo Media ± DE	Textura Media ± DE	Dureza Media ± DE	Aceptación general Media ± DE
Control	5.58 ± 1.39 ^a	5.26±1.30 ^a	5.08±1.44 ^a	5.07±1.29 ^a	4.94±1.46 ^a	4.98±1.59 ^a	5.57±1.29 ^a
TRT 5%	5.39 ± 1.42 ^{ab}	5.12±1.22 ^{ab}	4.41±1.57 ^b	4.44±1.46 ^b	4.69±1.53 ^a	4.52±1.48 ^b	4.93±1.22 ^b
TRT 10%	5.31 ± 1.21 ^{ab}	5.00±1.17 ^{ab}	4.27±1.67 ^{bc}	3.98±1.38 ^c	4.25±1.54 ^b	4.43±1.51 ^b	4.49±1.31 ^c
TRT 15%	5.10 ± 1.51 ^b	4.94±1.23 ^b	4.00±1.53 ^c	3.61±1.81 ^c	4.02±1.55 ^b	4.41±1.55 ^b	4.21±1.42 ^c
CV%	20.87	19.06	28.6	29.02	27.65	21.65	22.51

Nota. ^{a, b, c}: letras diferentes en la misma columna indican diferencia significativa ($p < 0.05$), CV%: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina, TRT 10%:

adición de 10% de harina de cáscara de mandarina, TRT15%: adición de 15% de harina de cáscara de mandarina. escala hedónica de 7 puntos, siendo, uno me disgusta mucho, 4 indiferente y 7 me gusta mucho

Atributo Apariencia

De acuerdo con los resultados que se muestran en el Cuadro 4, la adición de harina de cáscara de mandarina en concentraciones de 5 y 10% no afectó la aceptación de la apariencia de la barra de chocolate, no obstante, hubo diferencia significativa entre el tratamiento control y el tratamiento con 15% de adición de harina de cáscara de mandarina, esto indica, que a partir de 15% de adición de harina de cáscara de mandarina afectó la aceptación de apariencia de la barra de chocolate. Rincón y Herrera (2013), indicaron que atributos como el color, la textura y el brillo dependen en gran medida de la forma polimórfica de los cristales, siendo la forma V la preferida, la cual otorga al chocolate un color uniforme, una textura y brillo adecuado, por lo tanto, el limoneno un compuesto presente en la harina de cáscara de mandarina, cambia la cinética de la cristalización de la manteca de cacao, provocando que se formen menos cristales de la forma V, e interrumpa el empaquetamiento de cristales, generando un detrimento en el brillo y en la apariencia del chocolate (Do et al. 2008). Por otra parte la adición de la harina afecta la actividad y estabilidad emulsionante del chocolate, debido a que estas propiedades en la harina de cáscara de mandarina son mínimas (Sáez 2017). Por lo tanto, favorece al blanqueado del chocolate, y una reducción en la aceptación de la apariencia.

Atributo Olor

Se encontraron diferencias estadísticamente significativas entre el tratamiento control y el tratamiento con 15% de adición de harina de cáscara de mandarina, esto puede deberse a que los componentes aromatizantes presentes en la cáscara reducen el olor característico del chocolate. Elmaci y Altuğ (2012), encontraron que el limoneno es el principal compuesto volátil presente en la cáscara de mandarina, y el que otorga el olor característico a los cítricos, por otra parte, el aceite esencial de las cáscaras de los cítricos está compuesto principalmente de hidrocarburos terpénicos, lo cual hace que sea susceptible a la oxidación en condiciones ambientales, por lo tanto provoca un ligero olor a rancio en el producto (Chavez 2017). Al contrario, el tratamiento control no mostró diferencias

significativas en la aceptación del atributo olor en comparación con los tratamientos con 5 y 10% de adición de harina.

Atributo Sabor

La adición de harina de cáscara de mandarina tuvo un efecto negativo en la percepción del sabor de la barra de chocolate. El sabor del tratamiento control fue significativamente mejor aceptado en comparación con el tratamiento con 5, 10 y 15% de adición de harina. El tratamiento con 15% de adición de harina obtuvo la valoración más baja, esto se debe a que, a mayor adición de harina, hay un mayor sabor astringente residual en la barra de chocolate. De acuerdo con Oluremi et al. (2007), el sabor astringente de la cáscara de mandarina está asociado con el contenido de taninos, por lo tanto una reducción en estos compuestos ayudaría a disminuir la sensación astringente del producto final. De acuerdo con Esparza Martínez et al. (2016), el contenido de taninos en el residuo de mandarina secado a 60 °C es de 0.43 mg equivalentes a catequina.

Atributo Sabor Amargo

Se encontraron diferencias significativas en la aceptación del atributo sabor entre los tratamientos, siendo el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina el mejor aceptado después del tratamiento control. Esto se debe a que, en la formulación, con la adición de la harina de cáscara de mandarina en concentraciones de 5, 10 y 15%, se redujo el porcentaje de azúcar en la misma proporción respectivamente. Por otra parte, los alcaloides como la teobromina, la cafeína y la teofilina son los compuestos que confieren el sabor amargo al chocolate (Vázquez et al. 2016), por lo tanto, la industria usa azúcar, la cual otorga el sabor dulce, que se percibe en el chocolate así como también ayuda en la estructura del mismo (Palacio Vázquez et al. 2017). Es importante mencionar que algunos bioflavonoides y aceites esenciales son los que otorgan un gusto amargo a la cáscara de mandarina (Restrepo et al. 2011). Sin embargo, esta, pasó por un proceso de des amargado lo cual redujo sustancialmente el sabor amargo.

