

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



Proyecto Especial de Graduación

**Obtención y análisis fisicoquímico de mucílago de café (*Coffea arabica*)
y su aplicación en la elaboración de galletas dulces**

Estudiantes

Iris Lucrecia Guadalupe Cab Molina

Juan Fernando Choto Chávez

Asesores

Jorge Cardona, Ph.D.

Sandra Espinoza, M.Sc.

Honduras, agosto 2022

Autoridades

TANYA MÜLLER GARCÍA

Rectora

ANA M. MAIER ACOSTA

Vicepresidenta y Decana Académica

ADELA M. ACOSTA MARCHETTI

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

HUGO ZAVALA MEMBREÑO

Secretario General

Contenido

Índice de Cuadros	6
Índice de Anexos	7
Resumen	8
Abstract	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos	13
Localización del Estudio	13
Obtención de Materia Prima	13
Preparación de Materia Prima	14
Fases de Investigación	15
Diseño Experimental y Análisis Estadístico	15
Primera Fase: Tratamientos Enzimáticos y Análisis Físicoquímicos del Mucílago de Café	16
Tratamiento Enzimático.....	16
Valor de pH.	16
Sólidos Solubles Totales.....	17
Viscosidad.....	17
Obtención de Extracto Acuoso y Cuantificación de Polifenoles Totales.	17
Preliminares.....	18
Caracterización de Mucílago Seleccionado	18
Humedad.	18
Cenizas.....	18
Proteína.	19
Fibra Dietética Insoluble.....	19

Segunda Fase: Desarrollo, Análisis Sensorial y Fisicoquímicos de Galletas con Adición de Mucílago de café	20
Tratamientos de Sustitución de Miel	20
Análisis Sensorial.	21
Análisis de Color.....	21
Perfil de Textura.	21
Capacidad Calorífica.....	22
Resultados y Discusión.....	23
Primera fase: Tratamiento Enzimático y Caracterización de Mucílago de Café	23
Tratamiento Enzimático.....	23
Valor de pH.	23
Sólidos Solubles Totales.....	24
Viscosidad.....	25
Polifenoles Totales.....	26
Preeliminarios.....	26
Caracterización del Mucílago de Café	26
Humedad.	26
Cenizas.....	27
Proteína.	28
Fibra Dietética Insoluble.	28
Segunda Fase: Desarrollo, Análisis Sensorial y Fisicoquímicos de Galletas	29
Análisis Sensorial de Aceptación.....	30
Apariencia.....	30
Color.	31
Olor.....	31

	5
Textura.....	32
Sabor.....	32
Aceptación General.	33
Análisis de Correlación.....	33
Análisis de Preferencia.....	34
Pruebas Fisicoquímicas	35
Análisis de color.....	35
Perfil de Textura.	36
Poder Calorífico.	37
Conclusiones.....	39
Recomendaciones.....	40
Referencias	41
Anexos	49

Índice de Cuadros

Cuadro 1 Resultados obtenidos para los análisis de pH, °Brix, viscosidad y polifenoles totales realizados a los tres tratamientos de mucílago de café.....	24
Cuadro 2 Resultados de análisis de humedad, cenizas, proteína y fibra dietética del mucílago de café.....	27
Cuadro 3 Resultados del análisis sensorial para los atributos de apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general realizado a las galletas.	30
Cuadro 4 Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial de las galletas con sustitución de mucílago y el control.	34
Cuadro 5 Resultados análisis sensorial: prueba de preferencia de Basker para galletas con sustitución de miel por mucílago de café.	35
Cuadro 6 Resultados de análisis de color en escala “L”, “a” y “b” y en espacio CIE L*C*h para las galletas con sustitución de miel por mucílago de café.....	36
Cuadro 7 Resultados de análisis de textura para las galletas con sustitución de miel por mucílago de café.	37
Cuadro 8 Resultados de análisis de calorimetría realizados a las galletas.....	38

Índice de Anexos

Anexo A Formulaciones de galletas con incorporación de mucílago de café	49
Anexo B Hoja de evaluación sensorial para prueba afectiva de aceptación y preferencia	50
Anexo C Coeficiente de Correlación de Pearson para los atributos de la prueba sensorial de aceptación	51
Anexo D Cuadro de sumatorias para la prueba de Basker	52
Anexo E Tabla de Basker para encontrar el valor crítico de diferencia entre suma de categorías	55
Anexo F Plano de coordenadas polares del sistema CIE L*C*h°	56
Anexo G Comparación entre plano de color L*C*h del tratamiento control y tratamiento 75%	57
Anexo H Comparación entre plano de color L*C*h del tratamiento control y tratamiento 50%	58
Anexo I Comparación entre plano de color L*C*h del tratamiento 75% y tratamiento 50%	59

Resumen

El mucílago es un coproducto del café que presenta un alto aporte nutricional y bajo nivel calórico, pero es considerado un desecho debido a la escasa información sobre posibles alternativas de su uso. El objetivo de este estudio fue evaluar el uso de mucílago como ingrediente en galletas. La primera fase del estudio consistió en tres tratamientos enzimáticos (0, 0.2 y 0.4 mL) utilizando una enzima pectinolítica para determinar el efecto que ésta generaba en las características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, viscosidad y polifenoles totales) del mucílago. En la segunda fase se desarrollaron tres tratamientos de galletas con diferentes sustituciones (0, 50 y 75%) de miel por mucílago de café seleccionando el mejor tratamiento de la primer fase. Se analizó el efecto del mucílago en color, calorías, textura de las galletas y atributos sensoriales de aceptación y preferencia con 105 panelistas. El estudio consistió en dos BCA con 18 unidades experimentales, analizados mediante ANDEVA con separación de medias Duncan y probabilidad ≤ 0.05 . Para la primer fase, los tratamientos enzimáticos aumentaron los polifenoles totales y se disminuyó la viscosidad del mucílago de café. Para la segunda fase, el tratamiento de 50% de sustitución con mucílago en galletas, mejoró la textura y obtuvo resultados similares en aceptación y preferencia en contraste con la galleta control (miel). Se concluyó que el mucílago si generó cambios fisicoquímicos en la formulación de galletas y más estudios deben desarrollarse para evaluar la aplicación de pretratamientos enzimáticos y la utilización este coproducto en otros alimentos.

Palabras clave: alternativas, coproducto, enzimas, fibra, sensorial.

Abstract

Mucilage is a co-product of coffee that has a high nutritional contribution and low caloric level, but it is considered a waste due to the scarce information on possible alternatives for its use. The objective of this study was to evaluate the use of mucilage as an ingredient in cookies. The first phase of the study consisted of three enzymatic treatments (0, 0.2 and 0.4 mL) using a pectinolytic enzyme to determine the effect it generated on the physicochemical characteristics (pH, soluble solids, viscosity and total polyphenols) of mucilage. In the second phase, three biscuit treatments were developed with different substitutions (0, 50 and 75%) of honey for coffee mucilage, selecting the best treatment of the first phase. The effect of mucilage on color, calories, cookie texture and sensory attributes of acceptance and preference was analyzed with 105 panelists. The study consisted of two RCBD with 18 experimental units, analyzed by ANDEVA with Duncan mean separation and probability ≤ 0.05 . For the first phase, enzymatic treatments increased total polyphenols and decreased the viscosity of coffee mucilage. For the second phase, the treatment of 50% substitution with mucilage in cookies, improved the texture and obtained similar results in acceptance and preference in contrast to the control cookie (honey). It was concluded that mucilage did generate physicochemical changes in the formulation of biscuits and further studies should be developed to evaluate the application of enzymatic pretreatments and the use of this co-product in other foods.

Keywords: alternatives, co-product, enzymes, fiber, sensory.

Introducción

El beneficio de café es causante de niveles altos de contaminación, resultado del consumo elevado de agua y la generación de aguas residuales altas en contaminantes suspendidos y disueltos, que comprenden en gran parte los coproductos del café (Córdoba Mosquera et al. 2019). Entre los coproductos más importantes considerados residuos se encuentran: el pergamino, la pulpa y el mucílago (Castillo Benavides et al. 2018). Estos comprenden el 95% de la producción y procesamiento de café (Fernández Cortés et al. 2020).

El mucílago de café puede producir hasta 40 litros de aguas mieles por kilogramo de café pergamino, pudiendo generar más de 1500 mg/L de DQO (Demanda Química de Oxígeno) o ser muy superiores a ese valor estimado (Torres Valenzuela et al. 2019). Este genera una huella ambiental severa, no solo por la demanda de cantidades enormes de agua para su fermentación, sino también por la contaminación de afluentes de agua y suelos (Rugama Espinoza y Save Monserrat 2016). Una potencial solución para esta problemática es el uso de desmucilaginado mecánico, donde se controla más del 90% de la contaminación generada por aguas mieles, al mismo tiempo que se reduce el uso de agua a menos de un litro por kilogramo de café producido (Pabón Usaquén et al. 2009).

El mucílago es un coproducto del café con alta viscosidad, que está constituido por el mesocarpio del fruto y representa del 15 al 20% del peso del grano fresco (Farela Lara 2017). Este coproducto se compone de 90% de agua, 8.5% de carbohidratos, presenta 0.9% de proteína, 0.1% de lípidos y en menor cantidad cenizas. Además, los carbohidratos se distribuyen en 47.9% de azúcares reductores, 29.8% de azúcares no reductores, 7.3% de fibras y 15% de pectinas (Puerta Quinteros et al. 2012).

El poder calorífico del mucílago es bajo, siendo de 0.42 Kcal por cada gramo de mucílago de café (Arias Amaya 2020). Además, por el alto contenido de compuestos bioactivos y los nutrientes que puede contener, poseen oportunidades comerciales para nuevos procesos en la industria alimentaria (Serna Jiménez et al. 2018). Por ejemplo, el aprovechamiento de mucílago de café como prebiótico en

bebida de arroz (Castro y Virgüez Garzón 2019). También, se puede utilizar el mucílago para la producción de miel como en la empresa Sanadores Ambientales o para la elaboración de bebidas funcionales a partir de mucílago de café por parte de la empresa Natucafé (Restrepo Montoya y Villa Deossa 2020). Sin mencionar el alto potencial económico de estos coproductos para la generación de energías renovables y la sustitución de combustibles fósiles (Balseca Sampedro et al. 2018). No obstante, es necesario incentivar a los beneficios de café para adoptar técnicas para el aprovechamiento de coproductos como el desmucilaginado mecánico, con la finalidad de brindar valor agregado al mucílago del café.

El mucílago de café es muy propenso a la fermentación, para ser utilizado dentro de la industria es necesario detener este proceso químico. Esto se puede lograr aplicando un tratamiento de pasteurización de 72 a 80 °C durante 1 minuto o su equivalente a pasteurización LTLT (Low Temperature Long Time) a 65 °C por 30 minutos (Funes Caballero et al. 2012; Lucero Montaña y Guamán Castillo 2020). Además, con un almacenamiento en refrigeración de 6.6 °C es posible retrasar los cambios fisicoquímicos de los componentes del mucílago de café (Puerta Quinteros y Ríos Arias 2011).

Los compuestos fenólicos tienen la capacidad de inhibir el crecimiento de microorganismos patógenos sin dañar el microbiota del intestino (Chávez Ulate 2021). Además, el mucílago de café presenta una gran capacidad antioxidante, ya que se ha determinado que su IC50 es de 1,366 mL/L, lo cual se puede atribuir a la cantidad de polifenoles totales, que se han calculado en 17.213 mg Equivalente de Ácido Gálico por gramo de mucílago (Adriazén Padilla 2018). Mientras que, Lucero Montaña y Guamán Castillo (2020), determinaron que la cantidad de polifenoles totales en mucílago de café puede alcanzar hasta 22.87 mg/g.

Otra cualidad del mucílago de café es que cuenta con alta capacidad prebiótica, debido a la presencia de oligosacáridos complejos, como las fibras dietéticas, entre las cuales tienen gran importancia las pectinas consideradas como fibras dietéticas solubles (Castro y Virgüez Garzón 2019).

Además, las pectinas brindan viscosidad al mucílago y pueden ser descompuestas totalmente o de manera parcial por medio de enzimas pectinolíticas (Flores Vaca 2012). Este proceso tiene como finalidad la clarificación del mucílago, lo cual beneficia la obtención de una materia prima más estable, con mayor facilidad de deshidratación y más concentrada en compuestos fenólicos (Ramírez Vélez y Jaramillo López 2013). Las enzimas de pectinasa pueden ser inactivadas a una temperatura de 65 °C a 90 °C durante 1 a 5 minutos (García Ulloa y Cely 2020). La degradación de las pectinas genera compuestos llamados Pecto Oligosacáridos (POS), los cuales pueden ser obtenidos mediante la aplicación de combinados de enzimas comerciales (Ferreira Lazarte 2015). Por lo tanto, las pectinas inicialmente como heteropolisacáridos se convierten en pectinas de cadena corta, con menor viscosidad y propiedad gelificante, pero con beneficios en manejo y asimilación (Ferreira Ardila 2007). En línea con esto, la enzima comercial Pectinex® Ultra SP-L es una pectinasa compuesta por pectinestereasa, pectinliasa y poligalacturonasa, producida por *Aspergillus aculeatus* que puede cumplir la función de romper estructuras pécticas (Flores Vaca 2012).

