

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



Proyecto Especial de Graduación  
**Efecto de la adición de harina de pulpa de café (*Coffea arabica*) en las  
características fisicoquímicas, sensoriales y nutricionales de brownies**

Estudiantes

Syomara Gianela Insuasti Benítez

Vilma Lizeth López Gómez

Asesores

Jorge A. Cardona, Ph.D.

Sandra K. Espinoza, M.Sc.

Honduras, Agosto 2021

**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

Contenido .....	3
Índice de Cuadros .....	5
Índice de Figura.....	7
Índice de Anexos.....	8
Resumen .....	9
Abstract .....	10
Introducción.....	11
Materiales y Métodos.....	15
Localización del Estudio .....	15
Materia Prima .....	15
Diseño Experimental.....	16
Fase I. Caracterización de la Harina de Pulpa de Café.....	17
Análisis Microbiológicos Realizados a la Harina de Pulpa de Café .....	17
Composición Química Proximal de la Harina de Pulpa de Café.....	19
Fase II. Uso de la Harina de Pulpa de Café en la Elaboración de Brownies .....	23
Pruebas Preliminares .....	23
Elaboración de Brownies .....	23
Análisis Sensorial .....	25
Análisis Físicos.....	26
Fase III. Elaboración de Brownies con de Harina de Pulpa de Café y Evaluación de la Reducción de Grasas y Azúcar.....	27
Pruebas Preliminares .....	27
Análisis Sensorial .....	28
Análisis Físicos.....	29

Fase IV. Cuantificación de Fibra Dietética y Proteína Cruda en Brownie .....	30
Fibra Dietética en Brownies .....	30
Proteína Cruda en Brownie.....	31
Análisis Estadístico.....	31
Resultados y Discusión.....	32
Fase I. Caracterización de la Harina de Pulpa de Café.....	32
Pruebas Microbiológicas.....	32
Composición Química Proximal de la Harina de Pulpa de Café.....	33
Fase II. Uso de la Harina de Pulpa de Café en la Elaboración de Brownies .....	36
Pruebas Afectivas de Brownies de la Segunda Fase.....	36
Análisis Físicos de Brownies de la Segunda Fase.....	40
Fase III. Elaboración de Brownies con Harina de Pulpa de Café y Evaluación de la Reducción de Grasas y Azúcar .....	43
Pruebas Afectivas de Brownies de la Tercera Fase .....	43
Análisis Físicos de Brownies de la Tercera Fase .....	47
Fase IV: Cuantificación de Fibra Dietética y Proteína cruda en Brownie.....	49
Fibra dietética en Brownies .....	49
Proteína en Brownies.....	51
Conclusiones.....	53
Recomendaciones.....	54
Referencias .....	55
Anexos .....	62

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Descripción de Tratamientos con Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café en el Desarrollo de Brownies de la Segunda Fase .....	16
Cuadro 2 Descripción de Tratamientos con Sustitución Parcial del 50% de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café y Reducción de Azúcar, Grasa y Ambos en el Desarrollo de Brownies de la Tercera Fase.....	17
Cuadro 3 Formulación de los Tratamientos con Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café en el Desarrollo de Brownies de la Segunda Fase .....	25
Cuadro 4 Formulación de los Tratamientos con Sustitución Parcial del 50% de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café y Reducción de Azúcar, Grasa y Ambos en el Desarrollo de Brownies de la Tercera Fase.....	28
Cuadro 5 Resultados del Método de Número Más Probable para Coliformes Totales y Fecales.....	32
Cuadro 6 Resultados del Método de Vaciado en Placa para Enterobacterias.....	33
Cuadro 7 Composición Química (g) y Aporte Energético (Kcal) de la Harina de Pulpa de Café de los Híbridos Catuahí y Lempira por Cada 100 g .....	33
Cuadro 8 Resultados del Análisis Sensorial de los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor, Dulzura, Amargura y Aceptación General de los Brownies de la Segunda Fase.....	37
Cuadro 9 Resultados del Análisis de Correlación de la Aceptación General con los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura y Sabor de los Tratamientos de la Segunda Fase .....	39
Cuadro 10 Resultados de Prueba de Preferencia de Brownies de la Segunda Fase .....	40
Cuadro 11 Resultados del Análisis de Textura en Brownie para Dureza, Cohesividad, Elasticidad, Firmeza y Masticabilidad para los Brownies de la Segunda Fase .....	42
Cuadro 12 Resultados del Análisis de Color en Brownie en la Escala L*a*b para los Brownies de la Segunda Fase .....	43

Cuadro 13 Resultados del Análisis Sensorial de los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor, Dulzura, Amargura y Aceptación General de los Brownies de la Tercera Fase .....	44
Cuadro 14 Resultados del Análisis de Correlación de la Aceptación General con los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor, Dulzura y Amargura de los Tratamientos de la Tercera Fase	46
Cuadro 15 Resultados de Prueba de Preferencia de Brownies de la Tercera Fase .....	47
Cuadro 16 Resultados del Análisis de Textura en Brownie para Dureza, Cohesividad, Elasticidad, Firmeza y Masticabilidad para los Brownies de la Tercera Fase .....	48
Cuadro 17 Resultados del Análisis de Color en la Escala L*a*b para los Brownies de la Tercera Fase	49
Cuadro 18 Resultados en Porcentaje del Análisis de Proteína Cruda y Fibra Dietética en el Brownie Control de la Segunda Fase y Brownie Tratamiento 3 de la Tercera Fase.....	51

**Índice de Figura**

Figura 1 Diagrama de Flujo para el Desarrollo de Brownies ..... 24

**Índice de Anexos**

Anexo A Número más probable para diluciones en serie .....	62
Anexo B Hoja de evaluación sensorial de brownies con sustitución parcial de harina de pulpa de café de la segunda fase .....	63
Anexo C Hoja de evaluación sensorial de brownies con sustitución parcial de harina de pulpa de café de la tercera fase .....	64
Anexo D Tabla de prueba de Basker y Kramer .....	65

## Resumen

La pulpa constituye un contaminante del beneficio húmedo del café. El propósito del estudio fue usar este subproducto evaluando su efecto en las características físico-químicas, sensoriales y nutricionales en la elaboración de brownies. Se realizó un análisis proximal a la Harina de Pulpa de Café (HPC). Se desarrollaron brownies con cuatro formulaciones: la muestra control y tres sustituciones parciales de harina de trigo (HT) por 30, 40 y 50% de HPC. Se escogió la formulación del 50% de HPC como control para desarrollar tres formulaciones más con reducciones del aporte calórico por grasa, azúcar y ambos. Los brownies se sometieron a análisis sensorial, de textura y color mediante un diseño BCA, y los datos se analizaron por medio de un ANDEVA. Se realizó un análisis de proteína y fibra dietética comparando el brownie control con 100% de HT con el de 50% de HPC y Reducción de Azúcar (RA). La composición de HPC: humedad (6.23%), carbohidratos (48.55%), proteína (8.84%), grasa (2.60%), cenizas (7.61%) y fibra cruda (25.86%) con un aporte nutricional de 391.95 Kcal/100g. De los brownies con HPC, a mayor contenido hubo mejor aceptación, consistencia más rígida y color más oscuro. Y los brownies con reducción de grasa y azúcar tuvieron buena aceptación a pesar de la disminución del aporte calórico y diferencias en parámetros físicos. El brownie con 50% de HPC y RA obtuvieron 15.60 g de fibra y 6.67 g de proteína en 55 g, convirtiéndolo en excelente fuente y fuente, respectivamente.

*Palabras clave:* fibra dietética, subproducto, sustitución.

### Abstract

Pulp is a contaminant from the wet processing of coffee. The purpose of the study was to use this by-product to evaluate its effect on physicochemical, sensory, and nutritional characteristics in the preparation of brownies. Proximate analysis of Coffee Pulp Flour (CPF) was carried out. Brownies were prepared with four formulations: the control sample and three partial substitutions of wheat flour (WF) by 30, 40, and 50% CPF. The 50% HPC formulation was chosen as a control to develop three other formulations with reductions in caloric intake by fat, sugar, and both. The brownies passed sensory, texture, and color analysis using a BCA design, and results through ANDEVA. Protein and dietary fiber analysis was performed, comparing the 100% WF control brownie with the 50% CPF and Sugar Reduction (SR) brownie. The composition of CPF: moisture (6.23%), carbohydrates (48.55%), protein (8.84%), fat (2.60%), ash (7.61%) and crude fiber (25.86%) with a nutritional contribution of 391.95 Kcal/100g. Of the brownies with CPF, the higher the content, the better the acceptance, the stiffer the consistency, and the darker the color. And the brownies with reduced fat and sugar were well accepted despite the decreased caloric intake and differences in physical parameters. The brownie with 50% CPF and SR obtained 15.60 g fiber and 6.67 g protein in 55 g, making it an excellent source and a source, respectively.

*Keywords:* by-product, dietetic fiber, substitution.

## Introducción

El café es la bebida más consumida en el mundo, se obtiene del fruto del cafeto que pertenece a la familia de las rubiáceas (Rojo Jiménez y Pérez-Urria 2014). Este es un arbusto de tronco recto, que puede llegar a vivir 70 años. Su floración se da a partir de los tres años de la plantación del cultivo, pero su producción es hasta después del quinto año (Ramirez Prada 2010).

Honduras tiene una gran participación en la producción y comercio de café; ocupando el séptimo puesto en cuanto a producción cafetalera a nivel mundial y el primero de Centroamérica y México con una producción anual de 6,100 bolsas de 60 kg de café y presentó un crecimiento productivo entre los años 2019 y 2020 del 2.8% (ICO 2021). El café producido proviene de las regiones montañosas de 210 municipios pertenecientes a 15 departamentos del país, de allí que este genera alrededor de un millón de trabajos representando casi el 38% del PIB agrícola (IHCAFE 2021).

Según Rodríguez Valencia y Zambrano Franco (2010), en el proceso de cultivo e industrialización del café solamente se aprovecha el 5% del peso del fruto fresco para la preparación de la bebida. Mientras que, el 95% restante se compone de residuos orgánicos con diferentes composiciones químicas (Fernández Cortés et al. 2020). Los principales subproductos que se generan en el proceso de beneficio e industrialización del fruto de café y en los procesos de renovación del cultivo son: pulpa, mucílago, cisco, pasillas, borra y tallos de café (Vanegas 2016). De estos, la pulpa de café es el primer residuo obtenido del procesamiento y representa en base húmeda alrededor del 44% del peso del fruto fresco (Rodríguez Valencia y Zambrano Franco 2010).

Existen dos vías sobre los procesos de beneficiado para el procesamiento de café, siendo estas por vía seca y húmeda, de las cuales la segunda es usada tradicionalmente en el 90% de los procesos de beneficio de café (Pineda Mejía et al. 2001). La vía húmeda a su vez se divide en dos fases, la húmeda que engloba la recolección, recibo, despulpado, desmucilaginado, lavado, clasificado y secado del café de donde se obtiene el café pergamino y la fase seca con procesos de almacenamiento, trillado, clasificado, catado y envasado (Pineda Mejía et al. 2001; Portillo Guzmán 2021).

En este sentido, el beneficiado húmedo tradicional, es el método que genera mayor cantidad de desechos sólidos y líquidos (Gaitán Yaeggy 1998), proceso del cual la pulpa del café se considera una fuente de contaminación, ya que, suele desecharse en los ríos y cuerpos de agua cercanos a los lugares de procesamiento del café (Rugama Espinoza y Save Monserrat 2013b, 2013a; Vásquez 2016). Según Rugama Espinoza y Save Monserrat (2013a) el proceso de despulpado y lavado de 1 kg de café genera una cantidad de agua y material contaminante equivalente al producido por seis personas en un día.

Este tipo de desechos se caracterizan por contener una gran cantidad de materia orgánica, nutrientes de valores altos de DBO (Demanda Bioquímica de Oxígeno), DQO (Demanda Química de Oxígeno) y STS (Sólidos Totales en Suspensión) (Raffo Lecca y Ruiz Lizama 2014). Debido a ello, se ha propuesto el uso de este tipo de subproductos como componentes útiles para crear valor y al mismo tiempo reducir el impacto sobre el medio ambiente ocasionado por un manejo inadecuado de estos (Mejías-Brizuela et al. 2016). Así, es importante dar a conocer las alternativas de uso para los subproductos del café, como el desarrollo de nuevos productos. Considerando también que los consumidores modifican sus expectativas, influenciados por innovaciones y tecnologías, que generan nuevos tipos de alimentos (Madrigal Barrantes y Chavarría Vargas 2020).

El brownie es uno de los productos de panificación más famosos del mundo. Su origen tiene muchas variantes, pero todas coinciden en su creación accidental por la falta de polvo leudante en una mezcla, su primera receta conocida se remonta al año 1896 publicada en “Boston Cooking School Cook Book” bajo la autoría de la pionera culinaria estadounidense Fannie Farmer, añadiendo chocolate a la receta original para el año 1906 (Weinstein y Scarbrough 2002). La preparación de este producto tiene como ingredientes tradicionales harina de trigo, huevo, cacao en polvo, azúcar y mantequilla, obteniendo una consistencia compacta, esponjosa por dentro y dura por fuera (Betancourt Suarez et al. 2016). Además, con anterioridad la formulación tradicional de este producto clasificado como sobremesa se ha modificado con el objetivo de brindar alternativas de consumo a

productos ajenos a este. Así, Fernández et al. (2006), refieren la adición de suero porcino liofilizado de sangre a diferentes niveles, de los cuales la adición del 8% se obtuvo un incremento del doble de contenido proteico sin diferencias en el color y textura. Este fue sometido a evaluación sensorial a través de escalas hedónicas obteniendo un agrado del 51% lo que indica una reacción positiva a la sustitución de ingredientes sin afección en las características físicas y sensoriales del alimento.

Islas-Rubio et al. (2012), sustituyeron la harina de trigo por inulina en un 15, 20 y 25% con el objetivo de disminuir el aporte energético y aumentar la fibra dietética. Siendo evaluados parámetros como textura, contenido de fibra y obteniendo respuestas positivas con una aceptabilidad similar a la del brownie de referencia o control. Por otra parte, Betancourt Suarez et al. (2016), describen como alternativa en la formulación de brownies el uso de puré de frijoles con alto valor proteico y de fibra. Así, el producto resultante fue evaluado en cuanto a consistencia, textura, sabor, olor, color y aroma. De esta evaluación las características organolépticas fueron similares a las de un brownie tradicional con aceptabilidad por parte del consumidor.

Considerando que la harina de pulpa de café es una buena fuente de fibra dietética, y que postres enriquecidos con esta pueden tener un aumento significativo de hasta un 20% y que incluso se puede considerar como un ingrediente funcional (Damat, Anggriani, Setyobudi y Soni 2019). La presente investigación pretende aprovechar la pulpa de café, la cual se considera un desecho con alta capacidad contaminante en el contexto de beneficio de café en Honduras. Obteniendo una harina en la sustitución parcial de la harina de trigo en la elaboración de productos de panificación con gran aceptación de los consumidores, como son los brownies. Así los objetivos establecidos para el proyecto fueron:

Determinar la composición química proximal de la harina de pulpa de café de los híbridos Catuahí y Lempira.

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo con por harina de pulpa de café en las características físicas y sensoriales de brownies.

Reducir el aporte energético de grasas y azúcares del brownie mejor evaluado con sustitución por harina de pulpa de café, determinando su efecto en las características sensoriales, físicas y nutricionales.

Valorar el contenido de proteína cruda y fibra dietética presente en el brownie mejor evaluado de la fase de reducción de grasas y azúcares.

## Materiales y Métodos

### Localización del Estudio

El estudio se llevó a cabo en las instalaciones pertenecientes al departamento de Agroindustria Alimentaria de la Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. Ubicada en el kilómetro 30 de la carretera de Tegucigalpa a Danlí, departamento de Francisco Morazán. El desarrollo de la harina se hizo en la Planta Hortofrutícola de Procesamiento (PHF) y el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ). La elaboración de los brownies se dio en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Los análisis microbiológicos se realizaron en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos (LMAZ). Mientras que, los análisis sensoriales de los brownies se dieron en el Laboratorio de Análisis Sensorial (LAS) y Centro Smith Falck y los análisis fisicoquímicos tanto de la harina como de los brownies se llevaron a cabo en el LAAZ.