Atributo Textura

De acuerdo con los resultados que se muestran en el Cuadro 4, se encontró diferencia significativa entre el tratamiento control y los tratamientos con 10 y 15% de adición de harina de cáscara de mandarina, esto se debe a que la harina de cáscara de mandarina presenta una baja estabilidad de emulsión, lo que favorece a la formación de agregados que le otorgan una sensación arenosa al chocolate (Sáez 2017). Por otra parte, el azúcar es un ingrediente que no se disuelve, sino que se dispersa en la matriz de grasa, por lo tanto la cantidad, el tamaño y la forma del cristal influye de manera significativa en la textura y microestructura del chocolate (Rossi Olson 2011). Por lo tanto la reducción de este ingrediente afectó la textura del chocolate, esto concuerda con Aidoo et al. (2017) quienes indican que la cantidad de sacarosa en productos como el chocolate brinda propiedades importantes de dulzura, volumen y textura, que afectan directamente en la percepción sensorial de chocolate. Este estudio contrasta con lo encontrado por Ojha y Tapha (2017), donde la adición de polvo de cáscara de mandarina en una formulación para galletas no presentó cambios en la percepción del atributo textura, debido a que la incorporación de harina de cáscara de mandarina da lugar a una mayor hidratación de la masa y mayor consistencia de la misma, caso contrario sucede con el chocolate, ya que es un producto al que no se le agrega agua, por lo tanto no se puede aprovechar esta característica de la harina.

Atributo Dureza

De acuerdo con los resultados del Cuadro 4, el tratamiento control fue significativamente mejor aceptado por los panelistas en comparación con lo demás tratamientos, esto puede deberse a una menor dureza en los tratamientos con 5, 10 y 15% de adición de harina, puesto que no se controló la temperatura del lugar, y de acuerdo con Ewens et al. (2021), el limoneno es un compuesto que disminuye el punto de fusión del chocolate. La dureza de una barra de chocolate está asociada con el contenido de grasa y temperatura (Quirós Martínez 2016). Para esta investigación se trabajó con un

chocolate clasificado bajo la categoría de un chocolate suave, debido a que contenía un 11% de manteca de cacao en su formulación.

Aceptación General

Se encontró diferencia significativa entre los tratamientos respecto a la aceptación general, siendo el tratamiento control el mejor aceptado con una valoración de seis que en la escala hedónica de siete puntos representa un “me gusta”. El tratamiento con 5% de adición de harina obtuvo una valoración de 5 que representa un “me gusta ligeramente” y los tratamientos con 10 y 15% obtuvieron menor aceptación. Estos resultados concuerdan con Castrillo y Lopéz (2009), quienes indican que en la mayoría de los países, los consumidores prefieren el chocolate con leche, a diferencia de los países europeos que han preferido el chocolate amargo. Estos resultados se atribuyen a que la adición de la harina de cáscara de mandarina supuso una reducción del azúcar, por lo tanto, el chocolate fue percibido como más amargo y con mayor sabor astringente.

Análisis de Correlación

En el Cuadro 5 se muestran los resultados del análisis de correlación de los atributos respecto a la aceptación general. Se puede notar que el atributo sabor y el atributo sabor amargo fueron los que tuvieron mayor influencia sobre la aceptación general de los tratamientos, con una correlación media positiva.

Cuadro 5

Resultados del análisis de correlación de cada atributo con la aceptación general.

Tratamiento	Correlación					
	Apariencia	Olor	Sabor	Sabor amargo	Textura	Dureza
Control	0.19	0.26	0.58	0.65	0.46	0.32
TRT 5%	0.0456	0.0071	<0.0001	<0.0.001	<0.0.0001	0.0009
TRT 10%	0.04	0.24	0.53	0.59	0.58	0.39
TRT 15%	0.6642	0.0141	<0.0001	<0.0001	<0.0.0001	<0.0001
	0.13	0.13	0.55	0.57	0.49	0.27
	0.1647	0.1851	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0051
	0.25	0.17	0.49	0.71	0.37	0.11
	0.0080	0.0717	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.2440

Nota. TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina, TRT 10%: adición de 10% de harina de cáscara de mandarina, TRT15%: adición de 15% de harina de cáscara de mandarina.

Análisis Físico y Químicos

Análisis de Color

En el Cuadro 6 se muestran los resultados del análisis de color medido en la escala L*a* y b* del tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina y el tratamiento control. La adición de 5% de harina de cáscara de mandarina no afectó el valor L*, este valor corresponde a la luminosidad, por lo tanto, se puede inferir que la barra de chocolate presentó matices oscuros. Por otra parte, no se encontraron diferencias significativas en la escala a* que corresponde a los colores verde y rojo, los tratamientos evaluados estuvieron en el rango del color rojo. La adición de la harina de cáscara de mandarina incrementó el valor b* que corresponde a los colores amarillo y azul; ambos tratamientos estuvieron en el rango del color amarillo, esta diferencia se debe al contenido de carotenoides, los cuales son los componentes que otorgan el color naranja o amarillo en el caso particular de la mandarina, además estos componentes son precursores de la vitamina A (Da Silva et al. 2014).

Cuadro 6

Resultados del análisis colorimétrico de tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina y tratamiento control.