La importancia de este proyecto radica en la necesidad de desarrollar investigaciones para brindar oportunidad de aprovechamiento económico a este tipo de coproductos. Con esto es posible disminuir el impacto ambiental en la producción de café e incentivar prácticas agrícolas menos contaminantes como el desmucilaginado mecánico. Por lo tanto, los objetivos del estudio son, analizar el efecto de la aplicación de tratamiento enzimático en mucílago de café. Además, se busca caracterizar algunas propiedades fisicoquímicas del mucílago de café. También, se procura analizar el efecto de la aplicación de mucílago de café en las características fisicoquímicas de galletas dulces. Por último, se pretende determinar la formulación de galletas que presenta mayor aceptación y preferencia en un panel, al incorporar diferentes concentraciones de mucílago de café.

Materiales y Métodos

Localización del Estudio

La obtención, preparación y tratamiento enzimático del mucilago de café se realizaron en la Planta Hortofrutícola de Procesamiento (PHP), los análisis fisicoquímicos se llevaron a cabo en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ). Las galletas fueron desarrolladas en la Planta de Innovación de Alimentos (PIA) y el análisis sensorial de estas tuvo lugar en el centro Smith Falck, mientras que, los análisis fisicoquímicos fueron realizados en el LAAZ. La investigación completa se realizó en instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana Zamorano, ubicada en el Valle del Yeguaré, carretera a Danlí, al Este de la ciudad de Tegucigalpa, Departamento de Francisco Morazán, Honduras, C.A.

Obtención de Materia Prima

La materia prima que se utilizó para la investigación fue mucílago de café variedad *Coffea arabica* en estado de madurez fisiológica, desmucilaginado mecánicamente en menos de 12 horas luego de cosecha, el día 22 de febrero correspondiente al segundo corte del año. proporcionado por la tienda de café El Paraíso, ubicada en el Departamento de El Paraíso, Honduras. El traslado de la materia prima se realizó a través de un vehículo proporcionado por la Escuela Agrícola Panamericana, transportada en hielo, con un periodo entre desmucilaginado y almacenamiento en refrigeración (menor a 4°C) de 3 horas.

El mucílago es la materia prima principal para el proceso de fermentación del café, este se produce por la alta carga de levaduras y bacterias que pueden entrar en contacto con el grano fresco de diferentes formas como insectos, interacción humana y contacto con factores abióticos, siendo suelo y agua (Román Morales et al. 2022). En el mucílago de café pueden ser encontrados diferentes tipos de bacterias aerobias mesófilas y levaduras, pudiéndose encontrar especies de los géneros *Enterobacter*, *Escherichia*, *Candida*, *Flavobacterium*, *Saccharomyces*, *Rhodotorula*, *Klebsiella*, *Lactobacillus* y *Cryptococcus* (Puerta Quinteros et al. 2012).

Se recibieron en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola tres baldes con mucílago de café en hielo. En la revisión preliminar al producto se percibió un olor normal del mucílago después de ser transportado por dos horas en recipientes, dentro de una hielera. Los recipientes y hielera se lavaron previamente con jabón yodado y se desinfectaron con una solución de cloro en agua a 200 ppm. El mucílago se refrigeró en un cuarto frío a menos de 4°C durante 21 horas hasta su preparación

Preparación de Materia Prima

Se realizó un proceso de filtrado mediante una despulpadora (Maquinox JL, modelo MX 500), con la finalidad de eliminar impurezas contenidas en el mucílago de café. Se procedió a calcular el peso total del mucílago fresco que aún contenía un alto contenido de agua, resultando ser de 47.75 kg de mucílago de café, medido a través de balanza (Mettler Toledo, modelo IND236). Los sólidos solubles se midieron para 5 mL de muestra, a través de refractómetro (Atago, modelo PAL- α), resultando en 4.4 °Brix. Se midió el pH de una muestra de 100 mL tomada luego de homogenizar el mucílago, mediante potenciómetro (OHAUS, modelo Starter 2100) en el LAAZ, resultando ser de 4.75. El mucílago fresco puede oscilar entre un pH de 4.7 y 5.75, y los sólidos solubles totales entre 2 a 6.6 °Brix (Guerra Gonzalez y Rueda Silva 2021). Luego, se aplicó un tratamiento térmico de pasteurización en marmita (Lee industries, modelo 60D) a una temperatura de 65 ± 2.5 °C por 30 minutos. Esto se realizó de acuerdo con KC et al. (2021), quién indica que un tratamiento térmico adecuado para el mucílago de café consiste en una pasteurización a 65 °C por mínimo 15-20 minutos.

Se realizó un pesaje de la materia prima después de pasteurizado y se obtuvo un total de 41.95 kg de mucílago pasteurizado. Se procedió a realizar una concentración del mucílago, a través de una concentradora (Lee Industries, modelo 75D7S) que elevó la temperatura en condiciones de baja presión para evaporar el agua de manera más rápida sin afectar las características de la materia prima. Se concentró el mucílago por 30 minutos a 80 ± 5 °C hasta obtener una muestra con 14.5 °Brix. De acuerdo con Rodríguez Henao (2017), para mucílagos se debe tener un contenido de sólidos solubles entre 10 a 15 °Brix, para lograr tener una materia prima con las características adecuadas de viscosidad

y dulzura. Posteriormente el mucílago se almacenó en congelador rápido (Bally Refrigerated Boxes Inc) a temperaturas de $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ para retrasar procesos microbiológicos hasta el momento de su uso (Ramírez Vélez y Jaramillo López 2013).

Fases de Investigación

La investigación se ejecutó en dos fases. La primera fase consistió en el tratamiento enzimático al mucílago, se utilizó una enzima pectinolítica (Pectinex® Ultra SP-L) en dos concentraciones (0.2 y 0.4 mL), para posteriormente realizar los análisis fisicoquímicos de pH, sólidos solubles totales, viscosidad y polifenoles totales. Para el análisis de fibra dietética se seleccionó el tratamiento con mejor comportamiento en galletas, seleccionado mediante preliminares para la continuación de la segunda fase de investigación. Esta última consistió en el desarrollo de galletas con tres sustituciones de mucílago de café seleccionado (0, 50 y 75%), el análisis sensorial de las galletas y su posterior análisis fisicoquímico.

Diseño Experimental y Análisis Estadístico

Para la primera fase se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos, siendo la aplicación de Pectinex® Ultra SP-L a 0.2, 0.4 mL y un control de 0 mL, con tres repeticiones cada uno, resultando en nueve unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en el tratamiento de 500 g de mucílago de café. Se realizó un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias Duncan y una probabilidad ≤ 0.05 . Los resultados obtenidos se analizaron mediante el programa "Statistical Analysis System" (SAS Versión 9.4®).

Para la segunda fase se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) con tres tratamientos, que fueron los niveles de sustitución de miel por mucílago de café en 50, 75% y el control, con tres repeticiones cada tratamiento, para un total de nueve unidades experimentales. Cada unidad experimental consistió en la elaboración de una tanda con 44 ± 1 galletas. Para esta fase se llevó a cabo un análisis de varianza (ANDEVA) con separación de medias Duncan y probabilidad de ≤ 0.05 para los análisis fisicoquímicos. La prueba de aceptación se analizó mediante un análisis de

varianza ANDEVA con separación de medias TUKEY y un análisis de correlación de los atributos evaluados, se utilizó un nivel de significancia de 95%. La prueba de preferencia se analizó a través de la prueba de Basker, para determinar si existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, se utilizó un nivel de significancia $P < 0.05$.

Primera Fase: Tratamientos Enzimáticos y Análisis Físicoquímicos del Mucílago de Café

Tratamiento Enzimático

Se aplicaron dos tratamientos con una enzima pectinolítica (Pectinex® Ultra SP-L) en concentraciones de 0.2 y 0.4 mL incubadas por 1 hora (Flores Vaca 2012; Ávila) y un control (sin tratamiento enzimático). Mediante pruebas preliminares se encontró que el pH se ajustó correctamente con 0.2% de ácido cítrico (Grupo Alsa), que le brindó la acidez adecuada para el funcionamiento de la enzima, la cual de acuerdo con la ficha técnica de la empresa Novozymes tiene su pico de funcionamiento a pH de 3.5, además, el ácido cítrico otorgó al mucílago de café una mejor palatabilidad, ya que puede funcionar como potenciador de sabor. Se pesaron en balanza (Mettler Toledo BPA224-6NP) muestras de 500 g de mucílago, se incorporó 1 g de ácido cítrico a cada muestra y se mezcló a 35 ± 2.5 °C durante 10 minutos. Al terminar ese tiempo se elevó la temperatura a 40 °C y se añadió la enzima en las diferentes concentraciones, se incubó por 1 hora manteniendo la temperatura de 35 ± 2.5 °C. Una vez concluida la incubación, se procedió a elevar la temperatura a 65 °C para la inactivación enzimática. Por último, se redujo rápidamente la temperatura a 25 °C y se congelaron las muestras para su posterior uso.

Valor de pH.

Se realizaron mediciones de pH por método AOAC 981.12, donde se tomaron muestras de 100 gramos previamente homogenizadas y almacenadas en un recipiente de metal desinfectado, esto se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos Zamorano, utilizando el potenciómetro (Thermo Scientific) calibrado con anterioridad. Los resultados fueron expresados en valores de pH.

Sólidos Solubles Totales.

Se utilizó el método de refractometría utilizado por Jilapa Chani y Tuny Zuniga (2019). Las muestras de mucílago se descongelaron a temperatura ambiente, fueron homogenizadas y se tomaron 5 mL de muestra. Se realizaron mediciones de sólidos solubles totales, mediante el refractómetro (Atago PAL- α) a una temperatura de 25 °C. Los valores obtenidos se reportaron en °Brix.

Viscosidad.

El análisis de viscosidad se realizó en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano, mediante el equipo Reómetro (Advanced Rheometer 2000). El huso utilizado fue el número 62, a una velocidad de 30 RPM y temperatura de 25 °C. Se colocó 250 mL de mucílago de café en un vaso de precipitado Pyrex de 500 mL. Se reportó los resultados en mPa·s.

Obtención de Extracto Acuoso y Cuantificación de Polifenoles Totales.

La obtención del extracto acuoso del mucílago se realizó mediante una extracción asistida por ultrasonido. Se pesó 1 ± 0.005 g de muestra de mucílago de café y se mezcló con 10 mL de solvente de etanol (Emsure Merck CAS-No: 64-17-5) y agua en relación 60:40 a 25 °C, para obtener un factor de dilución de mucílago de café con solvente de 1:10. Posteriormente, las muestras fueron agitadas en vortex (Fisherbrand, modelo 9454FIDGUS) durante 1 minuto a 1000 RPM, se introdujeron en un sonificador (Branson, modelo B5510) por un periodo de 30 minutos a temperatura de 30 ± 5 °C. Por último, las muestras fueron centrifugadas a 2500 RPM por 10 minutos en el centrifugador (Symphony 4417 R VWR International) (Vega et al. 2017).

Para la cuantificación de polifenoles totales se mezclaron 3 mL de agua con 50 μ L de extracto y 250 μ L de reactivo de Folin-Ciocalteu's (Sigma-Aldrich F9252-100mL) a 1 N, dejando reposar por 3 minutos en tubos cubiertos de papel aluminio. Luego, se agregaron 750 μ L de carbonato de sodio al 20% y se dejó reposar durante 8 minutos. Posteriormente se incorporaron 950 μ L de agua, se dejó reposar por 30 minutos a temperatura ambiente en tubos cubiertos de papel aluminio. Seguidamente, se procedió a leer el extracto incubado con el reactivo a 765 nm, mediante espectrofotómetro (UV/VIS

PG Instruments Ltd., modelo T70+ UV/VIS Spectrometer). Los datos fueron contrastados contra una curva estándar de ácido gálico de 8 concentraciones. Los resultados fueron expresados en miligramos de Equivalente de Ácido Gálico por gramo de muestra (EAG/g) (Vega et al. 2017).

Preliminares

Se realizaron pruebas preliminares en una formulación de galletas, donde se evaluaron los tres tratamientos de mucílago que pasaron por el tratamiento enzimático. Estas pruebas consistieron en realizar una sustitución elevada de 75% de miel por cada uno de los tratamientos de mucílago de café. Se realizaron pruebas preliminares en esta etapa de la investigación con el fin de seleccionar el tratamiento que tuviera mejor comportamiento en una formulación de galletas, para la reducción de costos del estudio. Los parámetros que se evaluaron para seleccionar el mejor tratamiento fueron atributos sensoriales de apariencia, textura y sabor, así como, el comportamiento de la masa con mucílago dentro del proceso de mezcla y horneado de las galletas. Con el tratamiento seleccionado se pudo continuar con la caracterización dentro de la fase uno y posteriormente proseguir con la segunda fase del estudio.

Caracterización de Mucílago Seleccionado

Humedad.

Se analizó la muestra seleccionada de mucílago de café a través del método AOAC 945.15 por diferencia de peso. Se colocaron 3 ± 0.005 g de muestra en crisoles previamente preparados. Posteriormente fueron sometidos a un secado durante 18 horas a 105 °C en el horno de convección (Fisher Scientific 750 F). Se realizaron los cálculos pertinentes para obtener el porcentaje de humedad de las tres repeticiones en base húmeda.

Cenizas.

Se utilizó el método AOAC 923.03, con el cual se colocaron 3 ± 0.005 g de muestra en mufla (SYBRON Thermolyne, modelo FA1730). Se incineraron las muestras a 505 °C durante un periodo de

tiempo de seis horas. Los resultados fueron posteriormente calculados por diferencial de peso de las muestras y reportados como porcentaje de cenizas en base húmeda.

Proteína.