### Materia Prima

La harina para la formulación y desarrollo de brownies fue obtenida de pulpa fresca de café (*Coffea arabica*), la cual pasó por la fase de despulpado mecánico en el procesamiento del café cereza de los híbridos Catuahí y Lempira. La pulpa provino de una finca a 1800 msnm, ubicada en la montaña montecillo, El Playón, Ajuterique, departamento de Comayagua, Honduras. Cafetales con una edad promedio de cinco años, a los que se les realizaba el tercer corte de la cosecha, en febrero del año 2022. La pulpa se sometió a un secado solar que duró 2 días en un beneficio de café ubicado en Valle de Ángeles, Comayagua y fue posteriormente transportada a la Planta Hortofrutícola de Procesamiento (PHF) en la Escuela Agrícola Panamericana "Zamorano". Allí se procedió con un secado en el deshidratador Lassele modelo DY-110 H, distribuyendo la materia prima en un total de 10 bandejas, con  $1 \pm 0.2$  kg de pulpa de café en cada bandeja. Así la pulpa de café a temperatura del deshidratador se mantuvo en 70 °C por 30 minutos, temperatura 7 °C mayor a la descrita por SENASA (2010) para pasteurización. La pulpa deshidratada pasó a un proceso de molienda para la obtención

de la harina, esto en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ) con una rejilla de molino de 1 mm.

Así mismo, se hizo uso de más insumos como harina de trigo, azúcar morena, cacao en polvo, margarina sin sal, levadura, huevos, leche, extracto de vainilla, sal y edulcorante no calórico a base de sucralosa.

### **Diseño Experimental**

El proyecto se realizó en cuatro fases. En la primera fase se determinó la composición química de la harina de pulpa de café mediante un análisis proximal con dos repeticiones para cada nutriente evaluado. En la segunda fase de la investigación se desarrollaron cuatro brownies con sustitución parcial de harina de trigo por harina de pulpa de café tal como se muestra en el Cuadro 1; siendo el primero el brownie control con un 100% harina de trigo en su formulación y tres tratamientos que refieren la sustitución parcial de harina de trigo por harina de pulpa de café al 30, 40 y 50% para los Tratamientos 2, 3 y 4, respectivamente.

### **Cuadro 1**

*Descripción de Tratamientos con Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café en el Desarrollo de Brownies de la Segunda Fase*

Tratamiento	% Harina de trigo	% Harina de pulpa de café
T1 (Control)	100	0
T2	70	30
T3	60	40
T4	50	50

*Nota.* T1: Tratamiento 1. T2: Tratamiento 2. T3: Tratamiento 3. T4: Tratamiento 4.

Mientras que, para la tercera fase se consideró el nivel de sustitución de harina de pulpa de café mejor evaluada para la reformulación de brownies con reducción de azúcar y/o grasas siguiendo el Anexo E del RTCA para Etiquetado Nutricional (RTCA Reglamento Técnico Centroamericano 2014). Teniendo como Tratamiento 1 control la formulación genérica original del brownie con una sustitución del 50% de harina de trigo por harina de pulpa de café, y para los Tratamientos 2, 3 y 4 una reducción en grasa, azúcar y una reducción en ambos, respectivamente como se muestra en el Cuadro 2.

## Cuadro 2

*Descripción de Tratamientos con Sustitución Parcial del 50% de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café y Reducción de Azúcar, Grasa y Ambos en el Desarrollo de Brownies de la Tercera Fase*

Tratamiento	Tipo de reducción
T1 (Control)	Ninguna
T2	Grasa
T3	Azúcares
T4	Grasa y Azúcar

*Nota.* T1: Tratamiento 1. T2: Tratamiento 2. T3: Tratamiento 3. T4: Tratamiento 4.

Así para los brownies desarrollados en las Fases II y III se realizó un análisis sensorial con dos pruebas afectivas, con cuatro tratamientos incluyendo el control y tres repeticiones, estableciendo así un diseño estadístico de Bloques Completos al Azar (BCA) con un bloqueo en el día de evaluación o repeticiones y el panelista, para un total de 12 unidades experimentales para los brownies de cada fase (Cuadros 1 y 2). De igual forma, se realizó un análisis de color y textura a los brownies obtenidos de la Fase II y III, el cual siguió con un diseño BCA y un bloqueo en el día de evaluación o repeticiones, para los cuatro tratamientos de cada fase (Cuadros 1 y 2) con tres repeticiones para un total de 12 unidades experimentales en cada análisis. Donde para el análisis de color realizado a los brownies de ambas fases cada repetición se contó con 10 unidades observacionales por tratamiento. Finalmente, para la cuarta fase se realizaron los análisis de fibra dietética y proteína cruda al brownie Tratamiento 1 control de la segunda fase con 100% de harina de trigo y al Tratamiento 3 de la tercera fase con una sustitución parcial del 50% por harina de pulpa de café con reducción de azúcares (Cuadros 1 y 2). Las cuales se evaluaron por duplicado en ambos tratamientos para un total de cuatro unidades experimentales.

### Fase I. Caracterización de la Harina de Pulpa de Café

#### *Análisis Microbiológicos Realizados a la Harina de Pulpa de Café*

Para asegurar la inocuidad de la materia prima usada se realizaron pruebas para la determinación de microorganismos presentes en la harina siguiendo los criterios microbiológicos para

la inocuidad de los alimentos. Así el análisis se dio enmarcando a la harina de pulpa de café según los criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos del RTCA Reglamento Técnico Centroamericano (2018), dentro del subgrupo de alimento: frutas y vegetales procesados, específicamente desecados o deshidratados con parámetros establecidos para *Escherichia coli* de entre 100 y 1000 UFC/g y para *Salmonella* ausencia en 25 g. La familia Enterobacteriaceae incluye géneros llamados bacterias coliformes, capaces de fermentar lactosa, así también microorganismos de este tipo como enterobacterias y coliformes son indicadores de mala higiene o tratamientos térmicos inadecuados, así también la *E. coli* se usa como indicador de contaminación fecal y como microorganismo índice de la presencia de patógenos entéricos como *Salmonella* (Baylis et al. 2011).

#### **Análisis de Coliformes Fecales y Coliformes Totales por el Método de Número Más Probable.**

Se analizó la presencia de coliformes totales y fecales en la harina de pulpa de café por medio de la técnica de número más probable (NMP). Se agregaron 90 mL de buffer de fosfatos (solución diluyente) a 10 g de muestra de harina de pulpa de café, mezcla que pasó al equipo Stomacher® 400 para ser homogeneizada durante 60 segundos a 230 rpm, siendo este el factor de dilución  $10^{-1}$ . De la cual, posteriormente se procedió a obtener las diluciones  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  usadas para la siembra en 9 mL de caldo lauril triptosa con una serie de 3 tubos para la prueba presuntiva que se dio después de 24 y 48 horas de incubación a 35 °C.

#### **Análisis de Enterobacterias por el Método de Vaciado en Placa.**

Se evaluó la presencia de enterobacterias por medio de vaciado en placa sembrando 1 mL de la dilución de  $10^{-1}$  en agar bilis rojo violeta con glucosa (ABRV-G) para identificación de enterobacterias (ENT). Para posteriormente ser incubadas por 24 horas a 35 °C.

### **Composición Química Proximal de la Harina de Pulpa de Café**

Se realizó una caracterización de la harina de pulpa de café, para determinar el contenido de: carbohidratos, proteína, grasa, cenizas, fibra cruda y humedad, siendo las muestras analizadas por duplicado para conocer la composición de la harina proveniente de los híbridos Catuahí y Lempira.

#### **Humedad.**

Para la determinación de humedad se utilizó el método AOAC 950.56B. Para efectos del cual se dio un previo secado de los crisoles y un secado de  $3.0000 \pm 0.0009$  g de muestra de la harina de pulpa de café en el horno de convección Fisher Scientific 750F a  $100 - 102$  °C por 9 y 18 horas, respectivamente. Para calcular el porcentaje de humedad, mediante la Ecuación 1.

$$\%H = \frac{(C+MH)-(C+MS)}{(C+MH)-(C)} \times 100 \quad [1]$$

Donde:

%H: Porcentaje de humedad.

C: Peso del crisol (g).

C + MH: Peso del crisol más peso muestra húmeda (g).

C + MS: Peso del crisol más peso muestra seca (g).

#### **Cenizas.**

Se analizó el porcentaje de cenizas por medio del método AOAC 923.03. Retomando las muestras a partir del pesado del crisol más la muestra seca del análisis de humedad, para proceder a incinerar la muestra por duplicado utilizando la mufla Sybron Thermolyne FA1730, a una temperatura de  $550$  °C por siete horas hasta obtener un color gris claro en la ceniza y procediendo a pesado. La Ecuación 2 fue la utilizada en este análisis.

$$\%C = \frac{CC-C}{M} \times 100 \quad [2]$$

Donde:

%C: Porcentaje de cenizas.

CC: Peso del crisol más cenizas (g).

C: Peso crisol (g).

M: Peso muestra incinerada (g).

### **Grasa Cruda.**

Se calculó el porcentaje de grasa cruda mediante el método AOAC 2003.06. Se procedió a pesar 2 g de Celite<sup>®</sup> 545 en cada dedal de celulosa, para luego pesar  $5.0000 \pm 0.0003$  g de muestra de harina de pulpa de café y se procedió a homogeneizar, llevando a cabo el análisis por duplicado. Se introdujeron 4 perlas de ebullición de vidrio en tazas metálicas para un previo secado en el horno de convección Fisher Scientific 750F a 100 – 102 °C por 30 minutos, luego de este tiempo estas tazas se dejaron enfriar en un desecador a temperatura ambiente y se procedió al pesado estableciendo el dato “Peso de la taza”. Los dedales con la muestra y celite fueron enfriados en un desecador a temperatura ambiente, se colocó una fina capa de algodón desgrasado para proceder a la extracción en el aparato Soxtec 8000 FOSS. En el equipo las tazas se transfirieron y se agregaron 85 y 80 ml de hexano a cada muestra. Posteriormente, se dio un secado en el horno de convección durante 30 minutos a 102 °C. Así, la Ecuación 3 fue utilizada para obtener el porcentaje de grasa cruda de las muestras.

$$\text{Grasa cruda \%} = \frac{EE}{P} \times 100 \quad [3]$$

Donde:

EE: Peso del extracto etéreo (g) = (Peso de la taza +EE)- Peso de la taza.

P: Peso de la muestra (g).

### Proteína Cruda.

Se procedió con el análisis de proteína cruda mediante el método AOAC 2001.11. Así, se pesó  $1.0000 \pm 0.0003$  g de la muestra por duplicado en papel encerado y se transfirieron a cada tubo de digestión con dos tabletas Kjeltabs por tubo, adicionalmente se realizó un blanco y se procedió al proceso de digestión en el aparato Tecator<sup>TM</sup> D20 que fue previamente calentado a 420 °C. El proceso de destilación se realizó en el aparato Kjeltec 8200, donde se usaron matraces Erlen Meyer que fueron colocados en el destilador, mientras los tubos de digestión eran procesados con el Programa 1 para muestras con menos de 20% de grasa. Dichos matraces recolectaron los productos de la destilación, fueron trasladados para la valoración mediante titulación del volumen del ácido clorhídrico al 0.1 N usado en el proceso, tanto de los blancos “Vb”, como de las repeticiones “Vm”. Dato para el cual es necesario usar las siguientes fórmulas y obtener el porcentaje de Nitrógeno (%N) (Ecuación 4) y porcentaje de Proteína (Ecuación 5).

$$\% \text{Nitrógeno Kjeldahl} = \frac{(V_m - V_b) \times M \times 14.01}{m \times 10} \quad [4]$$

Donde:

V<sub>m</sub>: Volumen de ácido usado en titulación por la muestra (mL).

V<sub>b</sub>: Volumen promedio de ácido usado en titulación por el blanco (mL).

N: Normalidad del ácido clorhídrico estandarizado (N).

M: Molaridad del ácido estándar.

14.01: Peso atómico del nitrógeno.

$$\% \text{ Proteína} = \%N * 6.25 \quad [5]$$

Donde:

%N: Porcentaje de nitrógeno.

6.25: Factor para convertir el nitrógeno para materiales de consumo.

### Fibra Cruda

El análisis de fibra cruda realizado se dio siguiendo el método AOCS Ba 6<sup>a</sup>-05, por la técnica de bolsas filtrantes. Así se usó el aparato Ankom A200 para realizar la digestión ácida y alcalina usando ácido sulfúrico e hidróxido de sodio al 1.25% N. Los filtros fueron rotulados con un marcador especial que resistió el solvente y el ácido, para luego ser pesadas. La muestra debe tener una granulometría mayor a 1 mm y menor a 2 mm, muestras con menor tamaño de partícula pueden ocasionar una pérdida de partículas y subestimación del contenido de fibra. El filtro con la muestra pesada debe ser sellado con calor a 4 mm del borde, así mismo el análisis de un blanco fue necesario para los cálculos. Se colocaron las muestras y blanco en el suspensor de filtros y posteriormente dentro del equipo con peso para asegurar la sumersión. Se agregó el ácido sulfúrico y se digirieron las muestras por 40 minutos a 90 °C, después se procedió con tres lavados con agua en el equipo y se procedió a la segunda digestión con hidróxido de sodio por el mismo tiempo, temperatura y cantidad de lavados posteriores. Una vez procesadas las muestras se elimina el exceso de agua y se cubren con acetona por 3 - 5 minutos para acortar el tiempo de secado en el horno a  $102 \pm 2^{\circ}C$ , entre 2 a 4 horas, hasta que la acetona se evaporó completamente. Se usaron crisoles para este procedimiento que fueron debidamente rotulados y pre secados. Así, para obtener el contenido de fibra cruda se usó la Ecuación 6.

$$\%Fibra\ cruda = \frac{(M2 - (M3 - B1))}{M1} \times 100 \quad [6]$$

Donde:

M1: Peso de la muestra.

M2: Peso de la materia orgánica (Pérdida de peso en la ignición de la bolsa y la fibra).

M3: Peso de la bolsa.

B1: Factor de corrección de las cenizas del blanco.

### **Carbohidratos o Extracto Libre de Nitrógeno.**

El valor de carbohidratos se calculó mediante la depreciación de los valores obtenidos para los anteriores análisis realizados. Así, para obtener el contenido de extracto libre de nitrógeno se usó la Ecuación 7.

$$\%ELN = 100 - (\% \text{ Proteína} + \% \text{ Grasa} + \% \text{ Cenizas} + \% \text{ Humedad} + \% \text{ Fibra cruda}) \quad [7]$$

### **Calorimetría en la Harina.**

Se utilizó el equipo Parr Calorimeter Assembly 6100 A1329DD, para obtener el aporte energético en calorías por gramo de la harina de pulpa de café (*Coffea arabica*), realizando este análisis por duplicado con 0.5 g de muestra, obteniendo el resultado en Calorías/g.

## **Fase II. Uso de la Harina de Pulpa de Café en la Elaboración de Brownies**

### ***Pruebas Preliminares***

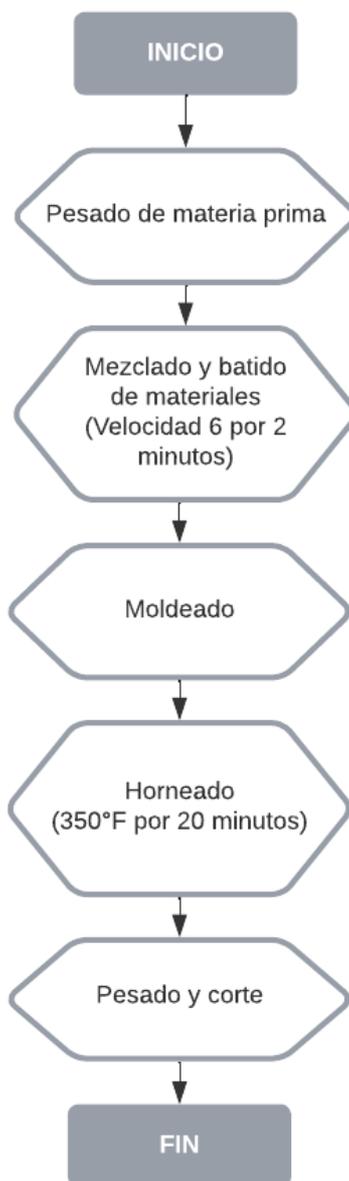
Se formularon tres distintos productos de panificación en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), como brownies, galletas de azúcar y waffles. Con porcentajes de la sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café del 70, 60 y 50%, para brownies; y 20, 15 y 10% para las galletas y waffles. Determinando que el producto con menor impacto en las características sensoriales debido a la sustitución por harina de pulpa de café fueron los brownies y estableciendo los porcentajes de 50, 40 y 30%.

### ***Elaboración de Brownies***

El flujo de proceso para la elaboración de los brownies se muestra en la Figura 1, este fue adecuado del proceso de elaboración de brownies descrito por Brito et al. (2020). Este proceso es el mismo realizado para el desarrollo de los brownies tanto de la segunda como de la tercera fase.

**Figura 1**

*Diagrama de Flujo para el Desarrollo de Brownies*



*Nota.* Flujo de proceso adecuado por las autoras del proceso de elaboración de brownies descrito por Brito et al. (2020)

La preparación del brownie inició con el pesado de las materias primas, luego el mezclado de los ingredientes secos considerando la adición de harina de pulpa de café en distintas proporciones para los brownies tratamiento de la Fase II tal como se muestra en el Cuadro 3.