Tratamiento	L*	a*	b*
	Media ± DE	Media ± DE	Media ± DE
Control	18.81 ± 1.45	3.02 ± 0.36	1.37 ± 0.12
TRT 5%	19.55 ± 1.33	3.04 ± 0.34	1.71 ± 0.13
Probabilidad	0.5492	0.9475	0.0350
%CV	7.23	9.41	8.44

Nota. CV%: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina, L*: luminosidad,

a*: verde (-60) rojo (+60), b*: azul (-60) amarillo (+60)

Análisis de Textura

En el Cuadro 7 se observan los resultados del análisis de textura del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina. Se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos. El tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina presentó mayor fuerza de penetración a los 2 mm de penetración. Estos valores están por

encima de los valores reportados por Alvis et al. (2011), quienes encontraron una fuerza de penetración a los 2 mm de 15 N para una barra de chocolate amargo, así mismo reportaron valores de 38 N a una penetración de 4 mm. Esto puede deberse al contenido de fibra en la harina de cáscara de mandarina, que de acuerdo con Wang et al. (2015), esta puede llegar a tener hasta un 62.87%. Por otra parte, Diaz Malmierca (2013), encontró que la adición de fibra insoluble aumenta la dureza del pan, así mismo, Flores et al. (2017), mencionan que la dureza en productos cárnicos aumentan debido a la fibra insoluble que forman redes tridimensionales que modifican las propiedades reológicas.

Cuadro 7

Resultados del análisis de textura del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina.

Tratamiento	Fuerza de penetración a 2 mm(N) Media ± DE
Control	17.64 ± 1.67
TRT 5%	27.71 ± 1.56
Probabilidad	0.0016
%CV	7.14

Nota. CV%: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina.

Análisis de Humedad y Cenizas

En el Cuadro 8 se muestran los resultados del porcentaje de humedad y cenizas. El tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina mostró mayor contenido de humedad en comparación con el tratamiento control, esto se puede deber al contenido de humedad presente en la harina (< 15%), por otra parte, Esparza Estrada (2019), menciona que la harina del epicarpio de mandarina presenta mayor afinidad por el agua que por el aceite, por lo tanto se puede inferir que el tratamiento con 5% de adición de harina puede absorber humedad del ambiente durante su procesamiento, así mismo estos valores encontrados para ambos tratamientos están por encima de 0.9% de humedad, valor indicado por USDA (2019a) para una barra de chocolate oscuro. Por otro lado, no se detectaron diferencias significativas en el contenido de cenizas, debido a que la cantidad de harina que se agregó fue mínima, sin embargo, los valores reportados para ambos tratamientos son

superiores al valor establecido por USDA (2019a) quien establece un valor de 0.67% de cenizas en una barra de chocolate oscuro.

Cuadro 8

Resultados del análisis de humedad y cenizas del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina.

Tratamiento	%Humedad Media ± DE	% Cenizas Media ± DE
Control	0.96 ± 0.06	1.92 ± 0.113
TRT 5%	1.23 ± 0.02	1.82 ± 0.007
Probabilidad	0.0295	0.3205
%CV	4.35	4.16

Nota. CV%: coeficiente de variación, DE: desviación estándar, TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina

Análisis de Polifenoles

En el Cuadro 9 se observan los resultados de la cuantificación de polifenoles totales expresado como gramos equivalentes de ácido gálico en 100 gramos, en donde no se encontraron diferencias significativas en la cantidad de polifenoles totales entre los tratamientos. Esto se debe a que la cáscara fue sometida a un proceso de des amargado, por lo tanto hubo una pérdida de estos compuestos, así como también se usó una mínima cantidad de esta harina, así mismo Esparza Estrada (2019), indica que la cáscara de mandarina presenta bajo contenido de compuestos fenólicos totales, entre valores de 19.81 y 27.07 mg de ácido gálico/100 g de muestra, en la cáscara fresca y deshidratada respectivamente. No obstante, los valores encontrados en esta investigación son superiores a los reportados por Delgado et al. (2018), quienes reportaron valores en un rango de 2.151-2.923 g EAG/100g; Todorovic V et al. (2015), en un chocolate con 60 -75% de sólidos de cacao reportaron valores entre 7.21-12.65 mg EAG/g, y Brcanovic et al. (2013), encontraron valores de 7.09 – 31.10 mg GAE/g en chocolate oscuro. La diferencia entre la presente investigación y estos estudios se debe al genotipo de cacao empleado, el grado de madurez de los granos, procesamiento y almacenamiento (Rodríguez 2019).

Cuadro 9

Resultados del análisis de polifenoles totales del tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina y el tratamiento control.

Tratamiento	Polifenoles totales g EAG/100g Media \pm DE
Control	4.79 \pm 0.22
TRT 5%	4.64 \pm 0.05
Probabilidad	0.3625
%CV	3.48

Nota. CV%: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina

Análisis de Proteína

En el Cuadro 10 se observan los resultados del análisis de proteína, en donde se encontró una diferencia significativa entre el tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina, por lo tanto, la adición de 5% de harina tiene un efecto positivo en el contenido de proteína. Además los valores encontrados en esta investigación para ambos tratamientos están por encima de 5.54% valor establecido por USDA (2019a). Sin embargo estos son inferiores a los valores encontrados por Sol et al. (2016), quienes reportaron valores de 8.75% en el contenido de proteína en un chocolate oscuro. La diferencia probablemente se deba al tipo de materias primas, es decir a los granos de cacao utilizados. De acuerdo con el reglamento técnico centroamericano de etiquetado nutricional (RTCA [sin fecha]) el tratamiento con 5% de adición de harina estaría catalogado como fuente de proteína, ya que contiene más del 10% de valor diario de referencia en 100 gramos del producto.

Cuadro 10

Resultados del análisis de proteína del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina.