Fue analizada la proteína cruda mediante el método AOAC 2001.11. Se pesaron 5 ± 0.005 g de cada muestra en un vaso de precipitado, luego se introdujeron las muestras en tubos Kjeltec y se encontró las cantidades de muestras finales que fueron utilizadas por diferencial de peso de los vasos de precipitados. Las muestras fueron digeridas con ácido sulfúrico en Digestor FOSS (Tecator™ D 20) durante 1 hora. Posteriormente, las muestras se colocaron en un destilador (FOSS Kjeltec 8200®) donde se aplicó el programa 1, utilizando 80 mL de agua, 50 mL de hidróxido de sodio al 40% y 30 mL de ácido bórico. Por último, se tituló las muestras destiladas con ácido clorhídrico 0.1 M utilizando una bureta previamente tarada. Se calculó la cantidad de proteína de la muestra utilizando la cantidad de ácido clorhídrico consumido, se reportó el porcentaje de proteína en base húmeda.

Fibra Dietética Insoluble.

Se utilizó el método AOAC 985.29 de fibra dietética. Se lavaron crisoles de gooch y fueron secados en mufla (SYBRON Thermolyne, modelo FA1730) a 525 °C por una hora, luego de enfriarse se remojaron en solución de limpieza durante una hora, se enjuagaron con agua y 15 mL de acetona. Posteriormente se añadieron 0.5 g de célite (Aldrich Chemical Company Inc. 521) a cada crisol y fueron secados a 130 °C y dejados durante una hora en desecador. El peso del crisol más la célite fue anotado para el uso posterior en el paso de filtración.

Para la digestión enzimática se pesaron 3 ± 0.005 g de muestra dentro de un vaso de precipitado Berzelius, se ajustó el pH incorporando 50 mL de solución tampón de fosfato con 6.0 pH, se añadieron 100 µL de α -amilasa (Sigma A3403-1MU) con mezcla constante y se cubrió el vaso de precipitado con papel aluminio. Luego, se incubó en baño maría (Precision Scientific Group, modelo 66799) a una temperatura entre 95 °C a 100 °C por 15 minutos, se enfrió a temperatura ambiente y se colocó dentro del vaso de precipitado 10 mL de hidróxido de sodio (Merck Emsure 1.06498.1000)

a 0.275 M para ajustar el pH a 7.5 ± 0.2 junto con ácido clorhídrico a 0.325 M. Posteriormente, Se incorporó 100 μL de proteasa (Sigma P-4755) con disolución de 50 mg/mL, se dejó incubar a 60 ± 1 °C durante 30 minutos y se enfrió a temperatura ambiente. Seguidamente, se ajustó el pH de 4.0 a 4.6 utilizando 10 mL de ácido clorhídrico a 0.325 M y pequeñas cantidades de hidróxido de sodio a 0.275 M, se añadió 100 μL de amiloglucosidasa (A9913–10mL), se dejó incubar por 30 minutos a 60 ± 1 °C. Por último, se adicionaron 280 mL de etanol 95% para dejar precipitar el contenido durante una hora a temperatura ambiente.

Para la filtración se utilizó un matraz Kitasato ajustado para acoplar correctamente los crisoles de gooch, el vacío se generó mediante el uso de bomba de vacío. Primeramente, se redistribuyó el célide en el crisol utilizando 15 mL de etanol 78%. Luego, el contenido del vaso de precipitado Berzelius fue vertido al crisol por partes mediante lavados constantes con etanol 78%, hasta quedar totalmente libre de residuos. Luego, el crisol se lavó con tres porciones de 20 mL etanol 78%, dos porciones de 10 mL de etanol 95% y dos porciones de 10 mL de acetona. Por último, los crisoles fueron secados por 6 horas a 105 °C en horno de convección (Fisher Scientific 750 F), se dejaron enfriar en desecador durante una hora y se pesó el residuo del crisol seco. Los resultados fueron calculados mediante la fórmula de fibra dietética, al restar el peso de proteína, cenizas y el blanco.

Segunda Fase: Desarrollo, Análisis Sensorial y Físicoquímicos de Galletas con Adición de Mucílago de café

Tratamientos de Sustitución de Miel

Se realizaron sustituciones parciales de 50 y 75% de la miel total en galletas, resultando en una incorporación de 10 y 15 g de mucílago de café respectivamente. Los tratamientos se compararon con un control de 0% de sustitución. Para la elaboración de galletas se pesaron los ingredientes correspondientes a cada tratamiento, se batieron los huevos con el azúcar, se mezclaron los ingredientes líquidos y se incorporaron al huevo con azúcar. A parte, se homogenizaron los ingredientes secos mediante una mezcladora y posteriormente se incorporaron lentamente con los

ingredientes líquidos, hasta dejar una masa homogénea. Se taparon las masas preparadas con papel film y se pusieron a congelar durante 10 minutos, se aplanaron hasta dejarlas con un grosor de 0.5 ± 0.1 cm, se cortó la masa con la forma elegida y se hornearon durante 12 minutos a 150°C .

Análisis Sensorial.

Para el análisis sensorial de las galletas se llevó a cabo un análisis afectivo con una prueba de aceptación y una prueba de preferencia multivariado, que fueron valoradas simultáneamente en una hoja de evaluación sensorial. Se contó con 105 panelistas en total, divididos en tres grupos de 35 personas, cada panelista evaluó los tres tratamientos de galletas y el control.

Para la prueba de aceptación se evaluaron seis atributos siendo: apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general. Se utilizó una escala hedónica de cinco puntos en orden descendente de aceptación: me gusta mucho, me gusta moderadamente, no me gusta ni me disgusta, me disgusta moderadamente y me disgusta mucho. Para la prueba de preferencia los panelistas ordenaron los tratamientos del mayor a menor según su nivel de preferencia.

Análisis de Color.

Se midió el color de la galleta a través de un Colorímetro (Hunter La*b, modelo 45/0, serie cx0687). El aparato fue previamente calibrado, luego se usaron 5 g de galleta molida sobre dos portaobjetos limpios y se cubrió. Se reportó utilizando la escala de L^*a^*b , donde "L" indica la claridad de negro a blanco, en un rango de 0 a 100. El valor "a" representa la tonalidad desde un valor negativo (verde) hasta uno positivo (rojo). Por último, el valor "b" indica la tonalidad desde valor negativo (azul) hasta un valor positivo (amarillo). Además, se calcularon los valores de Hue y Croma que fueron reportados en grados desde 0 hasta 360° y de 0 a 84.85 respectivamente.

Perfil de Textura.

El análisis de textura se realizó con Texturómetro (Brookfield, modelo CT3), utilizando el Implemento TA-RT-KIT y la sonda HDP/WBR. Para la preparación de la muestra se cortaron las galletas para obtener un rectángulo de 25 mm de longitud, 10 mm de ancho y 5 mm de profundidad,

posteriormente se lijaron las superficies para contar con una muestra uniforme. Se midió dureza (N), fracturabilidad (N), firmeza (N), adhesividad (mJ) y masticabilidad (mJ).

Capacidad Calorífica.

Se midió la capacidad calorífica de los tratamientos de galleta mediante un Calorímetro (Parr Instrument Company, modelo 6100) utilizando el método DIN 51900-2. Para la preparación del equipo, se pesaron en balanza (Ohaus, modelo Nmb-003) 2000 g de agua destilada en la cubeta del aparato, se introdujo 1 mL de agua destilada en la bomba de combustión. Posteriormente, se pesó 1 ± 0.005 g de muestra en la cápsula de combustible y se acomodó el hilo de ignición como alambre fusible, de manera que tocará la muestra en la parte central. Luego, se cerró de manera correcta la bomba de combustión y se incorporó O_2 a través de una tubería conectada al tanque de almacenamiento y controlada por el aparato para un llenado de un minuto. Por último, se introdujo la bomba dentro de la cubeta que previamente se colocó en el aparato, se programó el peso de la muestra y se inició la combustión. Los resultados fueron reportados en calorías por gramo de muestra (cal/g).

Resultados y Discusión

Los resultados se reportaron con respecto al orden de las fases dentro de la investigación, comenzando con los efectos observados por los tratamientos enzimáticos del mucílago de café. Posteriormente, se reportaron y discutieron los resultados obtenidos por los tratamientos de sustitución de miel en las galletas, finalizando con los resultados del análisis sensorial de las galletas.

Primera fase: Tratamiento Enzimático y Caracterización de Mucílago de Café

Tratamiento Enzimático

Valor de pH.

No se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos para el valor de pH. Los valores de pH oscilaron entre 3.60 y 3.62 (Cuadro 1). El cambio de pH del mucílago original recibido en la PHF de 4.75 a 3.6 de pH, fue resultado de la incorporación de ácido cítrico en el tratamiento enzimático y posiblemente de la acción de la enzima pectinolítica. En estudios donde se utilizan enzimas pectinolíticas es necesario evaluar el efecto en el pH del alimento, a pesar de ajustarlo con ácido cítrico, debido que, las pectinasas pueden degradar las pectinas, las cuales en su estructura principal se encuentra el ácido galacturónico que puede modificar el pH (Paredes et al. 2015). De acuerdo con Peñuela Martínez et al. (2021), al utilizar una enzima pectinasa liasa en diferentes concentraciones para degradar las pectinas del mucílago de café, encontraron diferencias estadísticas con respecto al tiempo de tratamiento enzimático, sin embargo, a pesar que se redujo el pH del mucílago por acción de la enzima, esta reducción no fue resultado de la concentración de la pectinasa. Además, en el estudio realizado por Peñuela Martínez et al. (2010), se observó que las enzimas pectinolíticas a diferentes concentraciones no generaron una variación en el pH del mucílago de café, sin embargo, si se puede generar una variación en este por la acción de fermentación natural. Esto concuerda con lo obtenido en el presente estudio, donde se evaluó un mismo tiempo de tratamiento enzimático, por lo que no se encontraron diferencias estadísticas entre los tratamientos para los valores finales de pH.

Cuadro 1

Resultados obtenidos para los análisis de pH, °Brix, viscosidad y polifenoles totales realizados a los tres tratamientos de mucílago de café.

Tratamiento	pH Media ¹ ± D.E. ²	Sólidos solubles totales (°Brix) Media ± D.E.	Viscosidad (mPa.s) Media ± D.E.	Polifenoles Totales (mg EAG ³ /100 g) Media ± D.E.
Control ⁴	3.60 ± 0.04 ^A	14.97 ± 0.34 ^A	925.4 ± 20.6 ^A	635.3 ± 29.3 ^C
T1 ⁵	3.63 ± 0.10 ^A	15.07 ± 0.42 ^A	749.1 ± 65.1 ^B	731.5 ± 43.0 ^B
T2 ⁶	3.61 ± 0.12 ^A	15.27 ± 0.27 ^A	729.2 ± 51.4 ^B	773.5 ± 22.8 ^A
C.V. ⁷	1.30 %	1.79 %	5.26 %	1.46 %

Nota. ¹ Medias con letras diferentes en cada columna presentan diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). D.E. ² Desviación Estándar. ³

EAG: Equivalentes de Ácido Gálico. ⁴Sin tratamiento enzimático. ⁵0.2 mL de enzima en mucílago de café. ⁶0.4 mL de enzima en mucílago de café. ⁷Coefficiente de Variación.

Sólidos Solubles Totales.

No se encontraron diferencias significativas entre los tratamientos para el valor de sólidos solubles. Estos oscilaron entre los 14.97 a 15.27 °Brix (Cuadro 1). El cambio de sólidos solubles totales del mucílago posterior a la concentración en la PHF de 14.5 a 15 °Brix fue resultado exclusivo de la temperatura del tratamiento enzimático. Esto concuerda con lo obtenido por Jilapa Chani y Tuny Zuniga (2019), quienes no encontraron una diferencia estadística con respecto a los °Brix de mucílagos de café tratados a diferentes concentraciones de una enzima pectinasa liasa similar a la Pectinex® Ultra SP-L. Pudo ser resultado de las temperaturas no tan elevadas que se manejaron en el tratamiento enzimático, ya que se mantuvieron a 35 °C para el correcto funcionamiento de la enzima.

De acuerdo con Carvajal Aldaz (2007), con una aplicación de tratamiento enzimático a 40 °C y con 90 minutos de exposición en un puré con cualidades similares a mucílago, no se logró observar diferencia estadística en los sólidos solubles totales. Por el contrario, Flores Vaca (2012), reportó un aumento de sólidos solubles totales en jugo de tamarindo, relacionado con el tiempo de exposición al tratamiento enzimático, teniendo tiempos mayores a 2 horas de tratamiento enzimático. Por lo tanto, los resultados del presente estudio pueden deberse al tiempo reducido que duró el tratamiento con pectinasa. Según Guerra Gonzalez y Rueda Silva (2021), las pectinas presentan solubilidad en agua,

esto puede explicar que sean identificadas como sólidos soluble, por lo que sin importar su grado de degradación estas siempre serán reportadas por el análisis de sólidos solubles totales por refractometría.

Viscosidad.

Se obtuvo una reducción de 67.11% de viscosidad en el mucílago control al aumentar de 10 RPM a 30 RPM. Mientras que, para los mucílagos con tratamientos enzimáticos de 0.2 y 0.4 mL se observó una reducción de viscosidad del 53.93 y 48.47% respectivamente. Esto es resultado de que el mucílago de café es un fluido no newtoniano de comportamiento pseudoplástico, que presenta una reducción en la viscosidad aparente conforme aumenta la velocidad de deformación (Reategui Isla 2015).