### Cuadro 3

*Formulación de los Tratamientos con Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café en el Desarrollo de Brownies de la Segunda Fase*

Ingredientes (%)	T1*	T2	T3	T4
	0% HPC	30% HPC	40% HPC	50% HPC
Harina de trigo	16.83	11.78	10.1	8.42
Harina de pulpa de café	-	5.05	6.73	8.42
Azúcar	26.01	26.01	26.01	26.01
Cacao	9.02	9.02	9.02	9.02
Levadura	0.51	0.51	0.51	0.51
Sal	0.25	0.25	0.25	0.25
Mantequilla	14.31	14.31	14.31	14.31
Leche	4.03	4.03	4.03	4.03
Vainilla	1.26	1.26	1.26	1.26
Huevos	27.78	27.78	27.78	27.78
Total	100	100	100	100

*Nota.* \*Tratamiento control. HPC: Harina de pulpa de café.

Posteriormente, se procedió a añadir gradualmente a la mezcla la mantequilla derretida, huevos, leche, y vainilla a la mezcla durante el proceso de batido que se dio a Velocidad 6 por dos minutos en la batidora Kitchen Aid Artisan 325 Watts. Luego se procedió con el moldeado de cada formulación para ser horneados a 350 °F por 20 minutos en el horno Blodgett DFG-100-ES.

Los brownies obtenidos a través de este proceso serán sometidos a los análisis físico-químicos y a la evaluación sensorial.

#### **Análisis Sensorial**

Se realizó un análisis sensorial que contó con el apoyo de 90 panelistas no entrenados (Estudiantes de todos los años de pre grado de Zamorano) que se sometieron a pruebas de aceptación y preferencia evaluadas en dos partes, en la boleta prevista (Anexo B). Proporcionando a cada panelista una bandeja con cuatro porciones de brownies codificados con tres dígitos cada uno de manera aleatoria y pertenecientes a los tratamientos y control de la segunda fase.

La parte de aceptación constó de la valoración de aceptación general y cinco atributos para el brownie: apariencia, color, olor, textura y sabor. Así, se evaluaron los atributos antes mencionados

mediante una escala hedónica de 7 puntos, donde el punto 1 significó me desagrada mucho y el 7 me agrada mucho. Mientras que la segunda parte del análisis se compuso de una prueba de preferencia mediante el ordenamiento de las muestras presentadas siendo la posición 1 la más preferida y la 4 la menos preferida, datos de preferencia analizados mediante el uso de tablas de Basker.

### ***Análisis Físicos***

En esta sección los análisis físicos y químicos se realizaron al brownie control con 100% de harina de trigo como a los tratamientos de la Fase II con 30, 40 y 50% de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café. Siendo los físicos de color y análisis de textura por compresión en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ).

#### **Color en Brownies.**

Se evaluó el color en Brownies mediante la aplicación Color Assist Lite con una cámara de smartphone de 108 Mpx. En este análisis se controló la distancia de la cámara del celular hasta la muestra, siendo esta de 14.5 cm y la iluminación para cada medición. Así, cada uno de los cuatro tratamientos se sometieron a análisis por triplicado teniendo cada repetición 10 unidades observacionales, con la escala  $L^*a^*b$ . Donde L representa la luminosidad relativa, mostrando la oscuridad y blanco en escala de 0 a 100,  $a^*$  representando la intensidad relativa del color rojo, aumentando la intensidad de este cuando el valor es  $>0$  y  $b^*$  que corresponde a la intensidad relativa del color amarillo con valores  $> 0$  amarillo y  $< 0$  azul.

#### **Análisis de Textura en Brownies.**

Se realizó un análisis físico de textura por compresión mediante el 26exturómetro de Brookfield CT3 3 horas después del horneado, a una temperatura interna del brownies de 25 °C, con el objetivo de valorar los atributos mecánicos de dureza, cohesividad, elasticidad, firmeza y masticabilidad, los cuales se relacionan ampliamente con la evaluación sensorial (Stone et al. 2012). Lo que permitió definir la identidad textural del alimento acorde a las preferencias del consumidor.

Así el equipo mencionado se calibró de acuerdo con la instrucción LAA—004-003, para después realizar el análisis siguiendo el método ASTM E83. Las mediciones de textura en los brownies se realizaron por triplicado para todos los tratamientos de la segunda fase. Las dimensiones de las muestras fueron de 40 mm × 40 mm × 10 mm para el largo, ancho y profundidad de la muestra, para lo cual la corteza de los brownies fue removida. La sonda usada fue la cilíndrica de 38.1 mm de diámetro (TA4/1000) con condiciones de 1.8 mm/s de velocidad, valor meta u objetivo de 3 mm. Y usando una carga inicial de 0.067 N de adaptadas de Estrada Lucana (2019) y Acosta Granda, Verónica de los Ángeles (2013).

### **Fase III. Elaboración de Brownies con de Harina de Pulpa de Café y Evaluación de la Reducción de Grasas y Azúcar**

En lo que respecta a la tercera fase de esta investigación se buscó dar un enfoque nutricional al producto. Debido a que, en primera instancia se encontró una cantidad excesiva de azúcares libres y de grasas totales en la formulación de la segunda fase, mediante la herramienta de Modelo de Perfil de Nutrientes de la OPS (2016). Así, se procedió a realizar una reducción a la formulación con sustitución parcial de harina de pulpa de café de mejor aceptación general, de acuerdo con el análisis sensorial perteneciente a la segunda fase con base en el Anexo E del RTCA Reglamento Técnico Centroamericano (2014) para el etiquetado nutricional de productos alimenticios. Siendo este el Tratamiento 4, el cual consta de sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum*) por harina de pulpa de café (*Coffea arabica*) en un 50% (Cuadro 2).

#### **Pruebas Preliminares**

Se determinó el uso de la formulación del cuarto tratamiento, para continuar con la tercera fase. Se realizaron distintas formulaciones en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA), de las cuales se eligieron los tratamientos. Siendo la primera formulación con una reducción de grasas totales, la segunda de azúcares libres y la tercera, una reducción de ambas (grasas totales y azúcares libres). Para

la formulación con reducción de grasa, se realizaron reducciones parciales en los siguientes ingredientes: mantequilla (70%), huevo (50%) y cacao (35%), y un incremento en la cantidad de leche semidescremada (2% grasa) duplicando la cantidad utilizada en la elaboración del control, para tener una menor alteración en la textura. En la formulación con reducción de azúcar se redujo la azúcar morena (85%) y se añadió un edulcorante no calórico a base de sucralosa (Splenda®), utilizando una relación 1:0.25 (1 g de azúcar morena: 0.25 g de edulcorante). Para la tercera formulación, reducida en azúcar y grasas, se utilizaron los mismos porcentajes de reducción, incremento y adición que en las formulaciones anteriormente mencionadas. Así se establecieron las formulaciones de la Fase III Cuadro 4, para desarrollar los brownies con el mismo procedimiento de elaboración mencionado en la Fase II. Así como la formulación de los tratamientos de la Fase III como se muestra en el Cuadro 4.

#### Cuadro 4

*Formulación de los Tratamientos con Sustitución Parcial del 50% de Harina de Trigo por Harina de Pulpa de Café y Reducción de Azúcar, Grasa y Ambos en el Desarrollo de Brownies de la Tercera Fase*

Ingredientes (%)	T1	T2	T3	T4
	Control (50% HPC)	Grasas (50% HPC)	Azúcar (50% HPC)	Grasas y azúcar (50% HPC)
Harina de trigo	8.42	11.25	10.09	14.45
Harina de pulpa de café	8.42	11.25	10.09	14.45
Azúcar	26.01	34.76	4.68	6.7
Edulcorante (Splenda)	-	-	6.63	9.49
Cacao	9.02	7.84	10.82	10.07
Levadura	0.51	0.68	0.61	0.87
Sal	0.25	0.34	0.3	0.43
Mantequilla	14.31	2.87	17.15	3.69
Leche	4.03	10.77	4.83	13.83
Vainilla	1.26	1.69	1.51	2.17
Huevos	27.78	18.56	33.3	23.85
Total	100	100	100	100

*Nota.* HPC: Harina de pulpa de café.

#### **Análisis Sensorial**

Se realizó un análisis sensorial que contó con el apoyo de 90 panelistas no entrenados (Estudiantes de todos los años de pregrado de Zamorano) que se sometieron a dos pruebas afectivas evaluadas en dos partes en la boleta prevista (Anexo C). Proporcionando a cada panelista una bandeja

con cuatro porciones de brownies codificados con tres dígitos de manera aleatoria y pertenecientes a los tratamientos y control (T1: Control, T2: reducción de grasas, T3: reducción de azúcares y T4: Reducción de grasas y azúcares). La parte de aceptación constó de la evaluación de la aceptación general y siete atributos para el brownie: apariencia, color, olor, textura, sabor, dulzura y amargura. Considerando que los atributos de dulzura y amargura fueron agregados según los comentarios realizados por los panelistas de la segunda fase. Así, se evaluaron los atributos de igual forma que en la Fase II.

### ***Análisis Físicos***

En esta sección los análisis físicos y químicos se realizaron al brownie control y tratamientos de la tercera fase. Siendo los físicos de color y análisis de textura por compresión en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano (LAAZ).

Los datos obtenidos en el análisis físico de color y textura se relacionaron con los resultados del análisis sensorial para definir la identidad del producto desarrollado de acuerdo con su aceptación.

#### **Color en Brownies.**

Se evaluó el color en Brownies mediante la aplicación Color Analysis Lite para la escala  $L^*a^*b$  siguiendo la misma metodología de la segunda fase.

#### **Análisis de Textura en Brownies.**

Se realizó un análisis físico de textura por compresión como en la Fase II variando el valor meta establecido para el análisis a 2 mm, mediante el 29exturómetro de Brookfield CT3 de acuerdo con la instrucción LAA—004-003, siguiendo el método ASTM E83.

#### Fase IV. Cuantificación de Fibra Dietética y Proteína Cruda en Brownie

Se realizó un análisis de proteína y fibra dietética a los brownies control de la Fase II y al tratamiento mejor evaluado de la Fase III, contrastando el aporte encontrado de estos compuestos, con el motivo de evaluar el aporte nutricional del Brownie.

##### **Fibra Dietética en Brownies**

Los análisis se realizaron en el T1 del brownie control de la segunda fase y en el T3 con reducción de azúcares. Este análisis se realizó por el método AOAC 985.29, el cual es un método enzimático gravimétrico basado en la digestión de proteínas e hidratos de carbono con enzimas. Para el cual el remanente se adjudica a la fibra dietética previo descuento del contenido de cenizas y proteínas remanentes (Matos Chamorro y Chambilla Mamani 2010). Se considera que el peso de muestra que resulta del proceso del secado corresponde a la totalidad de los sólidos presentes en el producto, por lo tanto, la expresión en base seca refiere el valor al peso de sólido del producto obtenido de este modo. El método enzimático-gravimétrico empleado para la determinación de FD por gramo de muestra seca analizado, es decir, se expresa en base seca (BS) (Ecuación 8). A partir del dato de contenido de humedad de la muestra fresca, es posible expresar el resultado como porcentaje de FD en base húmeda (BH) Ecuación 9) (Ohaco Dominguez et al. 2015).

$$\%FD(BS) = \frac{gFD}{M} \times 100 \quad [8]$$

$$\%FD(BH) = \frac{gFD}{MH} \times 100 \quad [9]$$

Donde:

MH: peso de la muestra húmeda (g)

M: peso de la muestra seca (g)

%MS: porcentaje de sólidos en la muestra húmeda (%)

gFD: peso de fibra dietética del producto (g)

%FD: porcentaje de fibra dietética del producto (%)

### ***Proteína Cruda en Brownie***

Se procedió con el análisis de proteína cruda mediante el método AOAC 2001.11. Con la misma metodología usada en el análisis proximal de la Fase I.

### **Análisis Estadístico**

Los datos recopilados durante la evaluación de este estudio fueron analizados por medio del programa Statistical Analysis System (SAS®) versión 9.4, mientras que, para analizar los resultados de la prueba de preferencia para el análisis sensorial se usaron las tablas de Basker y Kramer.

Para la primera fase del estudio se llevó a cabo un análisis estadístico descriptivo para los resultados de la caracterización. Mientras que, para la segunda y tercera fase de la investigación se realizó un análisis de varianzas con un nivel de probabilidad del 95% ( $P \leq 0.05$ ). Y se determinó mediante una prueba de separación de medias Duncan el tratamiento mejor evaluado con una sustitución parcial de harina de trigo por harina de pulpa de café para utilizarlo en la tercera fase del estudio. Adicionalmente, para la evaluación de datos del análisis sensorial de la segunda y tercera fase se realizó un análisis de correlación de Pearson para determinar si existía una relación entre atributos evaluados por los panelistas y la aceptación general. Finalmente, y adicional al análisis estadístico descriptivo se evaluó y determinó el mejor tratamiento en cuanto al porcentaje de proteína y fibra dietética del Tratamiento control de la segunda fase y tercer tratamiento de la tercera fase, datos que fueron analizados mediante una prueba "T".

## Resultados y Discusión

Los resultados son reflejados de acuerdo con las etapas de la presente investigación. Iniciando con la obtención de la harina de pulpa de café. Siguiendo con los análisis microbiológicos para determinar que la harina era apta para el consumo humano. Se procedió a realizar un análisis proximal de la harina para su caracterización. Luego, la realización de los brownies con sustituciones parciales de harina de pulpa de café y su posterior análisis sensorial, físico y químico. Por consiguiente, en la tercera etapa se buscó dar un enfoque nutricional a los brownies, donde también se realizó análisis sensorial, físico y químico a los brownies con reducción de ingredientes críticos.

### Fase I. Caracterización de la Harina de Pulpa de Café

#### *Pruebas Microbiológicas*

##### **Análisis de Coliformes Totales Mediante el Método de Número Más Probable.**

El método de Número Más Probable es estadístico y compuesto, este se conforma de tres fases, presuntiva, confirmatoria y completa, que se basa en la detección de presencia o ausencia de microorganismos vivos y activos metabólicamente (Feng et al. 2020). Los coliformes pertenecen a la familia Enterobacteriaceae son considerados como indicadores de calidad e higiene de los alimentos y su entorno de procesamiento (Feldsine et al. 2005), por lo que su identificación en torno a la investigación fue de importancia. Así, como se observa en el Cuadro 5, los resultados obtenidos para las series de tres tubos de las diluciones  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  fueron negativos teniendo así un resultado  $<3$  NMP/g para cada dilución (Blodgett 2020).

#### **Cuadro 5**

##### *Resultados del Método de Número Más Probable para Coliformes Totales y Fecales*

Microorganismo	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$
Coliformes totales (NMP/g*)	$<3$	$<3$	$<3$

*Nota.* El nivel de confianza de esta prueba es del 95%. \*: Resultados adaptados del apéndice 2 del BAM (Anexo A).

### Análisis de Enterobacterias por el Método de Vaciado en Placa.

Se evaluó la presencia de enterobacterias por medio de vaciado en placa sembrando 1 mL de la dilución  $10^{-1}$  en agar bilis rojo violeta con glucosa (ABRV-G). Así a las 24 horas de incubación no existió crecimiento de ningún tipo, es decir, se obtuvo un recuento de  $<10$  UFC/g como lo muestra el Cuadro 6.

#### Cuadro 6

##### Resultados del Método de Vaciado en Placa para Enterobacterias

Microorganismo	UFC/g	Log UFC/g
Enterobacterias	$<10$	$<1$

#### Composición Química Proximal de la Harina de Pulpa de Café

Es de gran importancia para el estudio el conocer la composición de la materia prima de relevancia, en cuanto a los diferentes aportes de cada uno de sus componentes. Así como lo muestra el Cuadro 7 el análisis proximal realizado a la harina tuvo como los siguientes resultados con relación al 100% de la composición total de esta.

#### Cuadro 7

##### Composición Química (g) y Aporte Energético (Kcal) de la Harina de Pulpa de Café de los Híbridos Catuahí y Lempira por Cada 100 g

Composición	Unidad de medida	Media $\pm$ D.E.	C.V.
Humedad	(g)	6.23 $\pm$ 0.10	1.61
Grasa (EE)	(g)	2.60 $\pm$ 0.01	0.49
Proteína cruda	(g)	8.84 $\pm$ 0.06	0.69
Cenizas	(g)	7.61 $\pm$ 0.02	0.25
Fibra cruda	(g)	25.86 $\pm$ 0.06	0.22
Carbohidratos (ELN)	(g)	48.55 $\pm$ 0.01	0.02
Valor calórico	(Kcal)	391.96 $\pm$ 7.43	1.89

Nota. n=2. D.E.: Desviación Estándar. C.V.: Coeficiente de Variación. EE: Extracto Etéreo. ELN: Extracto Libre de Nitrógeno. Valores con base en 6% de humedad.