Tratamiento	Proteína (%) Media \pm DE
Control	7.04 \pm 0.05
TRT 5%	7.32 \pm 0.00
Probabilidad	0.0147
%CV	2.3

Nota. CV%: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina

Análisis de Fibra Dietética Insoluble

En el Cuadro 11 se muestran los resultados obtenidos del contenido de fibra. Se detectaron diferencias estadísticamente significativas entre ambos tratamientos. La adición de 5% harina de cáscara de mandarina duplicó el contenido de fibra. Esto se debe al alto contenido de fibra presente en la harina, ya que Rincón et al. (2005), mencionan que la harina de cáscara de mandarina presenta un contenido de fibra de 52.89 g/ 100 g de muestra seca, siendo la fibra dietética insoluble un 95 - 98% de la fibra dietética total, mientras que Wang et al. (año?) encontró un 62.87% de fibra en la harina de cáscara de mandarina. Parra (2015), encontró valores de fibra de 24.98 g/100 en un chocolate adicionado con fibra, y de acuerdo con el USDA (2019b), un chocolate amargo contiene aproximadamente un 6.5% de fibra ubicando al tratamiento control aun por debajo de este valor, sin embargo el tratamiento con 5% de adición de harina presentó un valor superior. En este sentido, el tratamiento con 5% de adición de harina se puede catalogar como un alimento con excelente fuente de fibra (RTCA).

Cuadro 11

Resultados del análisis de fibra dietética del tratamiento control y el tratamiento con 5% de adición de harina de cáscara de mandarina.

Tratamiento	Fibra dietética insoluble (%)
	Media \pm DE
Control	5.84 \pm 0.53
TRT 5%	13.13 \pm 0.33
Probabilidad	0.0036
%CV	5.76

Nota. CV%: Coeficiente de Variación, DE: Desviación Estándar, TRT 5%: adición de 5% de harina de cáscara de mandarina.

Conclusiones

La adición de harina de cáscara de mandarina provocó una disminución en la aceptación sensorial de la barra de chocolate, siendo en sabor y el sabor amargo los atributos que mayor influencia tuvieron en la aceptación general.

La adición de 5% de harina de cáscara de mandarina no influyó en los valores del L^* y a^* , pero, aumentó el valor en la escala b^* e incrementó la dureza a los 2 mm de profundidad de la barra de chocolate.

La adición de 5% de harina de cáscara de mandarina en el chocolate triplicó el contenido de fibra, aumentó el contenido de proteína, pero no mostró ningún efecto en el contenido de polifenoles totales.

Recomendaciones

Realizar un tostado suave de los granos de cacao para obtener sabores afrutados y reducir los sabores ácidos.

Validar un proceso para la elaboración de harina de cáscara de mandarina, que garantice extracción total de los taninos presentes en la cáscara de mandarina para reducir el sabor astringente de la harina.

Usar la harina de cáscara de mandarina en otras formulaciones de chocolate, como ser chocolate con leche, chocolate blanco u otras matrices alimenticias como ser productos de panificación.

Referencias

- Aidoo RP, Appah E, van Dewalle D, Afoakwa EO, Dewettinck K. 2017. Functionality of inulin and polydextrose as sucrose replacers in sugar-free dark chocolate manufacture - effect of fat content and bulk mixture concentration on rheological, mechanical and melting properties. *International Journal of Food Science & Technology*. 52(1):282–290. doi:10.1111/ijfs.13281.
- Alvis A, Pérez L, Arrazola G. 2011. Determinación de las Propiedades de Textura de Tabletas de Chocolate Mediante Técnicas Instrumentales. *Información tecnológica*; [consultado el 9 de jun. de 2022]. 22:11–18. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642011000300003>.
- Brcanovic J, Pavlović A, Mitic S, Stojanović G, Manojlovic D, Kalicanin B, Veljkovic J. 2013. Cyclic voltammetric determination of antioxidant capacity of cocoa powder, dark chocolate and milk chocolate samples: correlation with spectrophotometric assays and individual phenolic compounds. *Food Technology and Biotechnology*; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 15(4):460–470. <https://cutt.ly/TLLtuD9>.
- Castrillo M, Lopéz E. 2009. Análisis del Potencial de mercado de chocolate orgánico en los municipios de Matagalpa, León, Esteli y Managua, a partir de la producción de cacao orgánico del municipio de Matiguas, en el año 2008. [Pregrado]. Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria. 91 p; [consultado el 29 de may. de 2022]. <https://repositorio.una.edu.ni/805/1/tne70c355.pdf>.
- Chavez D. 2017. Obtención de limoneno a partir del aceite esencial de naranja mediante destilación [Maestría]. Quito, Ecuador: Universidad Central de Ecuador; [consultado el 26 de may. de 2022]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10985/1/T-UCE-0017-0024-2017.pdf>.
- Codex Alimentarius. 2016. Norma para el chocolate y los productos del chocolate: Codex Stan 87-1981. 2003ª ed. [sin lugar]: [sin editorial]. 8 p. (Codex Stan 87-1981). 2016; [actualizado 2016; consultado el 23 de abr. de 2022]. http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B87-1981%252FCXS_087s.pdf.
- Coronado M, Vega y León S, Gutierrez R, Vasquez M, Radilla C. 2015. Antioxidantes: perspectiva actual para la salud humana. *Revista Chilena de Nutrición*. 42(2). doi:10.4067/S0717-75182015000200014.
- Da Silva L, Teixeira E, Pontes N, Pinto I, Wilane R, Montenegro I, Gomes C. 2014. Quantification of bioactive compounds in pulps and by-products of tropical fruits from Brazil - PubMed. *Food Chemistry*; [consultado el 9 de jun. de 2022]. (15):398–404. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24054258/>.
- Delgado J, Mandujano J, Reátegui D, Ordoñez E. 2018. Development of dark chocolate with fermented and non-fermented cacao nibs: total polyphenols, anthocyanins, antioxidant capacity and sensory evaluation. *Scientia Agropecuaria*. 9(4):543–550. doi:10.17268/sci.agropecu.2018.04.10.
- Devries J, Camire ME, Cho S, Shaw Craig SA. 2001. The definition of dietary fiber. *Cereal Foods World*; [consultado el 23 de abr. de 2022]. 46(3):112–126. <https://www.cerealsgrains.org/resources/definitions/Documents/DietaryFiber/DFDef.pdf>.
- Díaz Malmierca Á. 2013. Efecto de la incorporación de fibras dietéticas en la calidad de panes para celiacos. Palencia, España: Universidad de Valladolid; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://bit.ly/3PkQu80>.