Se encontró una diferencia significativa de viscosidad entre los tratamientos de 0.2 y 0.4 mL con respecto al tratamiento de mucílago control. Los tratamientos enzimáticos de 0.2 y 0.4 mL redujeron la viscosidad del mucílago en 19.05 y 21.20% respectivamente. Estos porcentajes fueron menores con lo reportado por Peñuela Martínez et al. (2021), quienes muestran una reducción de viscosidad entre 29.6 y 38.8%, al utilizar concentraciones de 100 a 400 mg/kg de una pectinasa comercial endopolimetilgalacturonato liasa. La diferencia de reducción de viscosidad puede deberse a la enzima utilizada en los estudios. La disminución de viscosidad es resultado de la ruptura del contenido celular y la degradación de pectinas por acción de la enzima pectolíticas (Pérez Loredo et al. 2017).

De acuerdo con Tobar Fredes et al. (2016), los alimentos con viscosidad entre 351-1750 mPa.s se consideran líquidos con viscosidad de miel. Por lo tanto, es posible considerar al mucílago de café posterior a una concentración como fluido con viscosidad de miel. Sin embargo, siempre presenta una viscosidad más baja que la miel, ya que esta puede variar su viscosidad de acuerdo con la zona de origen, pudiendo encontrarse con una viscosidad entre 1676 y 5065 mPa.s (Alatríste Pérez et al. 2017).

Polifenoles Totales.

Se encontró diferencias estadísticas entre los tres tratamientos para el valor de polifenoles totales. Los tratamientos enzimáticos de 0.2 y 0.4 mL aumentaron la cantidad de polifenoles totales en los mucílagos en un 15.14 y 21.75% respectivamente. Esto es respaldado por Jilapa Chani y Tuny Zuniga (2019), quienes al utilizar la enzima pectolítica Rohapect PTE 100 a 150 ppm en un periodo de 1 hora se aumentó en un 15.50% la cantidad de polifenoles totales expresados en miligramos de ácido tánico por kilogramo de mucílago. Según Flores (2017), al utilizar 2 mL/100 g de Pectinex Ultra Clear proveniente de *Aspergillus aculeatus* se reportó un aumento de 13.70% en la cantidad de polifenoles totales en el extracto de *Sambucus nigra*. Estos resultados se debieron a que las pectinas tienen la propiedad de actuar como barreras para la liberación de compuestos ligados a las estructuras celulares (Bernal Jasso 2018). Por lo tanto, al destruir parcialmente la estructura de las pectinas, es posible liberar polifenoles que estaban ligados a ellas.

Preeliminaries

Al realizar los análisis preliminares se pudo determinar que el mucílago sin tratamiento enzimático presentó el mejor comportamiento en la formulación de galletas. Esto debido que, las galletas con incorporación de mucílago tratado enzimáticamente tuvieron una alta expansión de la masa al momento del horneado, con lo que se obtenía una textura diferente a la requerida para galletas. Este resultado es explicado por Rodríguez Vallejo (2019), quien indica que mientras mayor agua libre exista en el mucílago es mayor la expansión de las galletas.

Caracterización del Mucílago de Café

Humedad.

El mucílago seleccionado (sin tratamiento enzimático) presentó una humedad de $84.93 \pm 1.14\%$ (Cuadro 2). Por lo tanto, se pudo inferir que el mucílago recibido originalmente en la PHF contaba con una humedad superior, debido que existió una pérdida de 29.45 kg de agua en los procesos de pasteurización y concentración. La humedad del mucílago de café puede variar de

acuerdo con la madurez de la cereza, pudiendo ir desde pintón con 60.5% de humedad hasta un 90% en madurez (Gutiérrez Cruz et al. 2017). Valencia Castillo y Velez Duran (2020) reportaron porcentajes de humedad mayores y con una alta variación, relacionado con el lugar de procedencia, estos valores resultaron desde 93.5 hasta 97.37% de humedad. Arias Amaya (2020), obtuvo un resultado de 88.99% de humedad en el mucílago de café. Mientras que, Mendivelso Castillo (2018), reportó un contenido de humedad de 96.3%.

La humedad es uno de los componentes que influyen sobre el manejo y almacenamiento de los alimentos, además puede inferir en las características de alimentos secos (Guerras Baños et al. 2020). El agua es el solvente universal, por lo que diluye todos los componentes que puede tener un alimento, un porcentaje alto de humedad tendrá influencia sobre el contenido de los nutrientes. Al perder humedad en el mucílago, se pueden concentrar más los componentes como proteínas, fibras, cenizas y carbohidratos que están presentes en él (De la Torre Molina 2021).

Cuadro 2

Resultados de análisis de humedad, cenizas, proteína y fibra dietética del mucílago de café.

Tratamiento	Humedad (% en base húmeda) Media \pm D.E. ¹	Cenizas (% en base húmeda) Media \pm D.E.	Proteína (% en base húmeda) Media \pm D.E.	Fibra dietética insoluble (% en base seca) Media \pm D.E.
Control ²	84.93 \pm 1.14	0.50 \pm 0.01	1.00 \pm 0.02	2.03 \pm 0.06
C.V. ³	1.34%	2.27%	1.77%	2.98%

Nota. ¹ Desviación Estándar. ² Mucílago de café sin tratamiento enzimático ³ Coeficiente de Variación

Cenizas.

El porcentaje de cenizas fue de 0.50 \pm 0.01% en base húmeda (Cuadro 2). Ese resultado fue similar a lo reportado por Arias Amaya (2020), quien encontró 0.57% de cenizas en base húmeda. No obstante, varió un poco con respecto a lo descrito por Carrasco Rodríguez y Guerrero Cardenas (2022), con 0.47% de cenizas en base húmeda. Puerta Quinteros y Ríos Arias (2011) reportaron un contenido de cenizas entre 2.95 a 4.62% en base seca, que contenía 1.6% de potasio, 0.21% de calcio, 0.10% de

fósforo en base seca y en menor cantidad magnesio, hierro, zinc, manganeso y cobre. Las variaciones de cenizas reportados por los diferentes autores y el rango amplio descrito por Puerta Quinteros y Ríos Arias (2011), puede ser resultado del porcentaje de humedad de la muestra evaluada, ya que, al tener mayor humedad toda la materia seca se diluye y representa menor cantidad en porcentaje para el total de alimento. De acuerdo con la INCAP y OPS (2007), dentro de la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica, reportan que frutos parecidos a la baya del cafeto normalmente rondan en un contenido de cenizas alrededor de 0.5%.

Proteína.

Además, se encontró un contenido de proteína de $1.00 \pm 0.02\%$ en base húmeda. Este valor fue similar a lo reportado por Ramírez Vélez y Jaramillo López (2013), que describieron un contenido de proteína de 0.95% en base húmeda. Sin embargo, este dato cambió significativamente a lo obtenido por Oliveira et al. (2021), quienes reportaron un contenido de proteína de 2.72% en base húmeda, con una humedad de 84%. El cambio en el contenido de proteína puede ser resultado del estado de madurez del fruto del cual fue obtenido el mucílago de café (Puerta Quinteros y Ríos Arias 2011). De acuerdo con MINECO et al. (2010) dentro del RTCA 67.01.60:10, para que un alimento se considere fuente de proteína debe contener 10% del VRN por 100 gramos de alimento, por lo tanto, el mucílago no es fuente de proteína. Además, la proteína que se puede obtener del mucílago por ser de origen vegetal se considera de bajo valor biológico y poca biodisponibilidad, ya que esta proteína se encuentra almacenada en gránulos. Además, componentes antinutricionales como polifenoles y fibra del mucílago puede afectar la disponibilidad de digestión de la proteína (Quesada y Gómez 2019).

Fibra Dietética Insoluble.

En cuanto a fibra dietética insoluble, se obtuvo $2.03 \pm 0.06\%$ en base seca (Cuadro 2). Este valor no fue similar a lo reportado por Puerta Quinteros y Ríos Arias (2011), quienes obtuvieron 3.67% de fibra cruda en base seca, con un contenido de materia seca de 14.9%. Sin embargo, esta diferencia puede ser resultado del tipo de metodología que se llevó a cabo para el análisis. Además, la diferencia

en la cantidad de fibra dietética depende del estado de madurez del fruto de donde se extrajo el mucílago, ya que, las pectinas en frutos con menor estado de madurez se presentan con mayor insolubilidad en agua (Muñoz Ordoñez 2011). El bajo contenido de fibra dietética encontrado en el mucílago de este estudio, pudo ser resultado del estado alto de madures fisiológica en el que se encontraba la cereza de café.

De acuerdo con MINECO et al. (2010) en el RTCA 67.01.60:10, para que un alimento sea fuente de fibra debe contener al menos 3 g de fibra por 100 g de alimento, por lo que, el mucílago es bajo en fibra. Sin embargo, la fibra dietética insoluble obtenida por el método AOAC 985.29 no representa el total de fibra dietética alimentaria, ya que solo indica la parte insoluble de alto peso molecular (Escaño 2021). Del total de carbohidratos del mucílago de café, el 33% conforman sustancias pécticas (Mendoza Yalibat 2016), estas sustancias presentan alta solubilidad en agua (Guerra Gonzalez y Rueda Silva 2021). De acuerdo con García Palma (2009), las sustancias pécticas del mucílago de café son insolubles en alcohol y cuenta con 6.03% de grupos metoxilos, por lo que se considera pectinas de bajo grado de esterificación y alta pureza por contener 95.36% de ácido galacturónico.

Segunda Fase: Desarrollo, Análisis Sensorial y Fisicoquímicos de Galletas

Se realizaron pruebas preliminares de las galletas en la Planta de Innovación de Alimentos para obtener la formulación adecuada de las mismas. Al obtener la formulación final (Anexo A), se procedió a la elaboración de los tres tratamientos de galletas incorporando el mucílago sin tratamiento enzimático seleccionado en la primer fase. Posteriormente se realizaron los análisis sensoriales y análisis fisicoquímicos el mismo día de su elaboración. Por cada repetición se seleccionaron al azar cuatro muestras de cada tratamiento, las mismas fueron almacenadas en papel aluminio y en bolsas Polietileno de Baja Densidad (LDPE por sus siglas en inglés) para conservar sus características fisicoquímicas y obtener resultados más certeros de los análisis de textura, calorimetría y colorimetría.

Análisis Sensorial de Aceptación

Apariencia.

Los resultados de la evaluación sensorial para cada uno de los atributos son presentados en el Cuadro 3 Luego de ser valorados por 105 panelista mediante las hojas de evaluación (Anexo B). En un análisis sensorial, la apariencia ayuda a definir cuál es la calidad de un nuevo alimento, en este atributo se combinan todas las características visibles, incluyendo forma del alimento, que el panelista puede percibir. La apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento, se puede afirmar que constituye un elemento fundamental para la selección de un alimento (Picallo 2009).

Se observó que para el atributo de apariencia si existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, siendo el tratamiento control (sin mucílago agregado) el que obtuvo una mejor aceptación de apariencia por parte de los panelistas. Mientras que, el tratamiento con 75% de sustitución de mucílago fue el menos aceptado en cuanto a este atributo. De acuerdo con Rodríguez Vallejo (2019), el contenido de mucílago que se incorpore a la formulación afecta la superficie de las galletas y su altura al momento de ser horneadas. Esto puede generar cambios en la apariencia esperada como normal por parte de los panelistas. El mucílago presenta alta cantidad de pectinas, estas tienen la capacidad de generar una matriz gelatinosa en el alimento (Guerra Gonzalez y Rueda Silva 2021). Esto pudo generar un cambio en la superficie y la estructura interna de la galleta, modificando la apariencia de esta.

Cuadro 3

Resultados del análisis sensorial para los atributos de apariencia, color, olor, textura, sabor y aceptación general realizado a las galletas.

Trt	Apariencia Media ¹ ± D.E. ²	Color Media ± D.E.	Olor Media ± D.E.	Textura Media ± D.E.	Sabor Media ± D.E.	Aceptación General Media ± D.E.
Ctrl ³	4.41 ⁷ ± 0.72 ^A	4.52 ± 0.69 ^A	4.23 ± 0.91 ^A	3.44 ± 1.12 ^B	4.09 ± 0.89 ^{AB}	4.12 ± 0.80 ^A
T50 ⁴	3.93 ± 0.81 ^B	3.80 ± 0.93 ^B	4.17 ± 0.89 ^A	3.95 ± 0.93 ^A	4.17 ± 0.77 ^A	4.13 ± 0.74 ^A
T75 ⁵	3.38 ± 0.98 ^C	3.19 ± 1.01 ^C	4.12 ± 1.00 ^A	3.77 ± 1.00 ^A	3.84 ± 1.04 ^B	3.72 ± 0.88 ^B
C.V. ⁶	21.11%	20.62%	19.44%	24.47%	19.48%	19.01%

Nota. ¹ Medias con letras diferentes en cada columna presentan diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). ² Desviación Estándar. ³ 0% de sustitución de mucílago de café. ⁴ 50% de sustitución de mucílago de café. ⁵ 75% de sustitución de mucílago de café. ⁶ Coeficiente de Variación. Escala hedónica de 5 puntos donde 1: me gusta mucho, 2: me gusta moderadamente, 3: no me gusta ni me disgusta, 4: me disgusta moderadamente y 5: me disgusta mucho.

Color.