**Humedad.**

El agua es el mayor constituyente de todo producto alimenticio, siendo de gran importancia económica para el procesador siendo un llenador, y representando un factor de calidad en la preservación y estabilidad de toda matriz alimenticia (Bradley 2010). Considerando esto, el contenido de humedad obtenido fue del 6.23%. Esto se pudo dar debido a que no se pudo proceder con un análisis de humedad de la pulpa de café apenas fue recibida en la PHP sino que se procedió con la deshidratación inmediata para evitar la fermentación acelerada que caracteriza a la pulpa de café (Torres-Valenzuela et al. 2019).

**Grasa.**

Los lípidos son definidos como el grupo de sustancias solubles en éter, cloroformo u otro solvente orgánico diferente del agua y la grasa total como la suma de los ácidos grasos de cadenas de 4 a 24 carbonos, expresado como extracto etéreo (Min y Ellefson 2010). Así se obtuvo un porcentaje de extracto etéreo de 2.60%, acorde al valor obtenido por Braham y Bressani (1978), de 2.6%. Y ajustándose al rango 2 - 7% (Serna Jiménez et al. 2018) y al rango de  $2.0 \pm 2.6\%$  adaptado por López Barrera (2014).

**Proteína Cruda.**

Este término hace referencia a compuestos nitrogenados clasificados como polímeros que se componen de aminoácidos como unidades básicas, el método descrito para su cuantificación representa la medición del amoniaco formado por el nitrógeno presente en toda la muestra en forma cuantitativa, más no sobre su calidad (Bernal de Ramírez 1993). Así la cantidad de proteína presente en la harina de pulpa de café fue de 8.84%, valor que fue inferior a 10.7% mencionado por Noriega Salazar et al. (2009) y al rango de 10 - 12% descrito por (Janissen y Huynh 2018).

**Cenizas.**

El contenido de cenizas se define como el residuo orgánico resultante de la ignición en una mufla capaz de mantener temperaturas de 500-600 °C, así este valor representa el contenido total mineral (Marshall 2010). Así el análisis de este, tuvo como resultado un 7.61%, lo que difiere del 8% reportado por Braham y Bressani (1978), para pulpa de café deshidratada y al 8.9% reportado por (Janissen y Huynh 2018).

**Fibra Cruda.**

La fibra cruda se define como el residuo orgánico combustible e insoluble resultante de un tratamiento con éter de petróleo, ácido sulfúrico diluido e hidróxido de sodio, este es compuesto por celulosa, lignina y hemicelulosa, de allí su importancia en la formulación de dietas de poligástricos dada la naturaleza de sus componentes (Ramírez Cardona y Arrubla Vélez 2016). Así, para este componente se obtuvo un contenido de 25.86%, diferente del 36.07% reportado por (Fierro Cabrales et al. 2018) y del 18 - 21% descrito por (Janissen y Huynh 2018).

**Carbohidratos o Extracto Libre de Nitrógeno.**

El valor de carbohidratos abarca azúcares simples como mono y disacáridos como la glucosa y sacarosa hasta otros más complejos como el almidón y la celulosa, siendo el Extracto libre de Nitrógeno la soluble de este gran grupo (Bernal de Ramírez 1993). Así, se obtuvo el contenido de extracto libre de nitrógeno con 48.55%. Valor que difiere del 44.4% expresado por Braham y Bressani (1978), es diferente del 21 - 32% mencionado por Serna Jiménez et al. (2018), y dentro del rango de 44 - 50% expuesto por Del Castillo et al. (2019), para carbohidratos.

**Calorimetría.**

La calorimetría es un procedimiento mediante el cual se mide el valor calórico de un alimento, sin embargo, la cantidad de energía obtenida por el organismo es menor a la producida por un

calorímetro cuando un alimento se quema en este (Bernal de Ramírez 1993). Así, el valor promedio obtenido para las dos repeticiones fue de 3.92 Kcal/g igual a 392 Kcal/100g (Cuadro 6), lo cual difiere del 15.88 KJ/kg equivalentes a 3.79 Kcal/g reportados por (Rodríguez Valencia y Zambrano Franco 2010).

Barbosa Cánovas et al. (2000), mencionan que los cambios físicos y químicos durante una etapa de secado pueden mejorar características del producto final, sin embargo, es muy común la pérdida de nutrientes, volviéndose necesario controlar las variables de este tipo de reacciones para asegurar un alto valor nutritivo. Mientras que la alta variación en los datos reportados pueden atribuirse a efectos de la variedad del café, época de la cosecha y condiciones de procesamiento (Braham y Bressani 1978).

## **Fase II. Uso de la Harina de Pulpa de Café en la Elaboración de Brownies**

### ***Pruebas Afectivas de Brownies de la Segunda Fase***

#### **Análisis Sensorial de Aceptación de Brownies de la Segunda Fase.**

Este se realizó con el objetivo de determinar la aceptación de los brownies tratamiento con distintos porcentajes de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café, tomando en cuenta cinco distintos atributos como la apariencia, color, olor, textura y sabor. Los atributos evaluados obtuvieron una puntuación entre 5 y 6 de una escala hedónica de 7 puntos (Cuadro 8), colocando los brownies entre “me agrada ligeramente” y “me agrada moderadamente”. Liria (2007), menciona que las pruebas afectivas o hedónicas se refieren al grado de preferencia y aceptabilidad de un producto, permitiendo conocer el nivel de gusto o desagrado del panelista con relación a ciertos atributos del producto presentado (Cuadro 8).

Se observó que hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) entre los tratamientos T1 (Control) y T4 (50%) para el atributo de apariencia siendo el mejor evaluado el de mayor proporción de harina de pulpa de café. Mejorando la aceptación de la apariencia a medida que incrementa el contenido de

harina de pulpa de café. La apariencia es uno de los atributos más importantes de la evaluación pues influencia las expectativas del consumidor, dentro de este se puede evaluar la forma, tamaño, textura y color (Kemp et al. 2011).

### Cuadro 8

*Resultados del Análisis Sensorial de los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor, Dulzura, Amargura y Aceptación General de los Brownies de la Segunda Fase*

TRT	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación general
	Media ± desviación estándar					
T1 (0%)	5.68±1.20 <sup>c</sup>	5.63±1.33 <sup>c</sup>	5.86±0.99 <sup>a</sup>	5.56±1.31 <sup>a</sup>	6.07±1.04 <sup>a</sup>	6.01±0.97 <sup>a</sup>
T2 (30%)	5.83±1.06 <sup>bc</sup>	5.90±1.05 <sup>b</sup>	5.40±1.30 <sup>b</sup>	4.99±1.34 <sup>b</sup>	4.89±1.35 <sup>b</sup>	5.19±1.18 <sup>c</sup>
T3 (40%)	6.04±1.13 <sup>ab</sup>	6.20±1.03 <sup>a</sup>	5.57±1.28 <sup>b</sup>	5.37±1.43 <sup>a</sup>	5.02±1.51 <sup>b</sup>	5.43±1.28 <sup>bc</sup>
T4 (50%)	6.13±1.17 <sup>a</sup>	6.24±1.05 <sup>a</sup>	5.67±1.32 <sup>ab</sup>	5.43±1.32 <sup>a</sup>	4.99±1.47 <sup>b</sup>	5.51±1.20 <sup>b</sup>
%C.V.	15.94	15.14	16.61	19.89	21.02	16.57

*Nota.* %C.V.: Coeficiente de Variación. Medias de la misma columna con letras diferentes (a, b, c) son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). T1: Tratamiento control. T2: Tratamiento con sustitución del 30% de Harina de pulpa de café. T3: sustitución del 40% de harina de pulpa de café. T4: sustitución del 50% de harina de pulpa de café. Escala hedónica de 1-7: 1= Me desagrada mucho, 4= Me es indiferente y 7=Me agrada mucho.

En cuanto a color, el Tratamiento control tuvo la menor aceptación, los Tratamientos 3 y 4 con 40 y 50% de harina de pulpa de café, respectivamente tuvieron la mejor aceptación, pues la harina de pulpa de café que aportó un color más oscuro al brownie. Los atributos de apariencia y color son los primeros atributos que determinan la percepción de calidad y se rigen a las expectativas del consumidor sobre las características de un producto (Lawless y Heymann 2010). (Brito et al. 2020) enmarcan al brownie como un producto de confitería con un color más oscuro y consistencia más firme. Color que fue propiciado por el contenido de carotenoides y antocianinas conocidos como pigmentos orgánicos liposolubles e hidrosolubles, respectivamente, encontrados en los subproductos del café cereza en mayor cantidad en las variedades rojas (Esquivel et al. 2020). En cuanto al olor, el Tratamiento 1 (control) fue el de mayor aceptación, siendo estos diferentes estadísticamente de los Tratamientos 2 (30%) y 3 (40%). Esto se pudo deber a las expectativas de olor de un brownie ya establecidas por el panelista, pues como mostraron los comentarios el olor fue más cítrico o amargo.

Lo anterior es validado por Buck et al. (2021), pues la pulpa de café se caracteriza por percepciones frutales, florales, críticas y de heno, vinculadas a la presencia de aldehídos, ácidos y lactonas como los principales compuestos aromáticos presentes en esta. Mientras que, para el atributo de textura, los Tratamientos 1, 3 y 4, no mostraron diferencias significativas obteniendo la mejor aceptación y determinando que a un menor contenido de pulpa de café, menor la aceptación siendo catalogada por los consumidores como de mayor “firmeza”. Atribuida a la ausencia de gluten en la harina de pulpa de café que a diferencia de la de trigo, que en el procesamiento de alimentos y presencia de calor tiene un comportamiento viscoelástico, por lo que desarrolla y fija la red de proteínas para brindar volumen (Villanueva Flores 2014) y estructura a la masa atrapando CO<sub>2</sub> dentro de ella (Delcour et al. 2012). Mientras que, para el atributo sabor el Tratamiento control fue el más aceptado y los Tratamientos 2, 3 y 4 no mostraron diferencias significativas, colocándose en el nivel de “me agrada ligeramente” dentro de la escala hedónica. Que puede asociarse al hallazgo de Rivas Vela (2018), que al sustituir harina de pulpa de café en distintos productos de panificación, se caracterizó por tener un sabor ácido no muy bien aceptado por los panelistas.

Sobre la aceptación general, el tratamiento con mejor evaluación fue el 1 (control) posicionándose en la escala en “me agrada moderadamente”. No hubo diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ), entre los Tratamientos 3 (40%) y 4 (50%) evaluados como “me agrada ligeramente”, tampoco entre los Tratamientos 2 (30%) y 3 (40%). Se puede observar que a medida que se reduce el contenido de la harina de pulpa de café en la formulación, menor es la aceptación de los brownies, esto puede deberse a que la aceptación general se compone de todos los atributos evaluados como apariencia, color, olor, textura (Stone et al. 2012).

#### ***Análisis de Correlación.***

Se realizó un análisis de correlación de Pearson para determinar la relación o grado de asociación lineal existente entre los atributos de la evaluación sensorial, tales como apariencia, color,

olor, textura y sabor con la aceptación general de los brownies control y con adición de harina de pulpa de café.

De esta manera, se determinó que con un nivel de significancia del 5% existió una correlación entre todos los atributos de apariencia, color, olor, textura y sabor para los cuatro tratamientos evaluados por los panelistas respecto a la aceptación general (Cuadro 9). Siendo esta correlación baja positiva para el atributo de apariencia y color y correlación media positiva para el olor, textura y sabor. Determinando que a mayor valoración de estos atributos, mejora la aceptación general. Atributos de los cuales el de mayor influencia fue el sabor para la valoración de la aceptación de los brownies evaluados. Lo que concuerda con lo expuesto por Psimouli y Oreopoulou (2012), que afirman que la aceptación general está muy influenciada por el atributo de sabor.

#### **Cuadro 9**

*Resultados del Análisis de Correlación de la Aceptación General con los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura y Sabor de los Tratamientos de la Segunda Fase*

Atributo		Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor
Aceptación general	CCP	0.4236	0.4304	0.5252	0.6720	0.7866
	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Nota.* Número de observaciones: 360. P: Probabilidad. CCP: Coeficiente de Correlación de Pearson.

#### **Análisis Sensorial de Preferencia de Brownies de la Segunda Fase.**

Liria Domínguez (2007), menciona que en las pruebas de preferencia se pueden evaluar múltiples productos, a diferencia de la prueba pareada, así el número de muestras pueden ser tres o más, con un orden de presentación aleatorio. A su vez, Ramírez Navas (2012), sustenta que las pruebas orientadas al consumidor y las herramientas afines son recursos que tienen un papel importante en el éxito del desarrollo e investigación cuando se requiere introducir un nuevo producto al mercado.

El análisis de datos se realizó por medio de una prueba de Basker y Kramer estableciendo el valor crítico como 44.5 que contempla la evaluación realizada de cuatro productos por 90 panelistas (Anexo D). En el Cuadro 10, se identifica que el Tratamiento 1 (control) fue el preferido por los

panelistas que mostró ser diferente a los otros tratamientos; el segundo preferido fue el Tratamiento 3 (40%), el cual no presentó diferencias con el Tratamiento 2 (30%) y el Tratamiento 4 (50%). Dado que el valor absoluto resultante de la resta de los valores de la suma de categorías de cada tratamiento fue mayor al valor crítico de 44.5. Para estos tratamientos los panelistas refirieron un sabor amargo distintivo de la harina de pulpa de café, sabores que pueden ser enmascarados por otros fuertes o congruentes tales como el sabor a cacao o chocolate (Ley 2008). Esto debido a que los derivados del grano de cacao que según Afoakwa et al. (2008), poseen un contenido de antioxidantes como catequinas, epicatequinas y procianidinas y polifenoles conocidos como precursores del sabor.

### Cuadro 10

#### *Resultados de Prueba de Preferencia de Brownies de la Segunda Fase*

Tratamiento	Tratamiento	T1	T2	T3	T4
	Suma de categorías	167	267	225	241
T1 (0%)	167	0	-100	-58	-74
T2 (30%)	267	100	0	42	26
T3 (40%)	225	58	-42	0	-16
T4 (50%)	241	74	-26	16	0

*Nota.* T1: control. T2: sustitución del 30% de Harina de pulpa de café. T3: sustitución del 40% de harina de pulpa de café. T4: sustitución del 50% de harina de pulpa de café. Valor crítico: 44.5.

#### ***Análisis Físicos de Brownies de la Segunda Fase***

##### **Análisis de Textura de Brownies de la Segunda Fase.**

El concepto de textura tiene varios enfoques y contextos para su definición. Para los cuales la evaluación instrumental y sensorial hacen referencia a la estructura, disposición, y unión de partículas de un cuerpo (Bourne 2002). Así, se define textura como todos los atributos mecánicos, geométricos y de superficie de un producto alimenticio percibidos por receptores mecánicos, táctiles y auditivos (ISO 2020). Los atributos mecánicos son determinantes en la forma en la que el alimento se comportará dentro de la boca. Por lo que, se vuelve necesaria la vinculación tipo de atributos para la evaluación de productos alimenticios. La dureza se define como la fuerza requerida para lograr una deformación dada o la penetración del producto, la cohesividad como la fuerza de los enlaces internos

que forman el producto y representa la deformación de un material antes de romperse, elasticidad como tasa de velocidad en la que un alimento retorna a su estado original después de la acción de una fuerza deformante, la firmeza como la alta resistencia a la deformación por la aplicación de una fuerza y la masticabilidad que es la energía requerida para masticar un producto alimenticio sólido hasta un estado listo para ingerir, este se obtiene de la dureza, cohesividad y elasticidad (Szczesniak 1963; Bourne 1978; ISO 2020).

Los resultados del análisis de textura por compresión realizado a los brownies de la Fase II en cuanto a los atributos mecánicos de dureza, cohesividad, elasticidad, firmeza y masticabilidad se expresan en el Cuadro 11. Para los cuales, la diferencia entre las medias se analizó por medio de la prueba de rango múltiple Duncan con un nivel de significancia del 5%, el cual estableció que tanto el control T1 y los tratamientos T2, T3, T4 mostraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) para los atributos de dureza, firmeza y masticabilidad estableciendo que a mayor adición de harina de pulpa de café en la formulación la dureza, firmeza y masticabilidad fue mayor. Lo que se relaciona con el contenido de fibra en el producto, dado que a mayor contenido de fibra mayor será la dureza, firmeza y por ende masticabilidad según mencionan (Ateş y Elmacı 2019; Damat, Anggriani, Hendroko Setyobudi y Soni 2019). Mientras que, la cohesividad y elasticidad no presentaron diferencias significativas. Al-Muhtaseb et al. (2012), plantean que la cohesividad tiene una gran relación con la humedad del producto, así a un menor tiempo de horneado, menor pérdida de humedad y mayor es la cohesividad. Lo que concuerda con el estudio realizado por (Grigelmo et al. 2001) donde se adicionaron niveles de 2, 3, 4, 5 y 10% de fibra dietética de durazno a muffins que al igual que el control, no obtuvieron diferencias significativas para los parámetros tanto de cohesividad como de elasticidad.