- Do TAL, Vieira J, Hargreaves JM, Wolf B, Mitchell JR. 2008. Impact of Limonene on the Physical Properties of Reduced Fat Chocolate. *Journal of the American Oil Chemists' Society*. 85(10):911–920. doi:10.1007/s11746-008-1281-3.
- Elmaci Y, Altuğ T. 2012. Mandarin peel aroma: Estimation by using headspace/GC/MS and descriptive analysis techniques. *Acta Alimentaria*. 41(1):131–139. doi:10.1556/AAlim.41.2012.1.15.
- Escamilla Jiménez CI, Cuevas Martínez EY, Guevara Fonseca Jorge. 2009. Flavonoides y sus acciones antioxidantes. Facultad de Medicina, UNAM; [consultado el 25 de sep. de 2021]. 52(2). <https://www.medigraphic.com/pdfs/facmed/un-2009/un092g.pdf>.
- Esparza Estrada J. 2019. Evaluación del potencial agroindustrial de los pigmentos carotenoides extraídos de piel de mandarina como colorante natural en productos de panificación [Maestría]. Palmira, Colombia: Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 9 de jun. de 2022]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/77524/2020-Msc-Jessica%20Esparza%20Estrada.pdf?sequence=3>.
- Esparza Martínez F, Miranda López R, Guzmán Maldonado S. 2016. Efecto de la temperatura sobre los compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante en el residuo de la producción de jugo de mandarina (*Citrus reticulata satsuma*). *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 1:843–850. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/1/9/146.pdf>.
- Ewens H, Metilli L, Simone E. 2021. Analysis of the effect of recent reformulation strategies on the crystallization behaviour of cocoa butter and the structural properties of chocolate. *Curr Res Food Sci*; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 4:105–114. eng. <https://doi.org/10.1016/j.crfs.2021.02.009>.
- Flores E, Burciaga A, Soriano T, Alonso N, Ramírez B. 2017. Uso de Fibra de Avena y Trigo en Salchicha Viena Evaluando Nivel de Agrado y Perfil de Textura. Guanajuato, Mexico: Universidad Juárez del Estado de Durango; [actualizado el 17 de jun. de 2022]. <https://1library.co/document/y8p6jdwz-uso-de-fibra-de-avena-y-trigo-en-salchicha-viena-evaluando-nivel-de-agrado-y-perfil-de-textura.html>.
- Fountain A, Huetz-Adams F. 2020. *Barómetro del Cacao*. Roma: [sin editorial]; [actualizado 2021; consultado el 6 de oct. de 2021]. https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n2/07_revision_05.pdf.
- Garcés Giraldo LF, editor. 2012. *Citricos: cultivo, poscosecha e industrialización*. [sin lugar]: Artes y letras. ISBN: 978-958-8406-17-6; [consultado el 25 de sep. de 2021]. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/02/PYT_Informe_Final_CHOCOLATE_ORGANICOv1.pdf.
- Gómez Juaristi M, González Torres L, Bravo L, Vaquero MP, Bastida S, Sánchez Muniz FJ. 2011. Efectos beneficiosos del chocolate en la salud cardiovascular. *Nutrición Hospitalaria*; [consultado el 7 de oct. de 2021]. 26(2):289–292. https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v26n2/07_revision_05.pdf.
- González Segnana LR, Tullo Arguello CC. 2019. *Guía técnica. Cultivo de cítricos*. 1ª ed. San Lorenzo, Paraguay: FCA, UNA. ISBN: 978-99967-940-3-2; [consultado el 23 de abr. de 2022].
- Guerrero D, Girón C, Madrid A, Mogollón C, Quiroz C, Villena D. 2012. *Diseño de la línea de producción de chocolate orgánico [Tesis]*. Lima, Perú: Universidad de Piura. 111 p; [consultado el 17 de oct. de 2021]. http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2016/02/PYT_Informe_Final_CHOCOLATE_ORGANICOv1.pdf.