En cuanto al color, se pudo observar que existieron diferencias estadísticas entre los dos tratamientos y el control (Cuadro 3). El tratamiento control resultó ser el de mayor aceptación, seguido del tratamiento de 50% de sustitución de mucílago de café. La menor aceptación de los panelistas con respecto al color corresponde a la galleta de 75% de sustitución. De acuerdo con Rodríguez Vallejo (2019), al incorporar mucílago en una formulación de galletas es posible apreciar una disminución en la aceptación de color de las galletas.

Estas diferencias estadísticas pudieron ser resultado del cambio de tonalidad por el decrecimiento del valor "b", por lo tanto, las galletas con esta sustitución tuvieron cambios en los tonos amarillos. Además, al representar en un plano L^*C^*h es posible apreciar que a pesar de que no hubo diferencias en luminosidad, se generó una pérdida de pureza en el color de las galletas con respecto al tratamiento control, debido a la diferencia del valor croma. También, es posible relacionar la reducción de la aceptación de color con la apariencia de las galletas, debido que existió una correlación positiva media de 0.71 entre estos dos atributos, por lo que a medida disminuye la aceptación de apariencia también disminuye la aceptación de color de las galletas. Según Luna Zumbado (2019) el color es el resultado de la radiación visible produciendo un estímulo en la retina, la cual es transmitida al cerebro, a través del nervio óptico. El color tiene un rol importante ya que está asociado a las creencias y cultura de los compradores, de esta manera influye en el comportamiento de elección del consumidor (Rathee y Rajain 2019).

Olor.

Para el atributo de olor los resultados obtenidos indicaron que entre los tratamientos no existieron diferencias estadísticas (Cuadro 3), es decir que la sustitución de mucílago de café en la

formulación de galletas no tuvo efecto en cuanto a la aceptación del olor de estas. Esto coincide con lo reportado por Rodríguez Vallejo (2019), quien no encontró diferencia estadística para olor entre galletas con diferentes porcentajes de mucílago. Sin embargo, según Guerrero Ramírez (2018), si se pueden encontrar diferencias estadísticas en el atributo de olor cuando dentro de la formulación se alcanza un 20% de contenido de mucílago. Los resultados obtenidos en el presente estudio pueden deberse a la poca cantidad que representa el mucílago de café, llegando hasta un 15% dentro de la formulación. El mucílago de café al no encontrarse en proceso de fermentación no obtuvo una liberación de aromas volátiles demasiado fuertes, por lo que en sustituciones pequeñas no es percibido. De acuerdo con López Medina et al. (2017), el olor es la percepción por medio de la nariz de sustancias volátiles liberadas en los alimentos.

Textura.

La textura es la propiedad apreciada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (López Medina et al. 2017). Para este atributo sí existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos y el control. Sin embargo, entre las sustituciones de 50 y 75% de mucílago de café no existieron diferencias estadísticas. De acuerdo con los comentarios de los panelistas en las evaluaciones sensoriales, la galleta control (sin mucílago) presentó una textura demasiado dura y compacta, mientras que las demás galletas presentaron una textura más aceptable, esto pudo ser resultado del alto contenido de humedad que presenta el mucilago de café, según Vivas y Sangronis (2021) un contenido elevado de humedad en galletas provoca una disminución en la dureza de estas. Sin embargo, en algunos comentarios se encontró que se percibía una gomosidad en la textura de las galletas con incorporación de mucílago, esto pudo ser resultado de la cantidad de fibras solubles incorporadas por el mucílago de café.

Sabor.

Se determinó para el atributo de sabor que el tratamiento control no tuvo diferencias estadísticas con los tratamientos de sustitución de mucílago de café. Además, se observaron

diferencias estadísticas entre los tratamientos de 50 y 75% de sustitución. De acuerdo con los comentarios recibidos por los panelistas, el sabor de la galleta con 50% de sustitución fue mejor ya que no era demasiado dulce como el control ni muy insípido como el tratamiento de 75% de sustitución. Esta disminución en la dulzura de las galletas con mucilago de café pudo haber sido resultado de la cantidad de °Brix que contiene la miel. Benítez et al. (2005) reportan que la miel tiene un estimado de 80 °Brix, lo cual es mayor a la que contiene el mucilago de café, López Medina et al. (2017), indican que el sabor es una propiedad química, ya que involucra la detección de estímulos disueltos en agua, aceite o saliva por las papilas gustativas, localizadas en la superficie de la lengua, así como en la mucosa del paladar y el área de la garganta.

Aceptación General.

En lo que respecta al atributo de aceptación general, si existieron diferencias estadísticas entre los tratamientos, sin embargo, no hubo una diferencia estadística entre el control y el tratamiento de 50% de sustitución. El tratamiento de 50% y el control obtuvieron una mayor aceptación, a comparación de la aceptación del tratamiento con 75% de sustitución. Se sabe que las galletas son actualmente un producto de alto valor comercial y con una aceptación popular que se consumen en la mayoría de los hogares, por lo general poseen una textura y sabor agradable (Carrillo Pisco 2020). De acuerdo con los comentarios brindados por los panelistas, las galletas en general tuvieron una buena aceptación general, esto puede ser resultado de la naturaleza del producto, lo que lo vuelve conveniente para realizar usos de materias primas poco convencionales como el mucílago de café. Es importante señalar la alta aceptación en la mayoría de los atributos que obtuvo la galleta con 50% de sustitución, esto permite evidenciar el potencial que tiene el mucílago de café como materia prima dentro de la industria alimentaria.

Análisis de Correlación

Al utilizar los coeficientes de correlación de Pearson se pudo determinar cuáles fueron los atributos que más influenciaron la aceptación general de los tratamientos (Anexo C). En el Cuadro 4

se muestra que el atributo que obtuvo una relación positiva más alta con la aceptación general ($r \geq 0.6$) fue el sabor con 0.67365. Con lo anterior se pudo determinar que este atributo influyó más en la decisión del panelista con relación a la aceptación general, por lo que, al realizar mejoras en el sabor la aceptación del consumidor aumentaría.

Cuadro 4

Análisis de correlación de los atributos de análisis sensorial de las galletas con sustitución de mucílago y el control.

	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor
Coefficiente de Correlación	0.44019	0.50202	0.49064	0.53679	0.67365
Probabilidad	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001	<.0001

Análisis de Preferencia

De acuerdo con los resultados obtenidos en la prueba Basker mostrados en el cuadro 5, el tratamiento control y 50% fueron los que obtuvieron el mejor nivel de preferencia. Esto debido que, presentaron el valor más bajo en la sumatoria de los resultados de la prueba aplicada, al obtener más cantidad de valores 1 (Anexo D). Al comparar los resultados con la tabla de Basker (Anexo E) y encontrar el valor crítico de 33.95, no se encontraron diferencias entre el tratamiento control y el de 50%. Sin embargo, la preferencia del tratamiento control y 50% es diferente de la preferencia de la sustitución del 75%. Ya que, la diferencia de los puntajes del control y 50% con el puntaje del tratamiento de 75% es mayor que el valor crítico por 28.05 y 27.05 puntos respectivamente. El análisis de preferencia indica que existe una oportunidad para el aprovechamiento del mucílago de café como ingrediente, debido que, a pesar de que modifica algunas características de los productos por su composición fisicoquímica, este es altamente preferido.

Cuadro 5

Resultados análisis sensorial: prueba de preferencia de Basker para galletas con sustitución de miel por mucílago de café.

Tratamiento	Sumatoria	Control	50%	75%
Control ¹	189	0	-1	-62
50% ²	190	1	0	-61
75% ³	251	62	61	0

Nota. ¹ 0% de sustitución de mucílago de café. ² 50% de sustitución de mucílago de café. ³ 75% de sustitución de mucílago de café.

Pruebas Fisicoquímicas

Análisis de color.

Según Wrolstad y Smith (2010), el color es una sensación experimentada por un individuo cuando la energía radiante entre el espectro visible (380-770 nm) hace contacto con la retina del ojo. En el Cuadro 6 se muestran los resultados obtenidos del análisis de color que se le realizó a las galletas, en el cual se determinó que el tratamiento control fue estadísticamente diferente a los tratamientos de 50 y 75% de sustitución en cuanto al valor “b” ($P > 0.05$), este resultado se puede atribuir a que la miel tiende a tonalidades de amarillo más claras, mientras que el color del mucilago cuenta con tonalidades más oscuras, por lo que, al realizar la mezcla de estas dos materias primas se observa un cambio en la pureza del color amarillo en las galletas. Por otro lado, para los valores de “L” y “a” no se encontraron diferencias estadísticas entre los tres tratamientos, lo que nos indica que no hubo un cambio en la tonalidad rojo y no hubo cambio en la luminosidad de las galletas respectivamente.

En el espacio CIEL L*C*h se utilizan los mismos valores de la escala CIE L*a*b, pero en coordenadas polares, en donde, L* indica luminosidad, C* indica el croma o la tonalidad, por último h* es el ángulo de Hue (matiz), es decir el color o saturación (Riasco Palacios 2018). Para los tratamientos de galletas se encontró un matiz entre 74 a 77° que indica un color dentro del rango de amarillos para las coordenadas polares (Anexo F). Existió una diferencia estadística para el valor de matiz entre el control y el tratamiento 50% con respecto al tratamiento 75%, teniendo una tendencia de este último a un cambio en su tonalidad, inclinándose por tonos más amarillos verdosos. Mientras

que, para el valor de Croma se encontraron diferencias significativas entre los tres tratamientos, lo que indica un cambio en la tonalidad del color amarillo de las galletas, perdiendo la pureza del amarillo en relación con la cantidad de miel que se sustituya por mucílago de café (Anexo G, H e I).

En un estudio realizado por Rodríguez Vallejo (2019), menciona que la adición de mucílago en las galletas en mayores concentraciones presentó diferencias significativas de color con respecto a las que contenían menor concentración de mucilago. Cuando las temperaturas de horneado en la parte externa de las galletas superan los 150 °C, se producen reacciones de Maillard y caramelización de los azúcares. Dichos procesos son los responsables del cambio de color de las galletas (Román et al. 2017). Sin embargo, las materias primas de miel y mucílago de café no se caracterizan por coloraciones rojas y verdes, por lo tanto en el proceso de horneado solo se vieron afectados los tonos amarillos de las galletas.

Cuadro 6

*Resultados de análisis de color en escala "L", "a" y "b" y en espacio CIE L*C*h para las galletas con sustitución de miel por mucílago de café.*

Tratamiento	Valor "L" Media ¹ ± D.E. ²	Valor "a" Media ± D.E.	Valor "b" Media ± D.E.	Valor "Hue" (°) Media ± D.E.	Valor "Croma" Media ± D.E.
Control ³	64.79 ± 0.79 ^A	6.78 ± 1.24 ^A	29.87 ± 1.31 ^A	73.67 ± 1.15 ^B	31.08 ± 1.20 ^A
T50 ⁴	63.23 ± 0.36 ^A	5.23 ± 1.36 ^A	26.12 ± 1.57 ^B	75.33 ± 1.15 ^B	27.37 ± 1.13 ^B
T75 ⁵	63.89 ± 1.53 ^A	5.89 ± 2.49 ^A	24.99 ± 1.49 ^B	77.33 ± 0.58 ^A	25.97 ± 1.10 ^C
C.V. ⁶	1.38%	1.34%	0.60%	1.17%	0.98%

Nota. ¹ Medias con letras diferentes en cada columna presentan diferencia estadística significativa (P < 0.05). ² Desviación Estándar. ³ 0% de sustitución de mucílago de café. ⁴ 50% de sustitución de mucilago de café. ⁵ 75% de sustitución de mucílago de café. ⁶ Coeficiente de Variación.

Perfil de Textura.

Las propiedades texturales de un alimento son el conjunto de características físicas que surgen del elemento estructural del alimento, están relacionadas con la deformación, la desintegración y el flujo del alimento bajo una fuerza y se miden objetivamente mediante las funciones de masa, tiempo y distancia (Srilakshmi 2020). Según Soler Martínez et al. (2017), los atributos más importantes que se

deben considerar para un perfil de textura en galletas son la dureza y fracturabilidad. En el Cuadro 7 se muestran los resultados del perfil de textura aplicado a las galletas, en donde se observa que en lo que respecta a dureza existieron diferencias significativas entre los tratamientos con sustitución de mucílago con respecto al control, mientras que, no se encontraron diferencias estadísticas en fracturabilidad entre los tratamientos. La dureza puede variar dependiendo del grosor de las galletas y el contenido de humedad, siendo menos duras las que presentan mayor humedad, lo cual generó ablandamiento y suavidad (Torres González et al. 2015).

De acuerdo con estudios realizados por Kiliñç y Kürşat Demir (2017), la miel da lugar a una masa más compacta, por lo tanto, genera galletas con características más duras. Según Guerrero Ramírez (2018), la textura de los alimentos puede verse afectada por la composición de los carbohidratos estructurales como las pectinas, obteniendo galletas más suaves al contener 20% de mucílago de linaza. Por otra parte, los resultados de fracturabilidad pueden deberse tentativamente a que no hubo una diferencia suficientemente alta entre la humedad de los tratamiento para poder observar diferencia en la corteza de la galleta. De acuerdo con Rodríguez Vallejo (2019), a medida que aumenta el agua en la formulación las galletas son más frágiles, esto se puede observar en los resultados, aunque estadísticamente no se observaron diferencias entre tratamientos.

Cuadro 7

Resultados de análisis de textura para las galletas con sustitución de miel por mucílago de café.