**Cuadro 11**

*Resultados del Análisis de Textura en Brownie para Dureza, Cohesividad, Elasticidad, Firmeza y*

*Masticabilidad para los Brownies de la Segunda Fase*

TRT	Dureza N	Cohesividad S.D.	Elasticidad mm	Firmeza N	Masticabilidad mJ
Media ± desviación estándar					
T1 (0%)	18.34±0.8 <sup>d</sup>	0.80±0.04 <sup>a</sup>	2.65±0.11 <sup>a</sup>	14.61±0.97 <sup>d</sup>	38.79±4.07 <sup>c</sup>
T2 (30%)	24.79±0.4 <sup>c</sup>	0.75±0.02 <sup>a</sup>	2.63±0.01 <sup>a</sup>	18.41±0.36 <sup>c</sup>	48.45±0.73 <sup>b</sup>
T3 (40%)	31.70±0.5 <sup>b</sup>	0.72±0.05 <sup>a</sup>	2.46±0.13 <sup>a</sup>	22.91±1.77 <sup>b</sup>	56.46±5.63 <sup>b</sup>
T4 (50%)	48.36±0.7 <sup>a</sup>	0.76±0.02 <sup>a</sup>	2.55±0.09 <sup>a</sup>	36.44±0.34 <sup>a</sup>	94.38±4.09 <sup>a</sup>
%C.V.	2.26	5.21	4.51	5.23	7.17
P	<0.0001	<0.3463	<0.4125	<0.001	0.0001

*Nota.* N: Newtons. S.D.: Adimensional. mm: milímetros. mJ: milijoules. D.E.: Desviación Estándar. TRT: Tratamiento. %C.V.: Coeficiente de Variación. Medias de la misma columna con letras diferentes (a, b, c, d) son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). T1: control. T2: sustitución del 30% de Harina de pulpa de café. T3: sustitución del 40% de harina de pulpa de café. T4: sustitución del 50% de harina de pulpa de café.

### **Análisis de Color de Brownies de la Segunda Fase.**

Para el Brownie se han obtenido los parámetros en la escala  $L^* a^* b^*$ , en la cual  $L^*$  indica luminosidad o tonos blancos y negros. En cuanto al valor  $a^*$ , un alto valor nos indica tonos más rojizos y un bajo, tonos verdes. Mientras que, el tener un alto valor  $b^*$ , indica tonos amarillos y un valor bajo se relaciona con tonos azules. Como se observa en el Cuadro 12, en cuanto a  $L^*$ , se observó que la luminosidad disminuyó a medida que aumentó el porcentaje de sustitución de harina de pulpa de café. Esto es sustentado por Ponce Rosas (2018), quien demostró en su estudio que a medida se incrementó el porcentaje de harina de pulpa de café de variedad roja en sus galletas, estas tornaron tonalidades más oscuras. En cuanto al valor  $a^*$  se demostró que hay predominancia de un color rojizo en todos los tratamientos. Mientras que, en  $b^*$  hay predominancia de un color amarillento. Dicha disminución también se observa en la investigación de Murillo Baca (2018), donde los valores  $L^* a^* b^*$  de las galletas fueron mayores para galletas de mayor porcentaje de harina de trigo, mientras que las de harina de cáscara de cacao fueron menores.

**Cuadro 12***Resultados del Análisis de Color en Brownie en la Escala L\*a\*b para los Brownies de la Segunda Fase*

TRT	Media ± desviación estándar		
	L	a*	b*
T1 (0%)	49.98± 7.70 <sup>a</sup>	20.12±2.04 <sup>b</sup>	20.09±5.91 <sup>a</sup>
T2 (30%)	44.89±11.07 <sup>b</sup>	21.64±3.18 <sup>a</sup>	10.79±5.45 <sup>b</sup>
T3 (40%)	45.40±7.82 <sup>b</sup>	17.80±3.08 <sup>c</sup>	5.86±3.62 <sup>c</sup>
T4 (50%)	32.15±6.53 <sup>c</sup>	19.89±3.48 <sup>b</sup>	9.61±3.76 <sup>b</sup>
%C.V.	8.1	3.45	6.14
P	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Nota.* TRT: Tratamiento. %C.V.: Coeficiente de Variación. P: probabilidad. Medias de la misma columna con letras diferentes (a, b, c) son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). T1: control. T2: sustitución del 30% de Harina de pulpa de café. T3: sustitución del 40% de harina de pulpa de café. T4: sustitución del 50% de harina de pulpa de café. Valor L\* de 0 a 100 (0 es negro y 100 blanco), a\* de -60 a +60 (-60 es verde y +60 es rojo), b\* de -60 a +60 (-60 es azul y +60 es amarillo).

**Fase III. Elaboración de Brownies con Harina de Pulpa de Café y Evaluación de la Reducción de****Grasas y Azúcar**

Para la tercera fase del estudio se consideraron los resultados obtenidos de la prueba afectiva aceptación y no de la prueba de preferencia. Teniendo como mejor evaluado el Tratamiento 4 con 50% de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café que en las fases siguientes se identificará como control. Esto debido a que en la tercera y cuarta fase del estudio se requieren evaluar características nutricionales del brownie, siendo de mayor importancia un nivel de mayor adición de harina de pulpa de café para estos fines.

**Pruebas Afectivas de Brownies de la Tercera Fase****Análisis Sensorial de Aceptación de Brownies de la Tercera Fase.**

Para esta tercera fase, se mantuvo la misma metodología de análisis sensorial, realizando dos pruebas afectivas. Se realizaron pruebas de aceptabilidad y de preferencia. En el Cuadro 13, se observan los resultados del análisis de datos de los atributos evaluados en los brownies desarrollados en la tercera fase. Donde los atributos evaluados fueron apariencia, color, textura, sabor, dulzura, amargura y aceptación general, siendo agregados los atributos de dulzura y amargura, tomando en

cuenta los comentarios de la evaluación sensorial de la primera fase del estudio. Los atributos evaluados se encontraron en el rango de 4 a 6 puntos, colocándose en la escala hedónica como “me es indiferente” y “me agrada moderadamente”.

### Cuadro 13

*Resultados del Análisis Sensorial de los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor, Dulzura, Amargura y Aceptación General de los Brownies de la Tercera Fase*

TRT	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Dulzura	Amargura	Aceptación general
Media ± desviación estándar								
T1	5.82±1.18 <sup>a</sup>	6.06±1.14 <sup>a</sup>	5.73±1.23 <sup>a</sup>	5.61±1.28 <sup>a</sup>	5.51±1.24 <sup>a</sup>	5.42±1.37 <sup>a</sup>	5.24±1.48 <sup>a</sup>	5.84±1.12 <sup>a</sup>
T2	5.79±1.27 <sup>a</sup>	5.94±1.18 <sup>a</sup>	5.49±1.33 <sup>a</sup>	5.09±1.58 <sup>b</sup>	4.88±1.44 <sup>b</sup>	5.00±1.56 <sup>b</sup>	4.97±1.56 <sup>ab</sup>	5.34±1.25 <sup>b</sup>
T3	6.04±1.03 <sup>a</sup>	6.03±1.03 <sup>a</sup>	5.64±1.32 <sup>a</sup>	5.51±1.38 <sup>a</sup>	5.22±1.40 <sup>a</sup>	5.22±1.40 <sup>ab</sup>	5.20±1.45 <sup>a</sup>	5.59±0.98 <sup>b</sup>
T4	5.27±1.47 <sup>b</sup>	5.61±1.23 <sup>b</sup>	5.19±1.39 <sup>b</sup>	4.50±1.55 <sup>c</sup>	4.51±1.54 <sup>c</sup>	4.58±1.50 <sup>c</sup>	4.71±1.56 <sup>b</sup>	4.91±1.30 <sup>c</sup>
%C.V.	16.40	13.56	16.38	22.37	21.92	20.87	21.19	15.94

Nota. TRT: Tratamiento. %C.V.: Coeficiente de Variación. Medias de la misma columna con letras diferentes (a, b, c) son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). T1: control con 50% de harina de pulpa de café. T2: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de grasas. T3: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de azúcar. T4: Con 50% de harina de pulpa de café reducción de grasas y azúcares. Escala hedónica de 1-7: 1= Me desagrada mucho, 4= Me es indiferente y 7=Me agrada mucho.

En cuanto a la apariencia, los brownies con reducciones no obtuvieron diferencias significativas ( $P \leq 0.05$ ) en cuanto a sabor en los tratamientos T1 (control), T2 (reducción de grasa) y T3 (Reducción de azúcar), siendo catalogados con una media promedio de 6 como “me agrada moderadamente” en la escala hedónica de 7 puntos. Siendo estos tratamientos significativamente diferentes del Tratamiento 4 (Reducción de grasa y azúcar) que obtuvo la menor aceptación.

En cuanto a color y olor, se obtuvo el mismo comportamiento de parte de los panelistas, debido a que no se encontraron diferencias significativas en cuanto al T1, T2 y T3 siendo los mejores evaluados, con diferencias estadísticas entre estos tres tratamientos y el T4.

Por otra parte, el comportamiento sobre la aceptación de los panelistas para los atributos de textura, sabor y dulzura indicó la mayor aceptación para los Tratamientos 1 (control) y 3 (Reducción de azúcar) identificándose por su media en “me agrada ligeramente”, mientras que si se obtuvieron

diferencias significativas para los Tratamientos 2 (Reducción de grasa) y 4 (Reducción de grasa y azúcar). Para el atributo de amargura no se obtuvieron diferencias significativas entre los Tratamientos 1 (control) 2 y 3 con reducciones de grasa y azúcar, respectivamente, teniendo estos la mejor aceptación catalogándose como “me agrada ligeramente”.

Esto, es sustentado por Lisham Gómez (2009), ya que obtuvo como resultado en su tratamiento con sucralosa un valor levemente superior, lo que podría denotar que los evaluadores pudieron haber detectado un dulzor levemente más alto o persistente. Lo mismo con Reyes y Ludeña (2015), debido a que en su estudio únicamente el atributo dulzor se vio afectado significativamente ( $P \leq 0.05$ ) por el tipo de edulcorante, resultando una mejora en la aceptación del producto endulzado con sucralosa. Por lo tanto, la disminución de azúcar y adición de sucralosa, tuvieron un impacto positivo en el brownie. Conde Molina (2014), indica que la adición de grasa contribuye una miga más uniforme en el producto terminado. Por consiguiente, los brownies con reducción de grasa tuvieron una menor aceptación en cuanto a textura. Finalmente, como se observa en el Cuadro 13, en cuanto a aceptación general el tratamiento de mejor aceptación fue el control, seguido de los Tratamientos 2 y 3 los cuales no presentaron diferencias significativas, a diferencia del Tratamiento 4.

#### ***Análisis de Correlación de la Tercera Fase.***

Se realizó un análisis de correlación de Pearson para determinar la relación o grado de asociación lineal existente entre los atributos de la evaluación sensorial, tales como apariencia, color, olor, textura, sabor, dulzura y amargura con la aceptación general de los brownies control con un porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café y reducciones realizadas de grasa, azúcar y de ambas para los Tratamientos 2, 3 y 4, respectivamente.

Acorde a como se muestra en el Cuadro 14, se determina con un nivel de significancia del 5% que existe correlación entre todos los atributos evaluados por los panelistas. De esta forma, los atributos de apariencia, olor, textura, sabor, dulzura y amargura con la aceptación general se clasifican dentro de una correlación media positiva. Y una correlación baja positiva para el atributo de color.

Determinando que a mayor valoración de estos atributos, mejora la aceptación general. Y estableciendo que de todos estos atributos el de mayor influencia fue el sabor para la valoración de la aceptación de los brownies con reducciones. Lo que concuerda con lo expuesto por Psimouli y Oreopoulou (2012), que afirman que la aceptación general está muy influenciada por el atributo de sabor.

#### **Cuadro 14**

*Resultados del Análisis de Correlación de la Aceptación General con los Atributos de Apariencia, Color, Olor, Textura, Sabor, Dulzura y Amargura de los Tratamientos de la Tercera Fase*

Atributo		Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Dulzura	Amargura
Aceptación general	CCP	0.4992	0.4764	0.5356	0.6271	0.7903	0.7220	0.6811
	P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Nota.* Número de observaciones: 360. P: Probabilidad. CCP: Coeficiente de Correlación de Pearson.

#### **Análisis Sensorial de Preferencia de Brownies de la Tercera Fase.**

En cuanto a los análisis de preferencia de la tercera fase, como se observa en el Cuadro 15 estableciendo el valor crítico como 44.5 que contempla la evaluación realizada de cuatro productos por 90 panelistas según las tablas de Basker y Kramer (Anexo D).

Como se muestra en el Cuadro 15, se identifica el control como el tratamiento preferido por los panelistas. A su vez, se observa que el T2, T3 y T4 difieren del control en cuanto a la suma de categorías de la prueba de Basker y Kramer. Y que los panelistas prefirieron por igual los Tratamientos 2 (reducción de grasa) y 3 (reducción de azúcar) pues la suma de la resta de los valores absolutos obtenidos de estos tratamientos fue menor al valor crítico de 44.5. Mientras que, el Tratamiento 4 (reducción de grasa y azúcar) es diferente de los demás tratamientos, es decir, no fue percibido de igual forma ya que el valor absoluto en la resta de la suma de categorías fue mayor al valor crítico. Ramírez Navas (2012), hace mención de que el éxito de un producto depende, sobre todo, del grado de aceptación de los consumidores. De hecho, la preferencia de un producto es un buen indicador de la predicción de su consumo.

**Cuadro 15***Resultados de Prueba de Preferencia de Brownies de la Tercera Fase*

Tratamiento	Tratamiento	T1	T2	T3	T4
	Suma de categorías	164	238	215	283
T1 Control	164	0	-74	-51	-119
T2 Reducción de Grasa	238	74	0	23	-45
T3 Reducción de Azúcar	215	51	-23	0	-68
T4 Reducción de Azúcar y Grasa	283	119	45	68	0

*Nota.* T1 Control: Con 50% de harina de pulpa de café. T2: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de grasas. T3: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de azúcar. T4: Con 50% de harina de pulpa de café reducción de grasas y azúcares.

**Análisis Físicos de Brownies de la Tercera Fase****Análisis de Textura de Brownies de la Tercera Fase.**

Los resultados del análisis de textura por compresión realizado a los brownies de la Fase III en cuanto a los atributos mecánicos de dureza, cohesividad, elasticidad, firmeza y masticabilidad se expresan en el Cuadro 16. La diferencia entre las medias se analizó por medio de la prueba de rango múltiple Duncan con un nivel de significancia del 5%, el cual estableció que tanto el control T1 y los tratamientos T2, T3, T4 mostraron diferencias ( $P \leq 0.05$ ) para los atributos de dureza, elasticidad, firmeza y masticabilidad, respectivamente, a excepción del T1 y T4 con  $0.8 \pm 0.02$  y  $0.8 \pm 0.01$  en cohesividad. Mientras que, tanto la cohesividad y elasticidad no presentaron diferencias significativas. Lo que se relaciona con el contenido de fibra en el producto, dado que a mayor contenido de fibra mayor será la dureza según mencionan Ateş y Elmacı; Damat et al. (2019; 2019). Los tratamientos de esta tercera fase refieren una reducción de grasa y azúcar. Los cuales representan gran parte de la composición del brownie final, considerando que el uso de diferentes materias primas tiene un efecto en las propiedades físicas, químicas, sensoriales, texturales y reológicas de los productos de panificación (Vega et al. 2014). Lo cual tiene un efecto evidente en la valoración de los atributos descritos, en el caso de la grasa debido a que este componente posee funciones como la unión de ingredientes, anti aglutinamiento, lubrica y rodea la superficie de la harina (Embuena Candela, Maria de los Desamparados 2015), sabiendo que una parte del aporte graso también depende de la cantidad

de huevo, siendo este emulsificante y relacionándose con una textura suave (Villarorel et al. 2000) influyendo así en las dimensiones y propiedades de textura del producto final (Neri Gámez 2007). Por otra parte, la cantidad y tipo de azúcar afecta el gusto, dimensiones, color y dureza del producto obtenido (Embuena 2015).