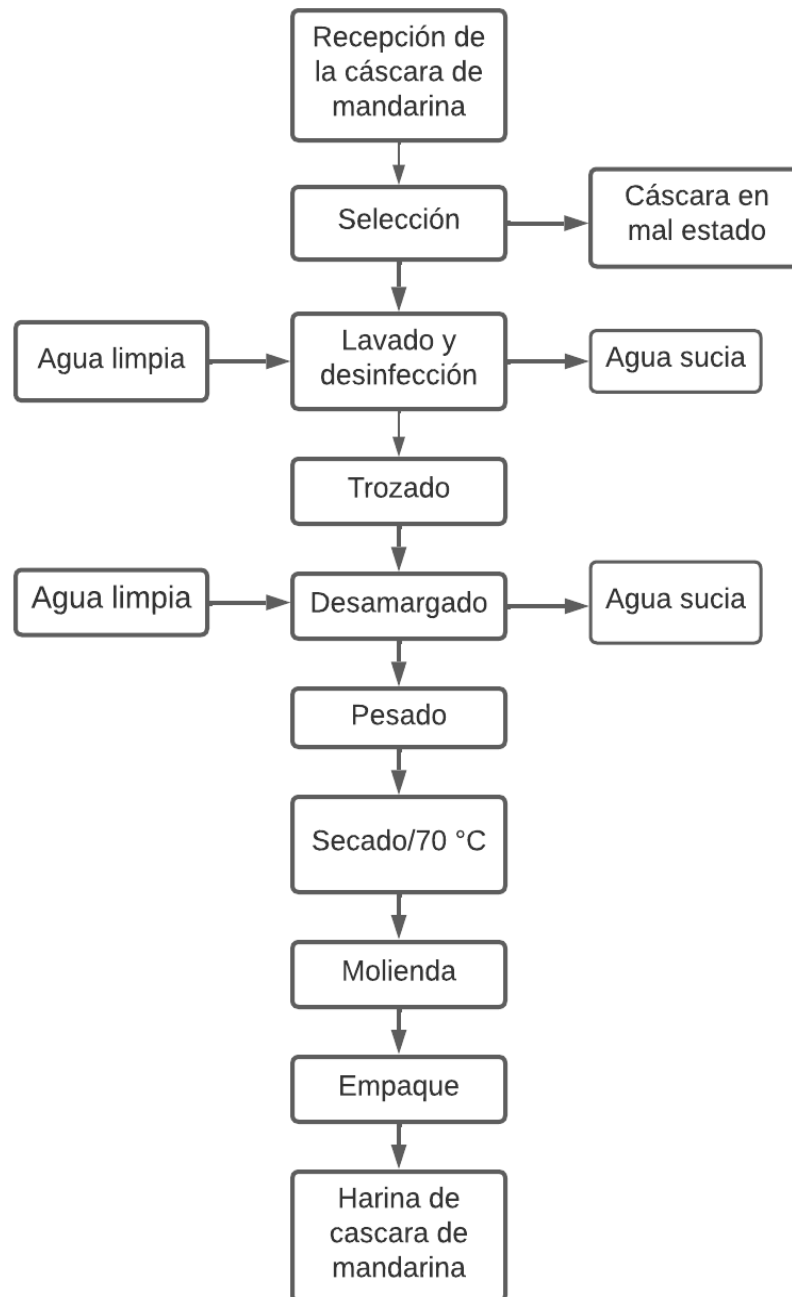
- [ICCO] International Cocoa Organization. 2021. August 2021 Quarterly Bulletin of Cocoa Statistics. Abidján: [sin editorial]; [actualizado el 18 de may. de 2022; consultado el 18 de may. de 2022]. <https://www.icco.org/august-2021-quarterly-bulletin-of-cocoa-statistics/>.
- [ICCO] International Cocoa Organization. 2022. Cocoa Market Report for April 2022. Abidjan: [sin editorial]; [actualizado el 17 de may. de 2022+00:00; consultado el 18 de may. de 2022]. <https://www.icco.org/cocoa-market-report-for-april-2022/>.
- IMARC Group. 2021. El mercado mundial del chocolate crecerá un 2,6% durante 2022-2027. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 10 de jun. de 2022.000Z; consultado el 10 de jun. de 2022.510Z].
- [MINSAL] Ministerio de Salud del Perú. 2011. Norma Sanitaria para la Fabricación, Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería: RM N° 1020-2010/MINSAL. [sin lugar]: [sin editorial]. 51 p. 2011; [actualizado 2011; consultado el 18 de may. de 2022]. <https://www.revistanutrivisa.com.br/wp-content/uploads/2018/04/nutrivisa-vol-4-num-1-01.pdf>.
- Moreta Piedra DS. 2015. Harina de cáscara de naranja (*citrus sp*) y bagazo de piña (*ananas sp*) para la elaboración de galletas integrales [Tesis]. Santo Domingo, Ecuador: Universidad Tecnológica Equinoccial; [consultado el 26 de oct. de 2021]. https://www.jica.go.jp/paraguay/espanol/office/others/c8h0vm0000ad5gke-att/gt_03.pdf.
- Ojha P, Tapha S. 2017. Quality evaluation of biscuit incorporated with mandarin peel powder. Nepal Agricultural Research Council, Food Research Division, Lalitpur, Nepal; [consultado el 29 de may. de 2022]. 18:19–30. https://www.researchgate.net/publication/314262228_Quality_evaluation_of_biscuit_incorporated_with_mandarin_peel_powder.
- Oluremi O, Ngi J, Andrew I. 2007. Phytonutrients in citrus fruit peel meal and nutritional implication for livestock production. Livestock Research for Rural Development; [consultado el 29 de may. de 2022.160Z]. 19(7). <https://lrrd.cipav.org.co/lrrd19/7/olur19089.htm>.
- Ordoñez Gómez ES, Reátegui Díaz D, Villanueva Tiburcio JE. 2018. Total polyphenols and antioxidant capacity of peel and leaves in twelve citrus. Scientia Agropecuaria. 9(1):123–131. doi:10.17268/sci.agropecu.2018.01.13.
- Palacio Vásquez E, Hurtado J, Arroyave JD, Cardona M, Martínez J. 2017. Edulcorantes naturales utilizados en la elaboración de chocolates. Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial; [consultado el 16 de jun. de 2022]. 15:142–152. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1692-35612017000200016.
- Parra PI. 2015. Desarrollo y elaboración de un chocolate adicionado con fibra, sin azúcar añadida, como producto indulgente enfocado en una dieta balanceada saludable [Maestría]. Guayaquil, Ecuador: Universidad de Guayaquil; [consultado el 12 de jun. de 2022]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/11591>.
- Perea Villamil JA, Cadena Cala T, Herrera Ardila J. 2009. El cacao y sus productos como fuente de antioxidantes: Efecto del procesamiento. Revista Universidad Industrial Santander Salud; [consultado el 18 de jun. de 2022]. 41(2).
- Quirós Martínez MC. 2016. Factibilidad técnica de la elaboración de un chocolate con leche de cabra y evaluación sensorial de sus características físico-químicas y sensoriales [Pregrado]. Costa Rica:

- Universidad de Costa Rica; [consultado el 29 de may. de 2022]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/jspui/bitstream/123456789/3883/1/40154.pdf>.
- Restrepo A, Rodriguez E, Manjarres K. 2011. Cortezas de naranja comestibles: una aproximación al desarrollo de productos con valor agregado a partir de residuos agroindustriales. *Produccion + Limpia*; [consultado el 29 de may. de 2022]. 6:47–57. <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v6n2/v6n2a05.pdf>.
- Rincón A, Vásquez M, Padilla F. 2005. Composición química y compuestos bioactivos de las harinas de cascara de naranja (*Citrus sinensis*), mandarina (*Citrus reticulata*) y toronja (*Citrus paradisi*) cultivadas en Venezuela. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*; [consultado el 15 de abr. de 2022]. 55(3). http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222005000300013.
- Rincón J, Herrera ML. 2013. Chocolate. *Ciencia e Investigación*; [consultado el 26 de jun. de 2022]. 63:55. https://www.researchgate.net/publication/256657226_Chocolate.
- Rodriguez N. 2019. Caracterización cualitativa y cuantitativa de polifenoles en semillas crudas de ocho accesiones de diferentes genotipos de *Theobroma cacao* L en el salvador [Pregrado]. El Salvador: Universidad de El Salvador; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/20154/1/16103758.pdf>.
- Rossi Olson A. 2011. The impact of nut inclusions on properties and stability of dark chocolate [Doctorado]. New Brunswick, New Jersey: The State University of New Jersey; [consultado el 29 de may. de 2022]. <https://rucore.libraries.rutgers.edu/rutgers-lib/33965/PDF/1/play/>.
- [RTCA] Reglamento Técnico de Centroamericano. [sin fecha]. Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. [sin lugar]: [sin editorial] (vol. 67.040) (RTCA 67.01.60:10); [consultado el 17 de jun. de 2022]. <http://infotrade.minec.gob.sv/ca/wp-content/uploads/sites/7/2019/03/Anexo-RES-281-2012-RTCA-67016010-Etiquetado-nutricional-preenvasado-3-a%C3%B1os-edad.pdf>.
- Sáez R. 2017. Caracterización de polvos de piel de mandarina para su uso como ingrediente funcional en alimentos. Caracterización de polvos de piel de mandarina para su uso como ingrediente funcional en alimentos [Posgrado]. Valencia: Universidad Politécnica de Valencia. 42 p; [consultado el 24 de may. de 2022]. <https://cutt.ly/wLLrO0U>.
- Sena MA, Monteiro RM. 2017. Elaboração de um chocolate enriquecido com fibras da farinha da casca do maracujá. *Nutrivisa*; [consultado el 24 de may. de 2022]. 4(1-01). <https://www.revistanutrivisa.com.br/wp-content/uploads/2018/04/nutrivisa-vol-4-num-1-01.pdf>.
- Shafiya Rafiq, Rajkumari Kaul, S.A.Sofi, Nadia Bashir, Gulzar Ahmad Nayik. 2016. Citrus peel as a source of functional ingredient: A Review. *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*. 17(4):351–358. doi:10.1016/j.jssas.2016.07.006.
- Sol Á, Naranjo J, Córdova V, Ávalos D, Zaldívar J. 2016. Caracterización bromatológica de los productos derivados de cacao (*Theobroma cacao* L.) en la Chontalpa, Tabasco, México*. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*; [consultado el 17 de jun. de 2022]. (14):2817–2830. <https://www.redalyc.org/pdf/2631/263144474014.pdf>.
- Tejeda L, Marimón W, Medina M. 2014. Evaluación del potencial de las cáscaras de frutas en la obtención de bioetanol. *Hechos Microbiol*; [consultado el 17 de jun. de 2022]. 5:4–9.