Tratamiento	Dureza (N) Media ¹ ± D.E. ²	Fracturabilidad (N) ^{NS} Media ± D.E.
Galleta con 0% de sustitución	39.97 ± 0.46 ^A	4.90 ± 0.48
Galleta con 50% de sustitución	34.53 ± 1.98 ^B	5.74 ± 0.52
Galleta con 75% de sustitución	31.71 ± 0.57 ^B	5.80 ± 0.33
C.V. ³	3.92%	7.56%

Nota. ¹ Medias con letras diferentes en cada columna presentan diferencia estadística significativa (P < 0.05). ² Desviación Estándar. ³

Coeficiente de Variación. ^{NS} No Significativo.

Poder Calorífico.

Se observó una reducción del poder calorífico de las galletas en el Cuadro 8, resultado de la sustitución de miel por mucílago de café. Se presentó diferencia estadística entre los tres tratamientos evaluados, con una relación inversamente proporcional entre la cantidad de mucílago de café y el poder calorífico de las galletas. Esta reducción de calorías es resultado de la diferencia entre la composición del mucílago y la miel, principalmente del porcentaje de humedad. De acuerdo con Arias Saltos (2018), se reportó miel con 18.63% de humedad proveniente del departamento de El Paraíso, Honduras. El mucílago de café tiene un aporte calórico de 420 calorías por gramo al contar con una humedad de 88.99% (Arias Amaya 2020). Mientras que, Ramírez Vélez y Jaramillo López (2013), reportaron un contenido calórico de 500 calorías por gramo de mucílago de café. En lo que respecta la miel, Gutiérrez Luna (2012), realizó un estudio del aporte nutricional de la miel de Zamorano, en la cual reportó que aporta 3,250 calorías por gramo de miel. Además, en un estudio realizado sobre el aporte calórico de la miel se reportaron 3,142.86 cal/g de miel (Maganha e Melo y Peraçoli 2007).

Al sustituir 75% de la miel en la formulación de galletas por mucílago de café, se logró reducir un 3.60% de las calorías de las galletas. Mientras que, al sustituir el 50% de la miel por mucílago de café se logró reducir el 1.78% de las calorías de las galletas, con una aceptación y preferencia similar a las galletas de tratamiento control (sin sustitución de miel). Esto fue un resultado prometedor para la utilización del mucílago de café como materia prima dentro de la industria alimentaria, más específicamente dentro de la industria de panadería.

Cuadro 8

Resultados de análisis de calorimetría realizados a las galletas.

Tratamiento	Poder Calorífico (cal/g) Media ¹ ± D.E. ²
Galleta con 0% de sustitución	4559 ± 51.29 ^A
Galleta con 50% de sustitución	4478 ± 33.11 ^B
Galleta con 75% de sustitución	4395 ± 28.71 ^C
C.V. ³	0.63%

Nota. ¹Medias con letras diferentes presentan diferencia estadística significativa ($P < 0.05$). ²Desviación Estándar. ³Coficiente de

Variación.

Conclusiones

La aplicación de tratamiento enzimático en mucílago permite modificar la viscosidad y contenido de polifenoles totales en el mismo, facilitando la elaboración de diferentes productos.

El mucílago de café posee alta humedad, un contenido bajo en cenizas, proteína y fibra dietética insoluble, pero, con potencial contenido alto de fibras solubles.

El mucílago de café mejora las características de textura y disminuye las calorías aportadas por galletas sin afectar perceptiblemente las cualidades de color.

La galleta con 50% de sustitución presentó aceptación y preferencia similar a una galleta control, por lo que se considera una alternativa potencial para la sustitución de edulcorantes como la miel en galletas.

Recomendaciones

Realizar un análisis proximal completo al mucílago de café y declarar los nutrientes presentes en este.

Llevar a cabo un análisis de perfil de azúcares y elaborar un análisis de fibra dietética total, insoluble y soluble en el mucílago de café y agregar un análisis de capacidad antioxidante.

Evaluar las características nutricionales y fisicoquímicas de otros alimentos con la incorporación de mucílago de café. Procurando trabajar con un alimento que presente alto contenido de este coproducto.

Referencias

- Adriazén Padilla GY. 2018. Determinación de la capacidad antioxidante y polifenoles totales de la cáscara y mucílago de la especie *coffea arabica* y sus posibles usos, San ignacio, Cajamarca – 2018 [Tesis]. Perú: Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión. 102 p; [consultado el 25 de may. de 2022]. <http://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/UNJFSC/2763/ADRIANZEN%20PADILLA%20GREYCE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Alatríste Pérez I, Rivera Arredondo VM, Rodríguez Alcala O, Zarate Castillo G. 2017. Evaluación de características fisicoquímicas y reológicas de miel comercializada en municipios de la zona centro del Estado de Veracruz. *Revista de Simulación y Laboratorio*; [consultado el 25 de may. de 2022]. 4(12):6–11. https://www.ecorfan.org/bolivia/researchjournals/Simulacion_y_Laboratorio/vol4num12/Revista_de_Simulacion_y_Laboratorio_V4_N12_2.pdf.
- Arias Amaya N. 2020. Determinación de las características fisicoquímicas y microbianas del mucílago de café para la bioproducción de alcohol y la simulación de su obtención con el software Aspen Hysis y Aspen Plus [Tesis]. Bucaramanga: Universidad Autónoma de Bucaramanga. 138 p; [consultado el 26 de may. de 2022]. https://repository.unab.edu.co/bitstream/handle/20.500.12749/12122/2020_Tesis_Nicolas_Arias.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Arias Saltos CP. 2018. Efecto de la congelación en las características fisicoquímicas y sensoriales de la miel de abeja (*Apis mellifera*) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 28 p; [consultado el 26 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/6214/1/AGI-2018-T002.pdf>.
- Ávila RM. 2018. Comparación de la acción enzimática de tres preparados comerciales en el tratamiento de la pulpa de guanábana. *Revista ASA*; [consultado el 20 de abr. de 2022]. (6):52–66. https://www.researchgate.net/publication/327142532_Comparacion_de_la_accion_enzimatica_de_tres_preparados_comerciales_en_el_tratamiento_de_la_pulpa_de_guanabana.
- Balseca Sampedro OF, López Ortiz SA, Analuisa Lopez DS, Hernandez Gavilanes EV. 2018. Elaboración, caracterización y posibles aplicaciones de briquetas de residuos de café (borra) como biocombustible sólido. *Polo del Conocimiento*; [consultado el 26 de may. de 2022]. 3(7). <https://polodelconocimiento.com/ojs/index.php/es/article/view/565/html>. doi:10.23857/pc.v3i7.565.
- Benítez R, Tandioy A, Astaiza P. 2005. Comparación del contenido de azúcares entre la miel natural y la miel express leche de soya (*Glycine max*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*; [consultado el 20 de abr. de 2022]. 3(1):75–78. <https://revistas.unicauca.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/582>.
- Bernal Jasso JG. 2018. Efecto de enzimas comerciales sobre la liberación de compuestos fitoquímicos de subproductos agroindustriales y evaluacion de sus propiedades funcionales [Tesis]. Aguascalientes, México: Universidad Autónoma de Aguascalientes. 113 p; [consultado el 25 de may. de 2022]. <http://bdigital.dgse.uaa.mx/xmlui/bitstream/handle/11317/1673/435060.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.

- Carrasco Rodríguez CB, Guerrero Cardenas SM. 2022. Obtención y Caracterización de un bioherbicida mediante fermentación bifásica alcohólica y acética del mucilago del café en la variedad robusta [Tesis]. Ecuador: Universidad de Guayaquil. 124 p; [consultado el 24 de may. de 2022]. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/60194/1/BINGQ-IQ-22P13.pdf>.
- Carrillo Pisco ML. 2020. Evaluación de la calidad bromatológica y sensorial de galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum spp*) por amaranto (*Amaranthus spp*) [Tesis]. Ecuador: Universidad Técnica Estatal de Quevedo. 89 p; [consultado el 25 de may. de 2022]. <https://repositorio.uteq.edu.ec/bitstream/43000/5243/1/T-UTEQ%20-092.pdf>.
- Carvajal Aldaz DG. 2007. Optimización de las características físicas y químicas del puré de manzana (*Malus domestica*) para la extracción de su esencia [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 39 p; [consultado el 20 de may. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/fa781540-7624-446b-aad4-1c06be5a14fb>.
- Castillo Benavides JA, Richmond Navarro G, Rojas Pérez F, Zamora Picado E. 2018. Revisión de los sistemas de gasificación de biomasa para la generación de energía en Costa Rica de 1982 a 2014. *Tecnología en Marcha*. 31(4):3–14. doi:10.18845/tm.v31i4.3955.
- Castro EC, Virgüez Garzón NV. 2019. Evaluación del mucílago del café (*Coffea arabica* L. Caturra) como potencial prebiótico en una bebida de arroz [Tesis]. Colombia: Universidad de La Salle. 77 p; [consultado el 28 de may. de 2022]. https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1277&context=ing_alimentos.
- Chávez Ulate EC. 2021. Evaluación “in vitro” del efecto de un extracto derivado de mucílago de café, sobre microorganismos patógenos, de deterioro y asociados a la flora intestinal del ser humano [Tesis]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica. 80 p; [consultado 16/3/22]. https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/84529/Carolina%20Chaves%20Doc%20Rev%20SEP_F2.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Córdoba Mosquera RA, Rieraa M, Ronquillo S, Rodríguez Díaz JM, Pereda Reyes I. 2019. Evaluación de la arrancada de filtros anaerobios para el tratamiento de aguas residuales de café instantáneo. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*; [consultado el 24 de mar. de 2022]. 50(1):39–55. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=181262827008>.
- De la Torre Molina KP. 2021. Evaluación sensorial y fisicoquímico de tres tipos de snack (deshidratado, horneado, fritura) a base de melloco (*Ullucus tuberosus*) [Tesis]. Ecuador: Universidad Politécnica Estatal del Carchi; [consultado el 20 de may. de 2022]. <http://repositorio.upec.edu.ec/handle/123456789/1327>.
- Escaño AM. 2021. Estado actual del concepto de fibra alimentaria y de los métodos de análisis [Tesis]. España: Universidad de La Laguna. 22 p; [consultado el 17 de mar. de 2022]. <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/24060>.
- Farela Lara LE. 2017. Extracción y caracterización del mucílago de la semilla de chan (*salvia hispanica* L.) para la determinación de los parámetros de aplicación como aditivo espesante en función a la concentración en mermelada de fresa [Tesis]. Guatemala: Universidad Rafael Landívar. 160 p; [consultado el 17 de mar. de 2022]. <http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/02/07/Farela-Lesly.pdf>.

- 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. *Revista Producción + Limpia*. 15(1):93–110. doi:10.22507/pml.v15n1a7.
- Ferreira Ardila S. 2007. Pectinas: aislamiento, caracterización y producción a partir de frutas tropicales y de los residuos de su procesamiento industrial [Tesis]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia. 188 p; [consultado el 18 de mar. de 2022]. http://ciencias.bogota.unal.edu.co/fileadmin/Facultad_de_Ciencias/Publicaciones/Archivos_Libros/Libros_Farmacia/Pectinas/pectinas.pdf.
- Ferreira Lazarte Á. 2015. Obtención de pectooligosacáridos derivados de pectinas de cítricos y de manzana utilizando extractos enzimáticos comerciales [Tesis]. España: Universidad Autónoma de Madrid. 54 p; [consultado el 18 de mar. de 2022]. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/152124/4/TFMObtencionPOS.pdf>.
- Flores E. 2017. Extracción de Antioxidantes de las Bayas del Sauco (*Sambucus nigra* L. subsp. *peruviana*) con ultrasonido, microondas, enzimas y maceración para la obtención de Zumos Funcionales. *Información Tecnológica*. 28(1):121–132. doi:10.4067/S0718-07642017000100012.
- Flores Vaca FE. 2012. Evaluación de la acción enzimática de Pectinex® Ultra SP–L en tres tiempos de incubación y dos diluciones para obtención de jugo clarificado de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano; [consultado el 19 de mar. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/bitstream/11036/1003/1/AGI-2012-T017.pdf>.
- Funes Caballero MR, Banegas CL, Maradiaga Gonzalez H, Osorio Rivera ME, Henríquez Flores ND, Eloy N, Mejía N. 2012. Producción de bioetanol a partir del mucílago de café (*Coffea arabica* L.). CURC. UNAH. Comayagua. Honduras. 2011. *Revista Ciencia y Tecnología*. (10):150–164. doi:10.5377/rct.v0i10.1068.
- García Palma JI. 2009. Evaluación del rendimiento de extracción de pectina en aguas mieles del beneficiado de café procedentes de desmucilaginado mecánico [Tesis]. El Salvador: Universidad de El Salvador. 140 p; [consultado el 21 de mar. de 2022]. https://ri.ues.edu.sv/id/eprint/2033/1/Evaluaci%C3%B3n_del_rendimiento_de_extracci%C3%B3n_de_pectina_en_aguas_mieles_del_beneficiado_de_caf%C3%A9_procedentes_de_desmucilaginado_mec%C3%A1nico.pdf.
- García Ulloa NM, Cely NM. 2020. Evaluación de la actividad enzimática de pectinasa obtenida de la pulpa de guanábana (*annona muricata* L.) y chirimoya (*annona cherimola* L.) y su aplicación en la extracción de jugo [Tesis]. Colombia: Universidad Nacional Abierta y a Distancia. 130 p; [consultado el 22 de mar. de 2022]. <https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/36468/nmcelyC.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Guerra Gonzalez MC, Rueda Silva DC. 2021. Producción de una biopelícula a partir de las pectinas extraídas del mucílago de café [Tesis]. Colombia: Fundación Universidad de América. 104 p; [consultado el 23 de mar. de 2022]. <http://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8646/1/6152708-2021-2-IQ.pdf>.
- Guerras Baños EC, Baños Dorantes MI, Luna L, González N, Jimenez Vera R. 2020. Caracterización de harina de naranja (*Citrus x sinensis*) para uso alimentario. *European Scientific Journal*. 16(6):12–28. doi:10.19044/esj.2020.v16n6p12.