### Cuadro 16

*Resultados del Análisis de Textura en Brownie para Dureza, Cohesividad, Elasticidad, Firmeza y Masticabilidad para los Brownies de la Tercera Fase*

TRT	Dureza	Cohesividad	Elasticidad	Firmeza	Masticabilidad
	N	S.D.	mm	N	mJ
	Media $\pm$ desviación estándar				
T1 Control	49.77 $\pm$ 0.79 <sup>a</sup>	0.80 $\pm$ 0.02 <sup>b</sup>	2.77 $\pm$ 0.04 <sup>b</sup>	40.17 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>	110.74 $\pm$ 2.95 <sup>a</sup>
T2 Reducción de grasa	26.26 $\pm$ 1.97 <sup>d</sup>	0.76 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	1.78 $\pm$ 0.05 <sup>c</sup>	20.59 $\pm$ 0.81 <sup>d</sup>	35.67 $\pm$ 1.09 <sup>d</sup>
T3 Reducción de azúcar	38.48 $\pm$ 0.45 <sup>b</sup>	0.85 $\pm$ 0.01 <sup>a</sup>	1.39 $\pm$ 0.02 <sup>c</sup>	32.61 $\pm$ 0.79 <sup>b</sup>	45.47 $\pm$ 1.71 <sup>c</sup>
T4 Reducción de Azúcar y Grasa	34.02 $\pm$ 0.62 <sup>c</sup>	0.80 $\pm$ 0.01 <sup>b</sup>	3.57 $\pm$ 0.05 <sup>a</sup>	27.93 $\pm$ 0.8 <sup>c</sup>	97.13 $\pm$ 1.34 <sup>b</sup>
%C.V.	3.39	2.04	7.33	2.46	4.1
P	<0.0001	0.004	<0.0001	<0.0001	<0.0001

*Nota.* N: Newtons. S.D.: Adimensional. Mm: milímetros. mJ: miliJouls. TRT: Tratamiento (Cuadro 2). %C.V.: Coeficiente de Variación. Medias de la misma columna con letras diferentes (a, b, c, d) son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). T1 Control: Con 50% de harina de pulpa de café. T2: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de grasas. T3: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de azúcar. T4: Con 50% de harina de pulpa de café reducción de grasas y azúcares.

### Análisis de Color de Brownies de la Tercera Fase.

Para la tercera fase, se utilizó la misma metodología que en los brownies de la segunda Fase. Mostrando los resultados en el Cuadro 17. Así, el Tratamiento 3 (Reducción de azúcar) tuvo diferencia significativa en el valor  $L^*$ , con un aumento de luminosidad. Esto es sustentado por Quitral et al. (2017), quien menciona que los productos horneados endulzados con edulcorantes no calóricos no presentan colores dorados, ya que al no estar presente el azúcar (sacarosa), no hay sustratos para la reacción la reacción de Maillard. En cuanto a los valores  $a^*$  y  $b^*$ , estos se acercaron a tonos rojizos y amarillos. En el valor  $a$ , el tratamiento que mostró diferencia significativa fue el tratamiento con reducción de grasa. Por último, en el valor  $b$ , no se encontraron diferencias significativas entre el

tratamiento reducido en grasa y el tratamiento reducido en azúcar mostrando una media más baja en el Tratamiento 2.

### Cuadro 17

#### Resultados del Análisis de Color en la Escala L\*a\*b para los Brownies de la Tercera Fase

TRT	L	a*	b*
	Media ± desviación estándar		
T1 Control	35.47±8.08 <sup>b</sup>	16.24±3.19 <sup>a</sup>	12.68 ±2.52 <sup>a</sup>
T2 Reducción de grasas	33.78±5.97 <sup>b</sup>	14.06±2.9 <sup>b</sup>	3.13±3.61 <sup>c</sup>
T3 Reducción de azúcar	42.60 ±5.05 <sup>a</sup>	16.56±1.70 <sup>a</sup>	4.14±4.99 <sup>c</sup>
T4 Reducción de Grasa y azúcares	36.04±5.83 <sup>b</sup>	15.63±3.35 <sup>a</sup>	6.71±3.81 <sup>b</sup>
%C.V.	5.44	3.74	6.01
P	<0.0001	<0.0047	<0.0001

*Nota.* TRT: Tratamientos de la Fase III. %C.V.: Coeficiente de Variación. P: probabilidad. Medias de la misma columna con letras diferentes (a, b, c) son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ). T1 Control: Con 50% de harina de pulpa de café. T2: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de grasas. T3: Con 50% de harina de pulpa de café y reducción de azúcar. T4: Con 50% de harina de pulpa de café reducción de grasas y azúcares. Valor L\* de 0 a 100 (0 es negro y 100 blanco), a\* de -60 a +60 (-60 es verde y +60 es rojo), b\* de -60 a +60 (-60 es azul y +60 es amarillo).

#### Fase IV: Cuantificación de Fibra Dietética y Proteína cruda en Brownie

En la cuarta y última fase de este estudio se tomaron dos tratamientos, siendo el control el Tratamiento 1 de la segunda fase, el cual constó de 100% harina de trigo y el Tratamiento 3 de la tercera fase, constando de un 50% de sustitución de harina de pulpa de café y una reducción de azúcar. Esto, para realizar una comparación del comportamiento de la harina de pulpa de café en el brownie contra un brownie convencional, en cuanto a su contenido de proteína cruda y fibra dietética. A su vez, se tomó el tratamiento reducido en azúcar, correspondiente a la Fase III, por su buena aceptabilidad dentro de varios atributos, siendo su evaluación muy similar a la del control.

#### Fibra dietética en Brownies

La fibra dietética total se define como compuestos constituyentes de la pared celular de la planta, resistentes a la digestión y absorción por las enzimas producidas por humanos, compuesta por fibra dietética insoluble y soluble (Chawla y Patil 2010). Así, Mudgil y Barak (2013), mencionan que las

características físico químicas determinan su funcionalidad; siendo la fibra insoluble (celulosa y lignina) con alta porosidad y baja densidad, relacionada con el aumento de masa fecal y disminución del tránsito intestinal y la soluble (gomos y pectinas) encargadas de incrementar la viscosidad, reducir la respuesta glicémica y el colesterol plasmático. Así los análisis refieren la cuantificación de fibra soluble al Tratamiento 1 de la segunda fase (100% harina de trigo) y al Tratamiento 3 de la tercera fase (50% de harina de pulpa de café y reducción de azúcar). La cual se relaciona con la reducción de niveles de lípidos, presión arterial, control de glucosa en la sangre, mejora de la función inmunológica y un menor riesgo de padecer de enfermedades cardiovasculares (Surampudi et al. 2016). Así también, ensayos clínicos demostraron que el aumento en el ingreso de fibra dietética provocó una disminución significativa de la presión sanguínea sistólica y diastólica, y se observó igualmente un efecto mayor en adultos mayores de 40 años hipertensos (Cabrera Llano y Cárdenas Ferrer 2006).

De acuerdo con el Anexo E del RTCA Reglamento Técnico Centroamericano (2014) para etiquetado nutricional, para que un alimento sea considerado como alto, buena fuente, rico en, excelente fuente de fibra debe contener al menos 6 gramos por 100 gramos. En este caso, el Tratamiento 4 (reducción de azúcares), al contener 50% harina de pulpa de café, el porcentaje de fibra dietética incrementa en un 125% con 28.36 g de fibra con relación al control sin adición de HPC que obtuvo 12.59 g en 100 g de alimento (Cuadro 18) considerando al brownies con HPC como excelente fuente de fibra. Así mismo Damat et al. (2019), al utilizar harina de pulpa de café, en su formulación más alta (20%), obtuvo un 19.48% de fibra dietética. Para adultos se sugiere un aporte entre 20-35 g/día o bien aproximadamente de 10 - 14 g de fibra dietética por cada 1,000 kcal (Escudero Álvarez y Gonzáles Sánchez 2006). Mientras que, la FAO establece un Valor Diario recomendado (VD) de 25 g, para lo cual, el brownie se clasificó según el Anexo F para cantidades de referencia para el cálculo de porciones para productos del RTCA (2014), dentro de la categoría de queques sin relleno ni lustre con un tamaño de porción de 55 g, así para el brownie con sustitución parcial de 50% de HPC y reducción de azúcar tuvo un aporte de 15.60 g de fibra por porción, equivalente al 62% del VD.

**Cuadro 18**

*Resultados en Porcentaje del Análisis de Proteína Cruda y Fibra Dietética en el Brownie Control de la Segunda Fase y Brownie Tratamiento 3 de la Tercera Fase*

Tratamiento	% Fibra dietética	% Proteína cruda
	Media $\pm$ desviación estándar	
T1 Fase II	12.59 $\pm$ 1.26 <sup>b</sup>	11.24 $\pm$ 0.37 <sup>a</sup>
T3 Fase III	28.36 $\pm$ 2.19 <sup>a</sup>	12.12 $\pm$ 0.13 <sup>a</sup>
% C.V.	3.24	3
Pr>F	0.01	0.09

Nota. T1 Fase II: Tratamiento 1, Fase II Brownie con 100% de harina de trigo. T3 Fase III. Tratamiento 3 con 50% de sustitución de harina de trigo por harina de pulpa de café y reducción de azúcar. %C.V.: Coeficiente de variación. Medias de la misma columna con letras diferentes (a, b) son significativamente diferentes ( $P \leq 0.05$ ).

***Proteína en Brownies***

Las proteínas están compuestas principalmente por hidrógeno, carbono, nitrógeno, oxígeno y sulfuro, son polímeros cuya unidad básica formadora son los aminoácidos, siendo el segundo el más distintivo y clasificándose de acuerdo con las características de su cadena de carbonos (Phillips et al. 2022). Las proteínas son abundantes en las células e importantes en cuanto su función biológica, así su consumo por encima de la cantidad diaria recomendada sugiere un envejecimiento saludable, regula el apetito, ayuda a controlar el peso y promueve un mejor rendimiento deportivo, puede prevenir la sarcopenia y la pérdida de masa muscular y fuerza (Phillips et al. 2022).

Por otra parte, su cuantificación mediante el método Kjeldahl representa una conversión de nitrógeno orgánico a amonio sulfato, realizado por medio de la combustión de nitrógeno, así como Dumas y espectrometría por infrarrojo comunes en el etiquetado nutricional y control de calidad (Chang 2010). Así para este análisis no se obtuvo diferencias significativas en los valores del brownie control de la Fase II con 11.24% y el brownie Tratamiento 3 de la tercera fase con 12.12% como se expresa en el Cuadro 18, esto puede compararse al porcentaje de proteína de las harinas usadas para su elaboración para el trigo 10.33% para proteína (INCAP y OPS 2018), mientras que la harina de pulpa de café tuvo un 8.84%, para lo cual también influyeron las cantidades adicionadas de cada harina para

las formulaciones. Estando ambos valores dentro del rango del contenido de proteína en los alimentos de entre el 13.4 al 19.1% (Jones 1931). Cabe recalcar que, ambos brownies tanto el control de harina de trigo y el brownie con 50% de HPC y reducción de azúcares considerando un tamaño de porción de 55 g obtuvieron 6.18 y 6.67 g de proteína, que, considerando un valor diario recomendado de 50 g representan un 12 y 13% del VD ubicándolos como fuente de proteína según el Anexo E para condiciones relativas al contenido de nutrientes del RTCA (2014).

### Conclusiones

La harina de pulpa de café de los híbridos Catuahí y Lempira, no presentó valores de humedad, cenizas, proteína y fibra acordes a la literatura citada.

A medida que aumentó el porcentaje de adición de harina de pulpa de café en la formulación, los brownies mostraron tonalidades más oscuras y mayor dureza. El brownie con adición 50% de harina de pulpa de café tuvo una buena aceptación por los panelistas.

La reducción de azúcar en el brownie disminuyó notoriamente su aporte calórico, siendo un 24% menor que el del brownie control. Mostrando mayor luminosidad y cohesividad, y a su vez, teniendo una buena aceptación por los panelistas.

El brownie con adición de 50% de harina de pulpa de café y reducción de azúcar, obtuvo un 15.60 g de fibra dietética y 6.67 g de proteína en 55 g con valores diarios del 62 y 13%, respectivamente, convirtiéndolo en excelente fuente de fibra y fuente de proteína.

### **Recomendaciones**

Realizar una caracterización de la harina de pulpa de café evaluando la combinación de procesos de secado y deshidratación con diferentes temperaturas y tiempos.

Realizar los análisis de vitaminas, hierro, potasio y calcio para el desarrollo de una etiqueta nutricional de la harina.

Realizar un análisis de cuantificación de compuestos antioxidantes en la harina.

Evaluar el desempeño y efecto de la harina de pulpa de café en productos que no requieran elevación como galletas y muffins considerando el cacao en su formulación para mejorar la aceptación del producto.

## Referencias

- Acosta Granda, Verónica de los Ángeles. 2013. Evaluación de la textura del pan, elaborado a partir de harina de trigo (*Triticum vulgare*), con adición de gluten vital [Tesis]. Ambato, Ecuador: Universidad Técnica de Ambato; [consultado el 15 de nov. de 2021]. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6578/1/AL%20517.pdf>.
- Afoakwa EO, Paterson A, Fowler M, Ryan A. 2008. Flavor formation and character in cocoa and chocolate: a critical review. *Crit Rev Food Sci Nutr.* 48(9):840–857. eng. doi:10.1080/10408390701719272.
- Al-Muhtaseb A, McMinn W, Megahey E, Neill G, Magee R, Rashid U. 2012. Textural Characteristics of Microwave-Baked and Convective-Baked Madeira Cake. *J Food Process Technol.* 04(02). <https://www.walshmedicalmedia.com/open-access/textural-characteristics-of-microwave-baked-and-convective-baked-madeira-cake-2157-7110.1000209.pdf>. doi:10.4172/2157-7110.1000209.
- Ateş G, Elmacı Y. 2019. Physical, chemical and sensory characteristics of fiber-enriched cakes prepared with coffee silverskin as wheat flour substitution. *Food Measure*; [consultado el 11 de jun. de 2022]. 13(1):755–763. <https://sci-hub.se/10.1007/s11694-018-9988-9>. doi:10.1007/s11694-018-9988-9.
- Barbosa Cánovas GV, Vega Mercado H, Ibarz Ribas A. 2000. Deshidratación de alimentos. Zaragoza, España: Acribia. 297 p. ISBN: 84-200-0918-0.
- Baylis C, Uyttendaele M, Joosten H, Davies A. 2011. The Enterobacteriaceae and their significance to the food industry. Brussels: ILSI Europe. 48 p. ISBN: 9789078637332. <https://ilsi.eu/wp-content/uploads/sites/3/2016/06/EP-Enterobacteriaceae.pdf>.
- Bernal de Ramírez I. 1993. Análisis de alimentos. 1ª ed. Santafé, Bogotá: Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. ISBN: 958-9205-00-03.
- Betancourt Suarez B, Caballero Ruíz B, Delgado Villanueva J, Lázaro Plata E, Sosa Morales M. 2016. Una nueva alternativa del procesamiento de frijol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) en un producto de panificación tipo brownie dulce. *Investigación y Desarrollo en Ciencia y Tecnología de Alimentos*; [consultado el 19 de ene. de 2022]. 1(2):59–63. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume1/2/1/11.pdf>.
- Blodgett R. 2020. BAM Appendix 2: Most Probable Number from Serial Dilutions. FDA; [consultado el 13 de jun. de 2022]. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-appendix-2-most-probable-number-serial-dilutions>.
- Bourne MC. 1978. Texture profile analysis. 32:62–66. <https://ci.nii.ac.jp/naid/80013792504/>.
- Bourne MC. 2002. Food texture and viscosity: Concept and measurement / Malcolm C. Bourne. 2ª ed. San Diego, Calif., London: Academic (Food science and technology. International series). ISBN: 0-12-119062-5.
- Bradley RL. 2010. Moisture and Total Solids Analysis. En: Nielsen S, editor. *Food Analysis*. 4ª ed. New York: Springer. p. 85–104 ; [consultado el 22 de jun. de 2022]. [https://www.academia.edu/35072801/S\\_Suzanne\\_Nielsen\\_auth\\_S\\_Suzanne\\_Nielsen\\_ed\\_S\\_Food\\_Analysis](https://www.academia.edu/35072801/S_Suzanne_Nielsen_auth_S_Suzanne_Nielsen_ed_S_Food_Analysis).
- Braham JE, Bressani R. 1978. Pulpa de café: Composición, tecnología y utilización. Bogotá: CIID, Oficina Regional para América Latina y el Caribe. 152 p. (International Development Research