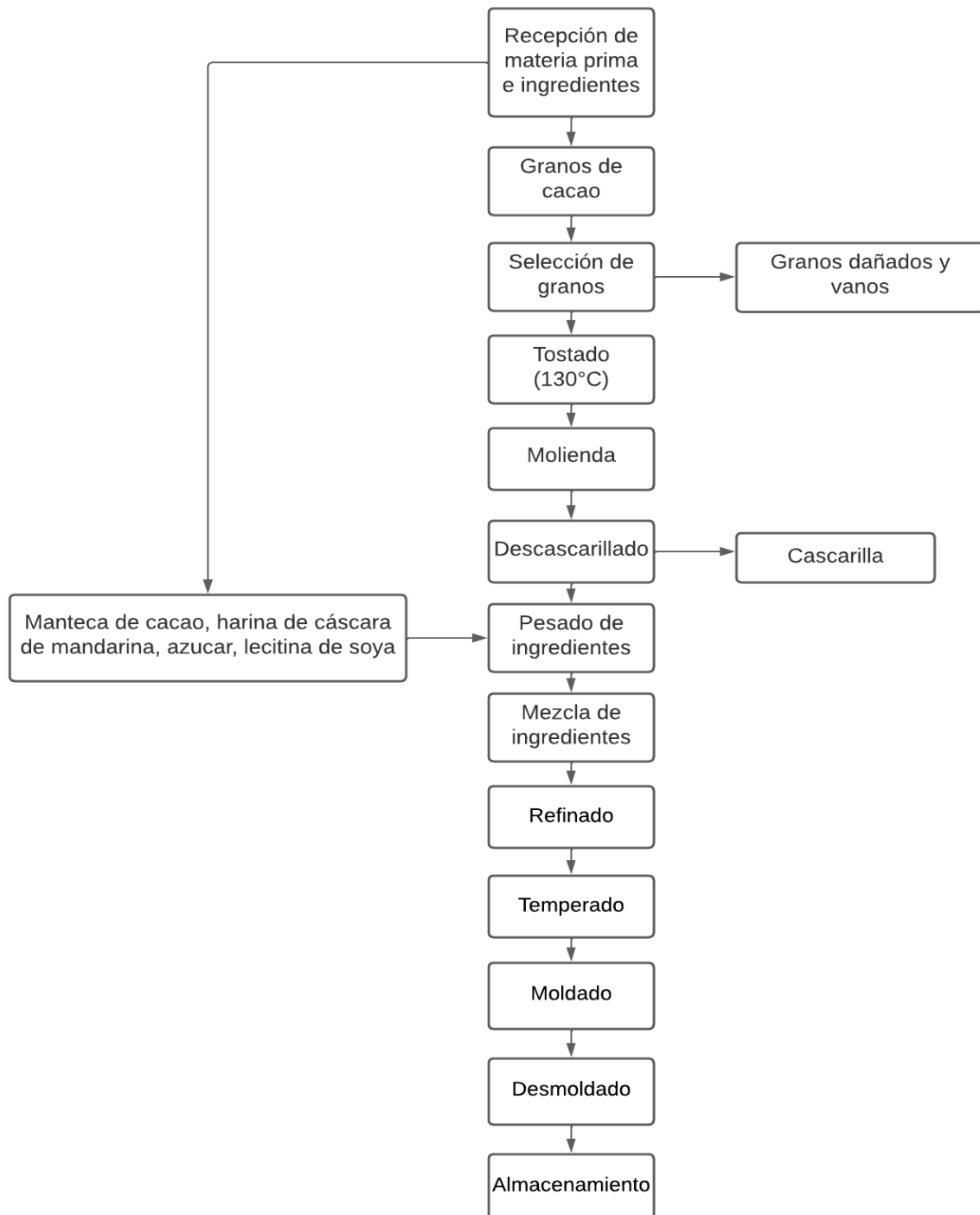
- Todorovic V, Redovnikovic IR, Todorovic Z, Jankovic G, Dodevska M, Sobajic S. 2015. Polyphenols, methylxanthines, and antioxidant capacity of chocolates produced in Serbia. *Journal of Food Composition and Analysis*. 41(2):137–143. doi:10.1016/j.jfca.2015.01.018.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2019a. Candies, SPECIAL DARK Chocolate Bar. [sin lugar]: USDA: United States Department of Agriculture; [consultado el 27 de jun. de 2022]. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html>.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2019b. FoodData Central. [sin lugar]: [sin editorial]; [consultado el 17 de jun. de 2022]. <https://fdc.nal.usda.gov/fdc-app.html>.
- [USDA] United States Department of Agriculture. 2022. Citrus: world markets and trade. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 23 de abr. de 2022; consultado el 23 de abr. de 2022]. 15 p. <https://apps.fas.usda.gov/psdonline/circulars/citrus.pdf>.
- Vázquez A, Ovando I, Adriano L, Betancur D, Salvador M. 2016. Alcaloides y polifenoles del cacao, mecanismos que regulan su biosíntesis y sus implicaciones en el sabor y aroma. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*; [consultado el 29 de may. de 2022]. 66. http://ve.scielo.org/scielo.php?pid=S0004-06222016000300010&script=sci_abstract.
- Wang L, Xu H, Yuan F, Pan Q, Fan R, Gao Y. 2015. Physicochemical characterization of five types of citrus dietary fibers. *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*. 4(2):250–258. doi:10.1016/j.bcab.2015.02.003.
- Wollgast J. 2004. The contents and effects of polyphenols in chocolate Qualitative and quantitative analyses of polyphenols in chocolate and chocolate raw products as well as evaluation of potential implications of chocolate consumption in human health [Doctorado]. Gießen, Germany: University of Gießen; [consultado el 2 de jun. de 2022]. <http://geb.uni-giessen.de/geb/volltexte/2005/2239/pdf/WollgastJan-2005-06-10.pdf>.

Anexos**Anexo A**

Diagrama de flujo para la elaboración de la harina de cáscara de mandarina



Nota. Adaptado de Moreta Piedra (2015)

Anexo B*Diagrama de flujo para elaboración de chocolate*

Nota. Adaptado de Guerrero et al. (2012).

Anexo C

Etiqueta nutricional del tratamiento control realizada mediante el software Food Processor™.

Nutrition Facts	
servings per container	
Serving size	(50g)
Amount per serving	
Calories	240
% Daily Value*	
Total Fat 15g	19%
Saturated Fat 3.5g	18%
Trans Fat 0g	
Cholesterol 0mg	0%
Sodium 0mg	0%
Total Carbohydrate 31g	11%
Dietary Fiber 0g	0%
Total Sugars 19g	
Includes 19g Added Sugars	38%
Protein 3g	
Vitamin D 0mcg	0%
Calcium 59mg	4%
Iron 1mg	6%
Potassium 1mg	0%
<p>*The % Daily Value tells you how much a nutrient in a serving of food contributes to a daily diet. 2,000 calories a day is used for general nutrition advice.</p>	

Anexo D

Modelo del perfil de nutrientes de la barra de chocolate del tratamiento control, en una porción de 50 g de acuerdo con el modelo propuesto por la Organización Panamericana de la Salud (OPS)

		% VD (una porción)	Cantidad máxima permitida	% de exceso (una porción)
Energía (kJ y kcal)	240	12	-	-
Grasa total (g)	15	23	8	87.50
Grasa saturada (g)	3.5	18	3	31.25
Grasas trans (g)	-	-	-	-
Sodio (mg)	-	-	-	-
Proteína (g)	3	6	-	-
Carbohidratos totales (g)	31	10	-	-
Azúcares libres (g)	19		6	216.67
Fibra dietética (g)	-	-	-	-

Nota. %VD: porcentaje del valor diario.