- Guerrero Ramírez TM. 2018. Efecto del mucílago y harina de *Linum usitatissimum* "linaza" en las propiedades sensoriales de galletas y su impacto en el tiempo de vida útil [Tesis]. Perú: Universidad Nacional Federico Villarreal. 255 p; [consultado el 22 de mar. de 2022]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2267>.
- Gutiérrez Cruz CR, Gómez Burbano KA, Imbachi Chávez RM. 2017. Perspectiva del desarrollo de la técnica de reutilización del mucílago en el proceso de beneficio húmedo del café de alta calidad [Tesis]. Colombia: Fundación Universitaria de Popayán. 27 p. https://fup.edu.co/wp-content/uploads/2019/06/conciencia_6_articulo_5.pdf.
- Gutiérrez Luna KV. 2012. Caracterización nutricional de los productos elaborados en las Empresas Universitarias de la Escuela Agrícola Panamericana [Tesis]. Honduras: Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano. 110 p; [consultado el 24 de mar. de 2022]. <https://bdigital.zamorano.edu/items/9bdcc6f9-0f65-4f7e-a5a9-b4ef474b1a75>.
- [INCAP] Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, [OPS] Organización Panamericana de la Salud. 2007. Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica. 2ª ed. Guatemala: INCAP/OPS. ISBN: 99922-880-2-7; [consultado el 20 de mar. de 2022]. <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCALimentos.pdf>.
- Jilapa Chani RS, Tuny Zuniga C. 2019. Determinación de parámetros óptimos para el tratamiento enzimático en la elaboración de miel a partir de pulpa y mucílago de café [Tesis]. Perú: Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. 113 p; [consultado el 10 de mar. de 2022]. <http://190.119.145.154/bitstream/handle/20.500.12773/12232/IAtuzuc%26jichrs.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- KC Y, Subba R, Shiwakoti LD, Dhungana PK, Bajagain R, Chaudhary DK, Pant BR, Bajgai TR, Lamichhane J, Timilsina S, et al. 2021. Utilizing Coffee Pulp and Mucilage for Producing Alcohol-Based Beverage. *Fermentation*. 7(2). doi:10.3390/fermentation7020053.
- Kılınc M, Kürşat Demir M. 2017. The facilities of spray dried honey powder use as a substitute for sugar in cookie production. *Journal of Food and Health Science*. 3(2):67–74. doi:10.3153/JFHS17009.
- López Medina HS, Ramírez Delgado KV, Sáenz Martínez MI. 2017. Elaboración de galleta utilizando una mezcla de harina de trigo y harina de plátano [Tesis]. Nicaragua: Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua. 76 p; [consultado el 25 de mar. de 2022]. <http://riul.unanleon.edu.ni/jspui/bitstream/123456789/6809/1/240041.pdf>.
- Lucero Montaña RF, Guamán Castillo JG. 2020. Desarrollo de un concentrado a base de mucílago de café "coffea arabica" variedades catuai y castillo en la provincia de Pastaza [Tesis]. Ecuador: Universidad Estatal Amazónica. 61 p; [consultado 16/3/22]. <http://201.159.223.17/bitstream/123456789/890/1/T.%20AGROIN.%20B.%20UEA.%20%202127.pdf>.
- Luna Zumbado MR. 2019. Evaluación del efecto de la adición de extracto de proteína del salvado de arroz sobre las propiedades fisicoquímicas, sensoriales, reológicas y en el almacenamiento de una galleta libre de gluten [Tesis]. Costa Rica: Universidad de Costa Rica; [consultado el 20 de mar. de 2022]. <http://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/xmlui/handle/123456789/11006>.

- Maganha e Melo CR, Peraçoli JC. 2007. Mesuración de la energía desprendida en el ayuno y en el aporte calórico (miel) en parturientas. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*. 15(4). doi:10.1590/S0104-11692007000400014.
- Mendivelso Castillo AL. 2018. Estudio de la producción de biogás mediante la co-digestión anaerobia usando como sustrato el mucílago de café y como inóculos el estiércol porcino y estiércol bovino [Tesis]. Bucaramanga: Universidad Santo Tomás. 82 p; [consultado el 20 de mar. de 2022]. <https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/13008/2018adrianamendivelso.pdf?sequence=1&isAllowed=y>.
- Mendoza Yalibat HA. 2016. Extracción de pectinas a partir de mucílago contenido en las aguas mieles del beneficiado de café por maceración dinámica y estática [Tesis]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 132 p; [consultado el 23 de mar. de 2022]. <http://www.repositorio.usac.edu.gt/3327/1/H%C3%A9ctor%20Armando%20Mendoza%20Yalibat.pdf>.
- Muñoz Ordoñez FJ. 2011. Extracción y caracterización de la pectina obtenida a partir del fruto de dos ecotipos de cocona (*Solanum sessiliflorum*), en diferentes grados de madurez; a nivel de planta piloto. [Tesis]. Colombia: Universidad Nacional de Colombia; [consultado el 20 de may. de 2022]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/7607>.
- Oliveira G, Passos CP, Ferreira P, Coimbra MA, Idalina G. 2021. Coffee By-Products and Their Suitability for Developing Active Food Packaging Materials. *Foods*. 10(3):1–17. doi:10.3390/foods10030683.
- Pabón Usaquén JP, Sanz Uribe JR, Oliveros Tascón CE. 2009. Manejo del café desmucilaginado mecánicamente. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé)*; [consultado el 22 de mar. de 2022]. (388). <http://hdl.handle.net/10778/381>.
- Paredes J, Hernández R, Cañizares A. 2015. Efecto del grado de madurez sobre las propiedades fisicoquímicas de pectinas extraídas de cascós de guayaba (*Psidium guajava* L.). *Idesia (Arica)*. 33(3):35–41. doi:10.4067/S0718-34292015000300006.
- Peñuela Martínez AE, Pabón Usaquén J, Rodríguez Valencia N, Oliveros Tascón CE. 2010. Evaluación de una enzima pectinolítica para el desmucilaginado del café. *Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé)*; [consultado el 22 de mar. de 2022]. 61(3):241–250. <http://hdl.handle.net/10778/298>.
- Peñuela Martínez AE, Tibaduiza Vianchá CA, Morcillo CA, Restrepo Rivera MV. 2021. Degradación enzimática de mucílago de *Coffea arabica* L., para la producción de café suave lavado. *Biología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 19(2):170–183. doi:10.18684/bsaa.v19.n2.2021.1848.
- Pérez Loredo MG, Hernández De Jesús L, Barragán Huerta BE. 2017. Extracción de compuestos bioactivos de Pitaya Roja (*Stenocereus stellatus*) aplicando pretratamientos con microondas, ultrasonido y enzimáticos. *Revista Agrociencia*; [consultado el 20 de mar. de 2022]. 51(2):135–151. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-31952017000200135.

- Picallo A. 2009. Análisis sensorial de los alimentos: el imperio de los sentidos [Artículo]. Argentina: Universidad de Buenos Aires. 8 p; [consultado el 22 de mar. de 2022]. http://repositoriouba.sisbi.uba.ar/gsd/collect/encruce/index/assoc/HWA_257.dir/257.PDF.
- Puerta Quinteros GI, Marín Mejía J, Osorio Betancur GA. 2012. Microbiología de la fermentación del mucílago de café según su madurez y selección. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé); [consultado el 23 de mar. de 2022]. 63(2):58–78. <http://hdl.handle.net/10778/536>.
- Puerta Quinteros GI, Ríos Arias S. 2011. Composición química del mucílago de café, según el tiempo de fermentación y refrigeración. Centro Nacional de Investigaciones de Café (Cenicafé); [consultado el 20 de mar. de 2022]. 62(2):23–40. https://www.researchgate.net/publication/303174721_Composicion_del_mucilago_de_cafe_segun_el_tiempo_de_fermentacion_y_refrigeracion.
- Quesada D, Gómez G. 2019. ¿Proteínas de origen vegetal o de origen animal?: Una mirada a su impacto sobre la salud y el medio ambiente. *Revista de Nutrición Clínica y Metabolismo*. 2(1):79–86. doi:10.35454/rncm.v2n1.063.
- Ramírez Vélez A, Jaramillo López JC, inventores; Ramírez Vélez, Andres; Jaramillo López, Juan Carlos, cesionario. Proceso para la obtencion de miel y/o harina de café a partir de la pulpa o cáscara y el mucílago del grano de café. WO/2013/088203.
- Rathee R, Rajain P. 2019. Role Colour Plays in Influencing Consumer Behaviour. *International Research Journal of Business Studies*. 12(3):209–222. doi:10.21632/irjbs.12.3.209-222.
- Reategui Isla VA. 2015. Caracterización reológica del mucílago del café (*Coffea arabica* L.) liofilizado [Tesis]. Perú: Universidad Nacional Agraria de la Selva. 84 p; [consultado el 25 de mar. de 2022]. http://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1276/RIVA_2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y.
- Reglamento Técnico Centroamericano de Etiquetado Nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. RTCA 67.01.60:10 (2010).
- Restrepo Montoya LF, Villa Deossa G. 2020. Estrategias para el aprovechamiento de la pulpa de café en las fincas cafeteras del municipio de Andes, Antioquia [Tesis]. Colombia: Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria. 45 p; [consultado el 17 de mar. de 2022]. <https://dspace.tdea.edu.co/handle/tdea/773>.
- Riasco Palacios AdP. 2018. Evaluación de las propiedades físicas y nutricionales de una galleta con inclusión de harina de chontaduro (*Bactris gasipaes*) [Tesis]. Colombia: Universidad del Cauca. 58 p; [consultado el 18 de mar. de 2022]. <http://repositorio.unicauca.edu.co/handle/123456789/1730>.
- Rodríguez Henao YC. 2017. Evaluación del mucílago de nopal (*Opuntia ficus-indica*) como agente estabilizante en néctar de maracuyá (*Passiflora edulis*) [Tesis]. Colombia: Universidad de La Salle; [consultado el 20 de mar. de 2022]. https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/67/.
- Rodríguez Vallejo HG. 2019. Mucílago de semillas de chía como sustituto de grasas convencionales en galletas [Tesis]. España: Universitat Politècnica de València; [consultado el 20 de may. de 2022]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/124822>.

- Román L, González A, Espina T, Gómez M. 2017. Degree of roasting of carob flour affecting the properties of gluten-free cakes and cookies. *Journal of Food Science and Technology*. 54:2094–2103. doi:10.1007/s13197-017-2649-x.
- Román Morales MO, Motato Rocha KE, González Montero V, Garzón Caro LM, León Leal AM. 2022. Los diminutos organismos que le dan aroma y sabor al café. *Revista Experimenta*; [consultado el 20 de mar. de 2022]. (15):70–75. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/experimenta/article/view/349574>.
- Rugama Espinoza MI, Save Monserrat R. 2016. Efecto vertido aguas mieles en calidad físico-química del agua microcuenca Rio Cuspire Yalí, Nicaragua. *Revista Científica de FAREM-Estelí*. (7):43–53. doi:10.5377/farem.v0i7.2631.
- 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. *Revista Ion*. 31(1):37–42. doi:10.18273/revion.v31n1-2018006ISSN.
- Soler Martínez N, Castillo Ruíz O, Rodríguez Castillejos G, Perales Torres A, González Pérez AL. 2017. Análisis proximal, de textura y aceptación de las galletas de trigo, sorgo y frijol. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*; [consultado el 20 de mar. de 2022]. 67(3). <https://www.alanrevista.org/ediciones/2017/3/art-8/>.
- Srilakshmi A. 2020. Texture profile analysis of food and TPA measurements: a review article. *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*; [consultado el 20 de abr. de 2022]. 7(11):708–711. <https://www.irjet.net/archives/V7/i11/IRJET-V7I111115.pdf>.
- Tobar Fredes R, Campos T. C, Cancino H. V, Diez de Medina E. M, Fierro A. N. 2016. Dominio del profesional fonoaudiólogo para la determinación del grado de viscosidad de alimentos líquidos. *Revista Chilena de Fonoaudiología*. 15:1–14. doi:10.5354/0719-4692.2016.44106.
- Torres González JD, Torres Gallo R, Acevedo Correa D, Gallo García LA. 2015. Evaluación instrumental de los parámetros de textura de galletas de limón. *Revista Vector*; [consultado el 20 de mar. de 2022]. 10:14–25. http://vector.ucaldas.edu.co/downloads/Vector10_3.pdf.
- Torres Valenzuela LS, Sanín Villarrea A, Arango Ramírez A, Serna Jiménez JA. 2019. Caracterización físicoquímica y microbiológica de aguas mieles del beneficio del café. *Revista Ion*. 32(2):59–66. doi:10.18273/revion.v32n2-2019006.
- Valencia Castillo N, Velez Duran YM. 2020. Aprovechamiento del mucílago de café para mejorar la producción de etanol en una planta piloto para mitigar impactos negativos en corrientes hídricas [Tesis]. Colombia: Universidad Autónoma de Occidente. 137 p; [consultado el 10 de abr. de 2022]. <https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/12598/T09416.pdf?sequence=5&isAllowed=y>.
- Vega A, De León JA, Reyes SM. 2017. Determinación del Contenido de Polifenoles Totales, Flavonoides y Actividad Antioxidante de 34 Cafés Comerciales de Panamá. *Información Tecnológica*. 28(4):29–38. doi:10.4067/S0718-07642017000400005.
- Vivas O, Sangronis E. 2021. Textura y análisis descriptivo cuantitativo de galletas elaboradas con harinas de granos fermentados de *Phaseolus vulgaris* o *Cajanus cajan*. *Revista de la Facultad de*

Farmacía; [consultado el 17 de mar. de 2022]. 63(2):8–17. <http://www.saber.ula.ve/handle/123456789/47727>.