- Center; vol. 108). ISBN: 0-88936-172-X. <https://idl-bnc-idrc.dspacedirect.org/handle/10625/4722>.
- Brito I, Andrade M, Oliveira K, Dantas A, Chantelle L, Vasconcelos M. 2020. Development and characterization of cocoa brownie added of passion fruit albedo flour (*Passiflora edulis* Sims). *RSD*. 9(8):e45985245. doi:10.33448/rsd-v9i8.5245.
- Buck N, Wohlt D, Winter AR, Ortner E. 2021. Aroma-active compounds in robusta coffee pulp puree-evaluation of physicochemical and sensory properties. *Molecules*. 26(13). eng. doi:10.3390/molecules26133925.
- Cabrera Llano JL, Cárdenas Ferrer M. 2006. Importancia de la fibra dietética para la nutrición humana. *Revista Cubana de Medicina General Integral*; [consultado el 23 de jun. de 2022]. 22(4). [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34855578/cm064-11-libre.pdf?1411556999=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImportancia\\_de\\_la\\_fibra\\_dietetica\\_para\\_l.pdf&Expires=1656012659&Signature=RFY5Qpy2yKppsOiCDL7Rh6wcSaYj7ircFNqwrSvQOJ1WZc4Ds42cP58tGqz6huhfS5juYDJL-krgDJ5TTY6vUHDq~kg5NfCwvAMtslofus9DjW-tqjwX5JMTn1M4Dn3HE-qj~AdgDe~Gc7roCpRrdLLvrhG0xTvl~p~OmSx4FdNBr64OtNaFCPc8cvJ1XhDV7x4p-AFH-PvGWTBtv6Jb5gw-UbG2iOEbh2Pm8-qTO~gEspGLIDhRmp9jofFxNi4aWay~6KT8E7iUBBVAgXbt2cT0zGmq7QHcEI9kGiFkQ9nPI5k3MdsGApMGP8wza7Vucrxak26lysJP5zTiSxdfg\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/34855578/cm064-11-libre.pdf?1411556999=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DImportancia_de_la_fibra_dietetica_para_l.pdf&Expires=1656012659&Signature=RFY5Qpy2yKppsOiCDL7Rh6wcSaYj7ircFNqwrSvQOJ1WZc4Ds42cP58tGqz6huhfS5juYDJL-krgDJ5TTY6vUHDq~kg5NfCwvAMtslofus9DjW-tqjwX5JMTn1M4Dn3HE-qj~AdgDe~Gc7roCpRrdLLvrhG0xTvl~p~OmSx4FdNBr64OtNaFCPc8cvJ1XhDV7x4p-AFH-PvGWTBtv6Jb5gw-UbG2iOEbh2Pm8-qTO~gEspGLIDhRmp9jofFxNi4aWay~6KT8E7iUBBVAgXbt2cT0zGmq7QHcEI9kGiFkQ9nPI5k3MdsGApMGP8wza7Vucrxak26lysJP5zTiSxdfg__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA).
- Chawla R, Patil G. 2010. Soluble dietary fiber. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*. 9(2):178–196. [https://www.researchgate.net/publication/229492378\\_Soluble\\_Dietary\\_Fiber](https://www.researchgate.net/publication/229492378_Soluble_Dietary_Fiber).
- Conde Molina D. 2014. Estudio de la fermentación en panes funcionales, reducidos en grasas, carbohidratos y sal. Buenos Aires, Argentina: Universidad Tecnológica Nacional Facultad Regional Delta. 101 p; [consultado el 23 de jun. de 2022]. <https://ria.utn.edu.ar/bitstream/handle/20.500.12272/4606/Tesis%20Maestr%c3%ada-%20Conde%20Molina%20D.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Damat D, Anggriani R, Hendroko Setyobudi R, Soni P. 2019. Dietary fiber and antioxidant activity of gluten-free cookies with coffee cherry flour addition. *Coffee science*; [consultado el 6 de nov. de 2021]. 14(4):493–500. <https://eprints.umm.ac.id/69519/3/Damat%20DIETARY%20FIBER%20AND%20ANTIOXIDANT%20ACTIVITY%20OF%20GLUTEN-FREE%20COOKIES.pdf>.
- Damat D, Anggriani R, Setyobudi R, Soni P. 2019. Dietary fiber and antioxidant activity of gluten-free cookies with coffee cherry flour addition. *Coffee science*. 14(4):493–500. doi:10.25186/cs.v14i4.1625.
- Del Castillo MD, Fernández-Gómez B, Martínez Sáez N, Iriondo-DeHond A, Mesa MD. 2019. Coffee by products: Production, quality and chemistry. Piccadilly London: Royal Society of Chemistry. xxxvii, 836 pages. ISBN: 978-1-78262-004-4. eng. <https://digital.csic.es/handle/10261/206225>.
- Delcour JA, Joye IJ, Pareyt B, Wilderjans E, Brijs K, Lagrain B. 2012. Wheat gluten functionality as a quality determinant in cereal-based food products. *Annu Rev Food Sci Technol*. 3:469–492. eng. doi:10.1146/annurev-food-022811-101303.
- Embuena Candela, Maria de los Desamparados. 2015. Evaluación de los cambios estructurales de galletas elaboradas con sustitutos de grasa. Valencia: Universitat Politècnica de València. 46 p; [consultado el 6 de nov. de 2022]. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/54180/>

- TFG%20Desamparados%20Embueña\_14362703806137344823069462138445.pdf?sequence=2.
- Escudero Álvarez E, Gonzáles Sánchez P. 2006. La fibra dietética. *Nutrición Hospitalaria*; [consultado el 7 de jun. de 2022]. 2(21):61–72. <https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v21s2/original6.pdf>.
- Esquivel P, Viñas M, Steingass CB, Gruschwitz M, Guevara E, Carle R, Schweiggert RM, Jiménez VM. 2020. Coffee (*Coffea arabica* L.) by-Products as a Source of Carotenoids and Phenolic Compounds—Evaluation of Varieties With Different Peel Color. *Front. Sustain. Food Syst.* 4. doi:10.3389/fsufs.2020.590597.
- Estrada Lucana DP. 2019. Perfil sensorial y de textura de brownies a base de harina de dos variedades de quinua (Salcedo INIA y INIA 431 - Altiplano) [Tesis]. Lima, Perú: Universidad Peruana Unión; [consultado el 10 de nov. de 2021]. [https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1721/Danna\\_Tesis\\_Licenciatura\\_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upeu.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12840/1721/Danna_Tesis_Licenciatura_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Feldsine PT, Lienau AH, Roa NH, Green ST. 2005. Enumeration of total coliforms and *E. coli* in foods by the SimPlate coliform and *E. coli* color indicator method and conventional culture methods: collaborative study. *J AOAC Int.* 88(5):1318–1333. eng.
- Feng P, Weagant S, Grant M, Burkhardt W. 10 de ago. de 2020. BAM Chapter 4: Enumeration of *Escherichia coli* and the Coliform Bacteria. FDA; [consultado el 10 de jun. de 2022]. <https://www.fda.gov/food/laboratory-methods-food/bam-chapter-4-enumeration-escherichia-coli-and-coliform-bacteria>.
- Fernández S, Ramos G, Vázquez L. 2006. CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS Y SENSORIALES DE PANQUÉS DE CHOCOLATE ADICIONADOS CON PROTEÍNAS DE SUERO PORCINO. *Revista Científica*; [consultado el 8 de nov. de 2021]. XVI(4):420–427. Español. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=95911650012>.
- Fernández Cortés Y, Sotto Rodríguez KD, Vargas Marín LA. 2020. Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados. *Producción + Limpia.* 15(1):93–110. <https://doi.org/10.22507/pml.v15n1a7>.
- Fierro Cabrales N, Contreras Oliva A, Gonzáles Ríos O, Rosas Mendoza E, Mosales Ramos V. 2018. Caracterización química y nutrimental de la pulpa de café (*Coffea arabica* L.). *AGRO productividad*; [consultado el 6 de jun. de 2022]. 11(4):9–13.
- Gaitán Yaeggy DL. 1998. Estudio de factibilidad para un sistema de producción de café con beneficio húmedo ecológico en Honduras [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 91 p; [consultado el 2 de nov. de 2021]. [https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/333/estudio\\_de\\_factibilidad\\_para\\_un\\_sistema\\_de\\_produccion\\_de\\_cafe\\_con\\_beneficio\\_humedo\\_ecologico\\_en\\_honduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.credia.hn/bitstream/handle/123456789/333/estudio_de_factibilidad_para_un_sistema_de_produccion_de_cafe_con_beneficio_humedo_ecologico_en_honduras.pdf?sequence=1&isAllowed=y).
- Graziani L, Ortiz L, Ramirez A, Herrera J, Rico J, Figueroa R. 2013. Efecto de varios factores sobre características químicas de harinas de frutopán y harinas compuestas trigo-frutopán. *Agronomía Tropical.* 63(3-4):143–153.
- Grigelmo N, Carreras E, Martín O. 2001. Influence of the addition of peach dietary fiber in composition, physical properties and acceptability of reduced-fat Muffins. *Food sci. technol. int.* 7(5):425–431. <https://journals.sagepub.com/doi/10.1106/FLLH-K91M-1G34-Y0EL>.
- [ICO] International Coffee Organization. 2021. Trade statistics tables: Coffee production by exporting countries. London. [sin lugar]: 2021; [consultado el 3 de jul. de 2022]. [https://www.ico.org/trade\\_statistics.asp](https://www.ico.org/trade_statistics.asp).

- [IHCAFE] Instituto Hondureño del Café. 2021. Informe Estadístico 2019-2020. Honduras: IHCAFE. 62 p; [consultado el 12 de oct. de 2021]. <https://www.ihcafe.hn/wp-content/uploads/2021/08/INFORME-FINAL-Resumen-CIERRE-EXPORTS-2019-2020-3.pdf>.
- [INCAP] Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, [OPS] Organización Panamericana de la Salud. 2018. Tabla de composición de alimentos. 3ª ed. [sin lugar]: [sin editorial].
- Islas-Rubio AR, Hernández-Zepeda A, Calderón de la Barca AM, Ballesteros-Vázquez MN, Granados-Nevárez MdC, Vasquez-Lara F. 2012. Formulación y elaboración de pastelillos tipo brownies con más fibra y menos calorías que los convencionales. Archivos latinoamericanos de la nutrición; [consultado el 16 de nov. de 2021]. 62(2):185–191. <http://ve.scielo.org/pdf/alan/v62n2/art13.pdf>.
- [ISO] International Organization for Standardization. 2020. ISO 11036:2020. Sensory analysis-methodology- texture profile. [sin lugar]: International Organization for Standardization; [actualizado el 11 de jun. de 2022; consultado el 11 de jun. de 2022]. <https://cdn.standards.itech.ai/samples/76668/c3840d40da72492194771771c670b1cc/ISO-11036-2020.pdf>.
- Janissen B, Huynh T. 2018. Chemical composition and value-adding applications of coffee industry by-products: A review. Resources, Conservation and Recycling. 128:110–117. <https://cutt.ly/fJV1aSo>. doi:10.1016/j.resconrec.2017.10.001.
- Jones DB. 1931. Factors for Converting Percentages of Nitrogen in Foods and Feeds Into Percentages of Proteins. [sin lugar]: U.S. Department of Agriculture. en.
- Kemp S, Hollowood T, Hort J. 2011. Sensory Evaluation: A Practical Handbook. 1., Auflage. New York, NY: John Wiley & Sons. Online-Ressource. ISBN: 9781444360516. en.
- Lawless HT, Heymann H. 2010. Sensory evaluation of food: Principles and practices. 2ª ed. Gaithersburg: Springer. 1 vol. (Food science text series). ISBN: 9781441964885. <https://link.springer.com/978-1-4419-6488-5>.
- Ley JP. 2008. Masking Bitter Taste by Molecules. Chem. Percept. 1(1):58–77. doi:10.1007/s12078-008-9008-2.
- Liria Domínguez MR. 2007. Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos. Lima, Perú: Instituto de Investigación Nutricional. 45 p; [consultado el 5 de jun. de 2022]. <https://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>.
- Lisham Gómez PG. 2009. Elaboración de barras deshidratadas a partir de pulpa de tunas anaranjada y púrpura con incorporación de sucralosa y semillas de linaza. Santiago, Chile: Universidad de Chile; [consultado el 9 de jun. de 2022]. <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/112432/PAULETTE%20GERALDINA%20LISHAM%20G%c3%93MEZ.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- López Barrera DM. 2014. Composición química y nutracéutica del residuo sólido del café (*Coffea arabica* L) utilizado y la actividad de los productos de su fermentación colónica in vitro en un modelo de inflamación. Santiago de Querétaro: Universidad Autónoma de Querétaro. Español. <http://ri-ng.uaq.mx/handle/123456789/626>.
- Madrigal Barrantes E, Chavarría Vargas Y. 2020. Aprovechamiento de la pulpa residual del proceso agroindustrial del café (*Coffea Arábica*) para el desarrollo de productos alimenticios en cooperativas caficultoras [Trabajo de grado]. Atenas: Universidad Técnica Nacional Sede de Atenas; [consultado el 8 de sep. de 2020]. <https://repositorio.utn.ac.cr/bitstream/handle/123456789/448/>

- APROVECHAMIENTO%20DE%20LA%20PULPA%20RESIDUAL%20DEL.pdf?sequence=1&isAllo wed=y.
- Marshall MR. 2010. Ash Analysis. En: Nielsen S, editor. Food Analysis. 4ª ed. New York: Springer. p. 105–116 ; [consultado el 22 de jun. de 2022]. [https://www.academia.edu/35072801/S\\_Suzanne\\_Nielsen\\_auth\\_S\\_Suzanne\\_Nielsen\\_eds\\_Food\\_Analysis](https://www.academia.edu/35072801/S_Suzanne_Nielsen_auth_S_Suzanne_Nielsen_eds_Food_Analysis).
- Matos Chamorro RA, Chambilla Mamani E. 2010. Importancia de la Fibra Dietética, sus Propiedades Funcionales en la Alimentación Humana y en la Industria Alimentaria. Ciencia y Tecnología de Alimentos; [consultado el 6 de nov. de 2021]. 1(1):4–17. es. [https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri\\_alimentos/article/view/813](https://revistas.upeu.edu.pe/index.php/ri_alimentos/article/view/813).
- Mejías-Brizuela N, Orozco-Guillen E, Galáan-Hernández N. 2016. Aprovechamiento de los residuos agroindustriales y su contribución al desarrollo sostenible de México. Revista de Ciencias Ambientales y Recursos Naturales; [consultado el 15 de jun. de 2021]. 2(6):27–41. [https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias\\_Ambientales\\_y\\_Recursos\\_Naturales/vol2num6/Revista\\_de\\_Ciencias\\_Ambientales\\_y\\_Recursos\\_Naturales\\_V2\\_N6\\_4.pdf](https://www.ecorfan.org/spain/researchjournals/Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales/vol2num6/Revista_de_Ciencias_Ambientales_y_Recursos_Naturales_V2_N6_4.pdf).
- Min DB, Ellefson WC. 2010. Fat Analysis. En: Nielsen S, editor. Food Analysis. 4ª ed. New York: Springer. p. 117–132 ; [consultado el 22 de jun. de 2022]. [https://www.academia.edu/35072801/S\\_Suzanne\\_Nielsen\\_auth\\_S\\_Suzanne\\_Nielsen\\_eds\\_Food\\_Analysis](https://www.academia.edu/35072801/S_Suzanne_Nielsen_auth_S_Suzanne_Nielsen_eds_Food_Analysis).
- Mudgil D, Barak S. 2013. Composition, properties and health benefits of indigestible carbohydrate polymers as dietary fiber: a review. Int J Biol Macromol. 61:1–6. eng. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.06.044>.
- Murillo Baca SM. 2018. Características fisicoquímicas, sensoriales y compuestos bioactivos de galletas dulces elaboradas con harina de cáscara del fruto de cacao (Theobroma cacao L.) [Doctoral]. Lima, Perú: Universidad Nacional Federico Villareal; [consultado el 2 de jul. de 2022]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2345>.
- Neri Gámez EP. 2007. Estudio del efecto reológico en la elaboración de pasrel de chocolate bajo en grasa y carbohidratos utilizando maltodextrina y celulosa como sustitutos. Tulancingo: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. 94 p; [consultado el 6 de nov. de 2022]. <http://repository.uaeh.edu.mx/bitstream/bitstream/handle/123456789/11193/Estudio%20del%20efecto%20reol%C3%B3gico%20en%20la%20elaboraci%C3%B3n%20de%20pastel%20de%20chocolate%20bajo%20en%20grasa%20y%20carbohidratos%20utilizando%20maltodextrina%20y%20celulosa%20como%20sustitutos.pdf?sequence=1>.
- Noriega Salazar A, Silva Acuña R, García de Salcedo M. 2009. Composición química de la pulpa de café a diferentes tiempos de ensilaje para su uso potencial en la alimentación animal. Venezuela: [sin editorial]; [actualizado el 10 de jun. de 2022; consultado el 10 de jun. de 2022]. <https://cutt.ly/LJVMegA>.
- Ohaco Dominguez E, De Michelis A, Grossi G. 2015. Determinación de fibra dietética total, soluble e insoluble en hongos comestibles de cultivo Pleurotus ostreatus. INTA. Argentina; [consultado el 6 de nov. de 2021]. [https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta\\_determinacin\\_de\\_fibra.pdf](https://inta.gov.ar/sites/default/files/script-tmp-inta_determinacin_de_fibra.pdf).
- Phillips SM, Chevalier S, Leidy HJ. 2022. Protein "requirements" beyond the RDA: implications for optimizing health. Appl Physiol Nutr Metab. 47(5):615. eng. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26960445/>. doi:10.1139/apnm-2022-0131.
- Pineda Mejía CR, Reyes Fernandez C, Oseguera FA. 2001. Beneficiado y calidad del café. [sin lugar]: [sin editorial] ; [consultado el 12 de jun. de 2022]. <http://infocafes.com/portal/wp-content/uploads/2017/02/Tec-Guia-Beneficiado.pdf>.

- Ponce Rosas FC. 2018. Efecto de la sustitución parcial de la harina de trigo por harina de pulpa de café (*Coffea arabica*) en el color, textura y contenido de minerales en galletas dulces. [sin lugar]: Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión; [consultado el 11 de jun. de 2022]. <http://repositorio.undac.edu.pe/handle/undac/1407>.
- Portillo Guzmán DE. 2021. Revisión de literatura sobre avances en beneficio y secado de café en Honduras. [sin lugar]: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado 10/7/2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/5d6d2db6-ea5c-4377-a20e-647e3e05a833>.
- Psimouli V, Oreopoulou V. 2012. The effect of alternative sweeteners on batter rheology and cake properties. *J Sci Food Agric*. 92(1):99–105. eng. doi:10.1002/jsfa.4547.
- Quitral V, González MA, Carrera C, Gallo G, Moyano P, Salinas J, Jiménez P. 2017. Efecto de edulcorantes no calóricos en la aceptabilidad sensorial de un producto horneado. *Rev. chil. nutr*; [consultado el 10 de jun. de 2022]. 44(2):137–143. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/rchnut/v44n2/art04.pdf>. doi:10.4067/S0717-75182017000200004.
- Raffo Lecca E, Ruiz Lizama EC. 2014. Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *idata*. 17(1):71. doi:10.15381/idata.v17i1.12035.
- Ramírez Cardona DM, Arrubla Vélez JP. 2016. Implementación de un método de determinación de fibra cruda en materias primas y producto terminado en alimentos para animales en CIPA S.A. [sin lugar]: Universidad Tecnológica de Pereira. 11 p; [consultado el 6 de nov. de 2022]. <https://repositorio.utp.edu.co/items/3f994edf-fe31-4f3e-9840-a16f0603e425>.
- Ramírez Navas JS. 2012. Análisis sensorial: pruebas orientadas al consumidor. *ReCiTelA*; [consultado el 6 de jun. de 2022]. 12(1):84–102.
- Ramirez Prada DM. 2010. Café, cafeína vs. salud revisión de los efectos del consumo de café en la salud. *Universidad y Salud*; [consultado el 12 de oct. de 2021]. 10(12):156–167. <http://www.scielo.org.co/pdf/reus/v12n1/v12n1a17.pdf>.
- Reyes J, Ludeña F. 2015. Evaluación de las Características Físico-Químicas, Microbiológicas y Sensoriales de un Yogur Elaborado con Sucralosa y Estevia. *Revista Politécnica*; [consultado el 7 de jun. de 2022]. 36(2). [https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista\\_politecnica2/article/view/634/pdf](https://revistapolitecnica.epn.edu.ec/ojs2/index.php/revista_politecnica2/article/view/634/pdf).
- Rivas Vela CI. 2018. Modificación de la pulpa de café mediante extrusión y su aprovechamiento en productos de panificación. *Antiguo de Querétano, México: Universidad Autónoma de Querétano*. 103 p; [consultado el 7 de jun. de 2022]. <http://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/1100/1/FQ-0018-Carlos%20Isac%20Rivas%20Vela.pdf>.
- Rodríguez Valencia N, Zambrano Franco D. 2010. Los subproductos del café: fuente de energía renovable. *Avances técnicos Cenicafe*; [consultado el 24 de oct. de 2021]. (393):2–8. <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0393.pdf>.
- Rojo Jiménez E, Pérez-Urria E. 2014. Café I (*G. Coffea*); [consultado el 31 de may. de 2022]. 7:113–132. <https://eprints.ucm.es/id/eprint/27835/1/1757-2066-1-PB.pdf>.
- RTCA Reglamento Técnico Centroamericano. 2014. Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. [sin lugar]: [sin editorial]. 43 p. (vol. 67.040) (67.01.60:10). 2014; [actualizado 2014; consultado el 11 de jun. de 2022]. <https://cutt.ly/nK9xINw>.
- RTCA Reglamento Técnico Centroamericano. 2018. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos: RTCA 67.04.50:17. 1ª ed. [sin lugar]: RTCA (vol. 67.050) (RTCA 67.04.50:17). 2018; [actualizado 2018; consultado el 2 de jul. de 2022]. <https://cutt.ly/wK9dqUK>.

- Rugama Espinoza MI, Save Monserrat R. 2013a. Efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua microcuenca Rio cuspire Yalí, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí*; [consultado el 2 de nov. de 2021]. (7):43–53. <https://repositorio.unan.edu.ni/5911/2/101-375-1-PB.pdf>.
- Rugama Espinoza MI, Save Monserrat R. 2013b. Efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua microcuenca Rio cuspire Yalí, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí*; [consultado el 2 de nov. de 2021]. (7):43–53. <https://repositorio.unan.edu.ni/5911/2/101-375-1-PB.pdf>.
- [SENASA] Servicio Nacional de Sanidad y Calidad Agroalimentaria. 2010. Pasteurización. [sin lugar]: [sin editorial]; [actualizado el 14 de oct. de 2015; consultado el 9 de jun. de 2022]. <http://www.senasa.gob.ar/senasa-comunica/noticias/pasteurizacion>.
- Serna Jiménez JA, Torres Valenzuela LS, Martínez Cortínez K, Hernández Sandoval MC. 2018. Aprovechamiento de la pulpa de café como alternativa de valorización de subproductos. *rev.ion*; [consultado el 24 de oct. de 2021]. 31(1):37–42. <http://www.scielo.org.co/pdf/rion/v31n1/0120-100X-rion-31-01-37.pdf>. doi:10.18273/revion.v31n1-2018006.
- Stone H, Bleibaum RN, Thomas HA. 2012. *Sensory evaluation practices*. 5ª ed. Amsterdam: Academic Press (Food science and technology, international series). ISBN: 9780128153352.
- Surampudi P, Enkhmaa B, Anuurad E, Berglund L. 2016. Lipid lowering with soluble dietary fiber. *Curr Atheroscler Rep*. 18(12):75. eng. <https://link.springer.com/article/10.1007/s11883-016-0624-z>. doi:10.1007/s11883-016-0624-z.
- Szczesniak AS. 1963. Classification of Textural Characteristics: Mechanical characteristics. *J Food Science*. 28(4):385–389. <https://es.booksc.org/ireader/9236456>. doi:10.1111/j.1365-2621.1963.tb00215.x.
- Torres-Valenzuela LS, Martínez KG, Serna-Jimenez JA, Hernández MC. 2019. Secado de pulpa de café: Condiciones de proceso, modelación matemática y efecto sobre propiedades físicoquímicas. *Inf. tecnol*. 30(2):189–200. doi:10.4067/S0718-07642019000200189.
- Vanegas F. 29 de jul. de 2016. Manejo de Subproductos del café en el beneficio húmedo. *Coffee Media*; [consultado el 24 de oct. de 2021]. <https://www.yoamoelcafedecolombia.com/2016/07/30/manejo-de-subproductos-del-cafe-en-el-beneficio-humedo/>.
- Vásquez GE. 2016. Efectos del proceso beneficio húmedo de café sobre la sostenibilidad hídrica de la cuenca La Suiza, Chiapas. Monterrey: El Colegio de la Frontera Norte; [consultado el 2 de jun. de 2022].
- Vega Ó, Marco R de, Di Risio C. 2014. Propiedades físicas y sensoriales de un pan fresco, con la adición de las enzimas Icasa, xilinas y lipasa. *reveia*; [consultado el 6 de nov. de 2022]. 12:87–100. <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/n24/n24a06.pdf>.
- Villanueva Flores R. 2014. El gluten del trigo y su rol en la industria de la panificación. *Ing. ind. (Lima)*. 0(032):231. doi:10.26439/ing.ind2014.n032.123.
- Villarorel M, Uquiche E, Brito G, Cancino M. 2000. Optimización de formulaciones para productos dietéticos de pastelería. Caracas: [sin editorial]; [actualizado el 11 de jun. de 2022; consultado el 11 de jun. de 2022]. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222000000100008](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222000000100008).
- Weinstein B, Scarbrough M. 2002. *The ultimate brownie book: Thousands of ways to make America's favorite treat, including blondies, frostings, and doctored brownie mixes*. 1ª ed. New York: William Morrow. 207 ;. ISBN: 0060937610.

## Anexos

## Anexo A

*Número más probable para diluciones en serie*

Table 1: For 3 tubes each at 0.1, 0.01, and 0.001 g inocula, the MPNs per gram and 95 percent confidence intervals.

Pos. Tubes			MPN/g	Conf. lim.		Pos. tubes			MPN/g	Conf. lim.	
0.10	0.01	0.001		Low	High	0.10	0.01	0.001		Low	High
0	0	0	<>	-	9.5	2	2	0	21	4.5	42
0	0	1	3.0	0.15	9.6	2	2	1	28	8.7	94
0	1	0	3.0	0.15	11	2	2	2	35	8.7	94
0	1	1	6.1	1.2	18	2	3	0	29	8.7	94

## Anexo B

Hoja de evaluación sensorial de brownies con sustitución parcial de harina de pulpa de café de la segunda fase

**HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE BROWNIES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE PULPA DE CAFÉ**

Fecha: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_ Nacionalidad: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Género: F \_\_\_ M \_\_\_

**INTRUCCIONES:**

A continuación, se presentan 4 muestras codificadas. Deberá probar cada una empezando de *izquierda a derecha* y calificar cada una en cuanto a la **aceptación de los atributos** mencionados de acuerdo con el puntaje de la escala hedónica del **cuadro 1**. Siendo la *menor valoración de 1 punto* y la *mayor valoración de 7 puntos*. Antes y después de degustar cada muestra Beba un sorbo de agua, para limpiar su paladar.

**Aceptabilidad:**

**Cuadro 1.** Escala hedónica de 7 puntos.

Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada ligeramente	Me es indiferente	Me agrada ligeramente	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho
1	2	3	4	5	6	7

Muestra #	Atributos por evaluar					
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación general

**Preferencia:**

Después de haber evaluado las muestras, ordene estas según su preferencia. Siendo la muestra número 1 su preferida y la número 4 la menos preferida.

Orden de preferencia	Código de la muestra
1 (preferida)	
2	
3	
4 (menos preferida)	

**Comentarios:**

---



---



---

¡Muchas gracias por su participación!

## Anexo C

Hoja de evaluación sensorial de brownies con sustitución parcial de harina de pulpa de café de la  
tercera fase

**HOJA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE BROWNIES CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE  
HARINA DE PULPA DE CAFÉ**

Fecha: \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_\_\_ Nacionalidad: \_\_\_\_\_ Edad: \_\_\_\_\_ Género: F \_\_\_ M \_\_\_

**INTRUCCIONES:**

A continuación, se presentan 4 muestras codificadas. Deberá probar cada una empezando de izquierda a derecha y calificar cada una en cuanto a la **aceptación de los atributos** mencionados de acuerdo con el puntaje de la escala hedónica del **cuadro 1**. Siendo la menor valoración de 1 punto y la mayor valoración de 7 puntos. Antes y después de degustar cada muestra Beba un sorbo de agua, para limpiar su paladar.

**Aceptabilidad:**

**Cuadro 1.** Escala hedónica de 7 puntos.

Me desagrada mucho	Me desagrada moderadamente	Me desagrada ligeramente	Me es indiferente	Me agrada ligeramente	Me agrada moderadamente	Me agrada mucho
1	2	3	4	5	6	7

Muestra #	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Dulzura	Amargura	Aceptación general

**Preferencia:**

Después de haber evaluado las muestras, ordene estas según su preferencia. Siendo la muestra número 1 su preferida y la número 4 la menos preferida.

Orden de preferencia	Código de la muestra
1 (preferida)	
2	
3	
4 (menos preferida)	

**Comentarios:**


---



---



---

¡Muchas gracias por su participación!

## Anexo D

## Tabla de prueba de Basker y Kramer

Reyna Liria

08/02/2008

Anexo 4: Tabla de Prueba de Basker y Kramer "Valor crítico de diferencia entre suma de categorías"

Número de panelistas	Número de productos								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
20	8.8	14.8	21.0	27.3	33.7	40.3	47	53.7	60.6
21	9.0	15.2	21.5	28.0	34.6	41.3	48.1	55.1	62.1
22	9.2	15.5	22.0	28.6	35.4	42.3	49.2	56.4	63.5
23	9.4	15.9	22.5	29.3	36.2	43.2	50.3	57.6	65.0
24	9.6	16.2	23.0	29.3	36.9	44.1	51.4	58.9	66.4
25	9.8	16.6	23.5	29.9	37.7	45.0	52.5	60.1	67.7
26	10.0	16.9	23.9	30.5	38.4	45.9	53.5	61.3	69.1
27	10.2	17.2	24.4	31.1	39.2	46.8	54.6	62.4	70.4
28	10.4	17.5	24.8	31.7	39.9	47.7	55.6	63.6	71.7
29	10.6	17.8	25.3	32.3	40.6	48.5	56.5	64.7	72.9
30	10.7	18.2	25.7	32.8	41.3	49.3	57.5	65.8	74.2
31	10.9	18.5	26.1	33.4	42.0	50.2	59.4	66.9	75.4
32	11.1	18.7	26.5	34.0	42.6	51.0	60.3	68.0	76.6
33	11.3	19.0	26.9	35.0	43.3	51.7	61.2	69.0	77.8
34	11.4	19.3	27.3	35.6	44.0	52.5	62.1	70.1	79.0
35	11.6	19.6	27.7	36.1	44.6	53.3	63	71.1	80.1
36	11.8	19.9	28.1	36.6	45.2	54.0	63.9	72.1	81.3
37	11.9	20.2	28.5	37.1	45.9	54.8	64.7	73.1	82.4
38	12.1	20.4	28.9	37.6	46.5	55.5	67.2	74.1	83.5
39	12.2	20.7	29.3	38.1	47.1	56.3	65.6	75.0	84.6
40	12.4	21.0	29.7	38.6	47.7	57.0	66.4	76.0	85.7
41	12.6	21.2	30.0	39.1	48.3	57.7	67.2	76.9	86.7
42	12.7	21.5	30.4	39.5	48.9	58.4	68	77.9	87.8
43	12.9	21.7	30.8	40.0	49.4	59.1	68.8	78.8	88.8
44	13.0	22.0	31.1	40.5	50.0	59.8	69.6	79.7	89.9
45	13.1	22.2	31.5	40.9	50.6	60.4	70.4	80.6	90.9
46	13.3	22.5	31.8	41.4	51.1	61.1	71.2	81.5	91.9
47	13.4	22.7	32.2	41.8	51.7	61.8	72	82.4	92.1
48	13.6	23.0	32.5	42.3	52.2	62.4	72.7	83.2	93.8
49	13.7	23.2	32.8	42.7	52.8	63.1	73.5	84.1	94.8
50	13.9	23.4	33.2	43.1	53.3	63.7	74.2	85.0	95.8
55	14.5	24.6	34.8	45.2	55.9	66.8	77.9	89.1	100.5
60	15.2	25.7	36.3	47.3	58.4	69.8	81.3	93.1	104.9
65	15.8	26.7	37.8	49.2	60.8	72.6	84.6	96.9	109.2
70	16.4	27.7	39.2	51.0	63.1	75.4	87.8	100.5	113.3
80	17.5	29.6	42.0	54.6	67.4	80.6	93.9	107.5	121.2
90	18.6	31.4	44.5	57.9	71.5	85.5	99.6	114.0	128.5
100	19.6	33.1	46.9	61.0	75.4	90.1	105	120.1	135.5
110	20.6	34.8	49.2	64.0	79.1	94.5	110.1	126.0	142.1
120	21.5	36.3	51.4	66.8	82.6	98.7	115	131.6	148.4

Ref: Lawless HT, Heymann H. Sensory evaluation of food. Principles and practices. Kluwer Academic/Plenum Publishers. New York, London, Dordrecht, Boston, 1998.