Wrolstad RE, Smith DE. 2010. Color Analysis. En: Nielsen SS, editor. Food Analysis. cuarta edición. Estados Unidos: Springer Science. p. 573–587 ; [consultado el 25 de may. de 2022]. <http://154.68.126.6/library/Food%20Science%20books/batch1/Food%20Analysis%20Fourth%20Edition.pdf>.

Anexos

Anexo A

Formulaciones de galletas con incorporación de mucílago de café

Materia	Control (%) ¹	T1 (%) ²	T2 (%) ³
Harina de trigo	46.25	46.25	46.25
Huevo	6.25	6.25	6.25
Leche	2	2	2
Miel	20	10	5
Mucílago de café	0	10	15
Aceite	15	15	15
Ralladura de naranja	1	1	1
Polvo para hornear	0.5	0.5	0.5
Azúcar	8	8	8
Canela	0.25	0.25	0.25
vainilla	0.25	0.25	0.25
Sal	0.5	0.5	0.5
Total	100	100	100

¹ Tratamiento control sin incorporación de mucílago de café. ² Tratamiento con 50% de sustitución de miel por mucílago de café. ³

Tratamiento con 75% de sustitución de miel por mucílago de café.

Anexo B

Hoja de evaluación sensorial para prueba afectiva de aceptación y preferencia

Evaluación sensorial de “Galletas de miel con mucílago”

Fecha: _____

Código: _____

Edad: _____

Sexo: F M

Instrucciones

A continuación, se le presentan 3 muestras diferentes de Galletas, las cuales se encuentran codificadas, usted deberá probar cada una de ellas de izquierda a derecha y dar una puntuación basándose en la escala hedónica del cuadro 1.

Por favor limpiar su paladar antes y después de cada muestra con un sorbo de agua.

Cuadro 1. Escala hedónica de 5 puntos.

Me disgusta mucho	Me disgusta moderadamente	Ni gusta ni disgusta	Me gusta moderadamente	Me gusta mucho
1	2	3	4	5

# de muestra	Atributos por evaluar					
	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptación general

Comentarios:

Prueba de preferencia por ordenamiento.

Una vez hecha la evaluación, por favor ordene las muestras de acuerdo con su preferencia, siendo 1 la muestra preferida y 3 la menos preferida.

# de muestra	Orden de preferencia (1-3)

Comentarios acerca de su decisión:

¡Gracias por su colaboración, que tenga buen día!

Anexo C

Coefficiente de Correlación de Pearson para los atributos de la prueba sensorial de aceptación

Pearson Correlation Coefficients, N = 315 Prob > r under H0: Rho=0						
	APARIENCIA	COLOR	OLOR	TEXTURA	SABOR	AG
APARIENCIA	1.00000	0.71382 <.0001	0.36723 <.0001	0.11604 0.0396	0.30460 <.0001	0.44019 <.0001
COLOR	0.71382 <.0001	1.00000	0.38477 <.0001	0.13803 0.0142	0.36907 <.0001	0.50202 <.0001
OLOR	0.36723 <.0001	0.38477 <.0001	1.00000	0.29526 <.0001	0.37256 <.0001	0.49064 <.0001
TEXTURA	0.11604 0.0396	0.13803 0.0142	0.29526 <.0001	1.00000	0.41300 <.0001	0.53679 <.0001
SABOR	0.30460 <.0001	0.36907 <.0001	0.37256 <.0001	0.41300 <.0001	1.00000	0.67365 <.0001
AG	0.44019 <.0001	0.50202 <.0001	0.49064 <.0001	0.53679 <.0001	0.67365 <.0001	1.00000

Anexo D

Cuadro de sumatorias para la prueba de Basker

Panelista	Tratamiento			Total
	0%	50%	75%	
1	3	1	2	6
2	1	2	3	6
3	1	2	3	6
4	3	2	1	6
5	1	2	3	6
6	2	1	3	6
7	1	2	3	6
8	2	1	3	6
9	1	2	3	6
10	3	2	1	6
11	3	1	2	6
12	3	2	1	6
13	2	1	3	6
14	1	2	3	6
15	3	2	1	6
16	1	3	2	6
17	2	3	1	6
18	2	1	3	6
19	1	2	3	6
20	2	3	1	6
21	3	2	1	6
22	2	1	3	6
23	1	2	3	6
24	3	1	2	6
25	3	1	2	6
26	3	2	1	6
27	3	2	1	6
28	2	3	1	6
29	2	1	3	6
30	3	1	2	6
31	1	2	3	6
32	3	1	2	6
33	2	1	3	6
34	2	1	3	6
35	1	3	2	6
36	1	2	3	6
37	2	3	1	6

38	1	2	3	6
39	2	3	1	6
40	3	2	1	6
41	3	1	2	6
42	3	2	1	6
43	2	1	3	6
44	3	2	1	6
45	1	2	3	6
46	1	2	3	6
47	2	1	3	6
48	1	2	3	6
49	1	2	3	6
50	1	2	3	6
51	3	2	1	6
52	1	2	3	6
53	2	3	1	6
54	3	1	2	6
55	1	2	3	6
56	3	2	1	6
57	1	2	3	6
58	1	2	3	6
59	3	1	2	6
60	1	2	3	6
61	1	2	3	6
62	1	3	2	6
63	1	2	3	6
64	2	1	3	6
65	3	2	1	6
66	1	2	3	6
67	2	1	3	6
68	2	1	3	6
69	1	2	3	6
70	1	2	3	6
71	2	1	3	6
72	3	1	2	6
73	1	2	3	6
74	1	2	3	6
75	2	1	3	6
76	2	1	3	6
77	1	2	3	6
78	1	2	3	6
79	2	1	3	6
80	1	3	2	6

81	1	3	2	6
82	1	3	2	6
83	1	3	2	6
84	1	2	3	6
85	2	1	3	6
86	2	1	3	6
87	1	2	3	6
88	2	1	3	6
89	2	1	3	6
90	1	3	2	6
91	2	3	1	6
92	1	2	3	6
93	2	1	3	6
94	2	1	3	6
95	1	2	3	6
96	1	2	3	6
97	3	1	2	6
98	1	2	3	6
99	1	2	3	6
100	2	1	3	6
101	2	3	1	6
102	3	1	2	6
103	1	3	2	6
104	1	2	3	6
105	3	1	2	6
Suma de categorías	189	190	251	630

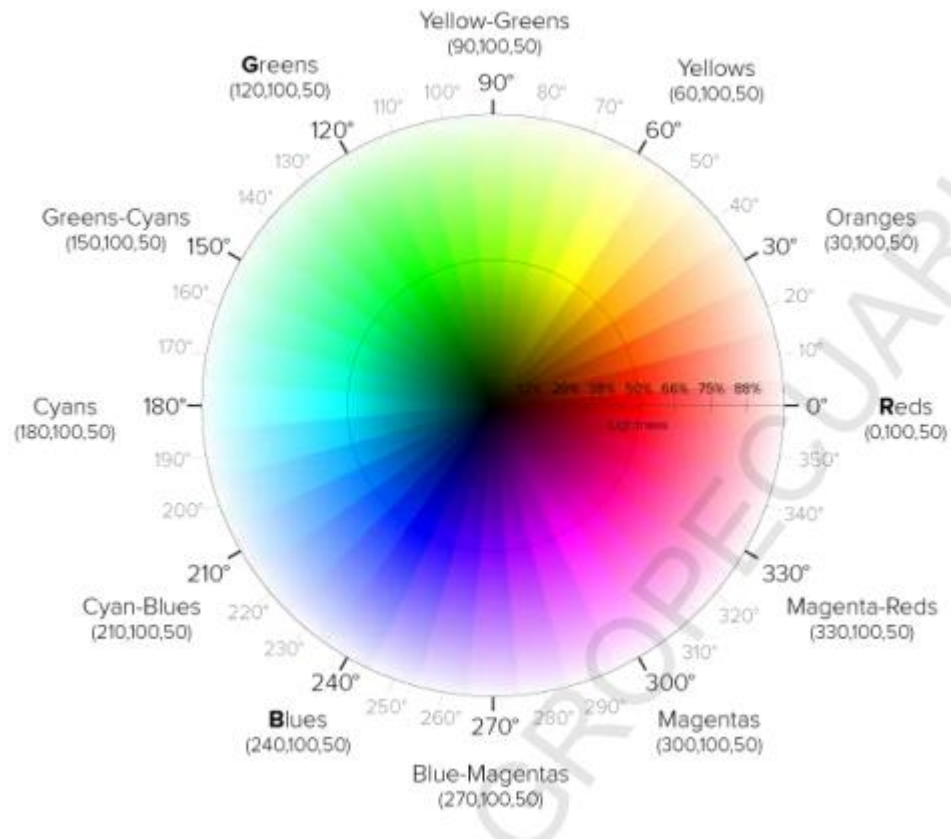
Anexo E

Tabla de Basker para encontrar el 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	60.3	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

Anexo F

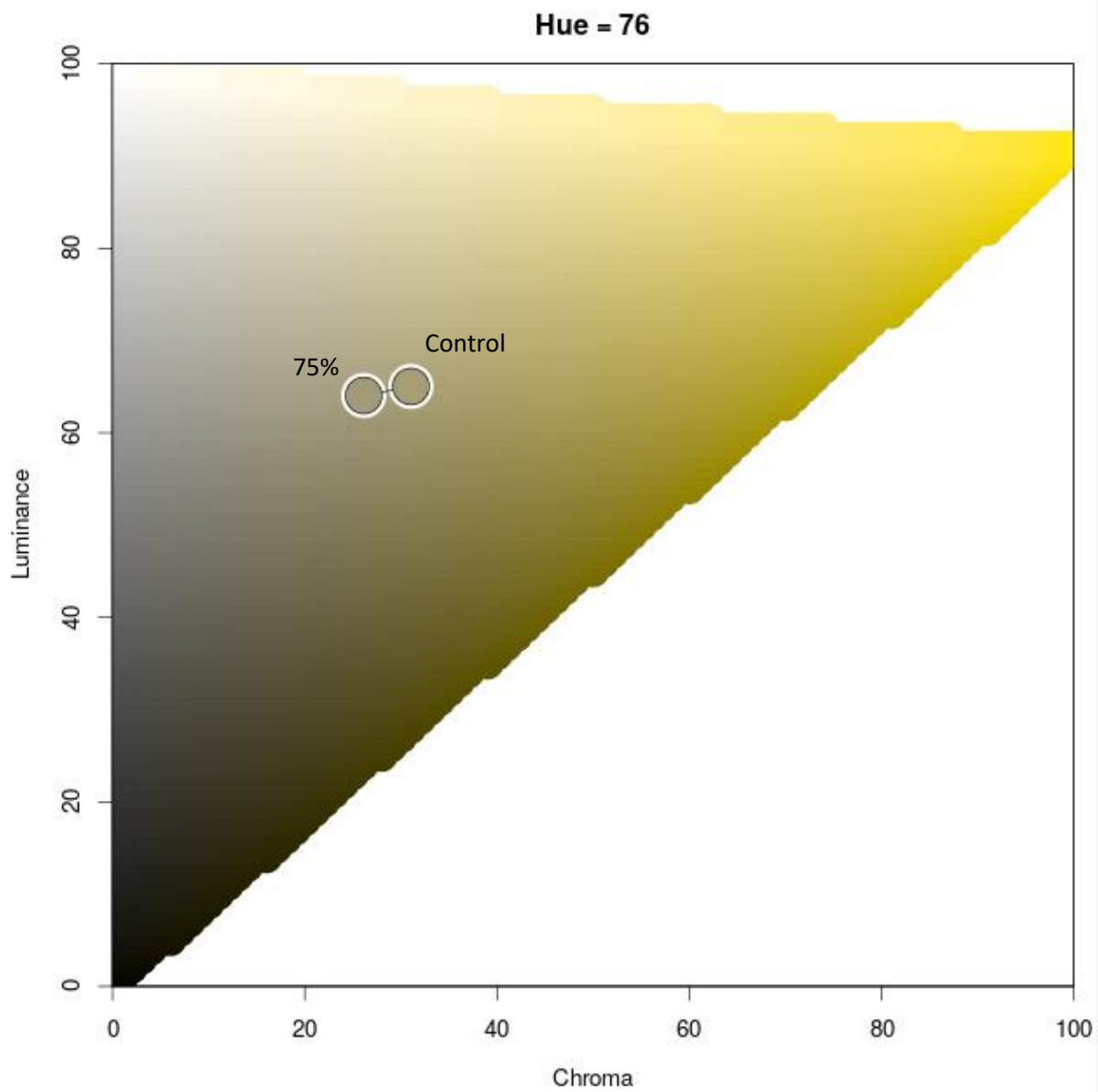
*Plano de coordenadas polares del sistema CIE L*C*h°*



Nota. (Rossi Tadeo 2017)

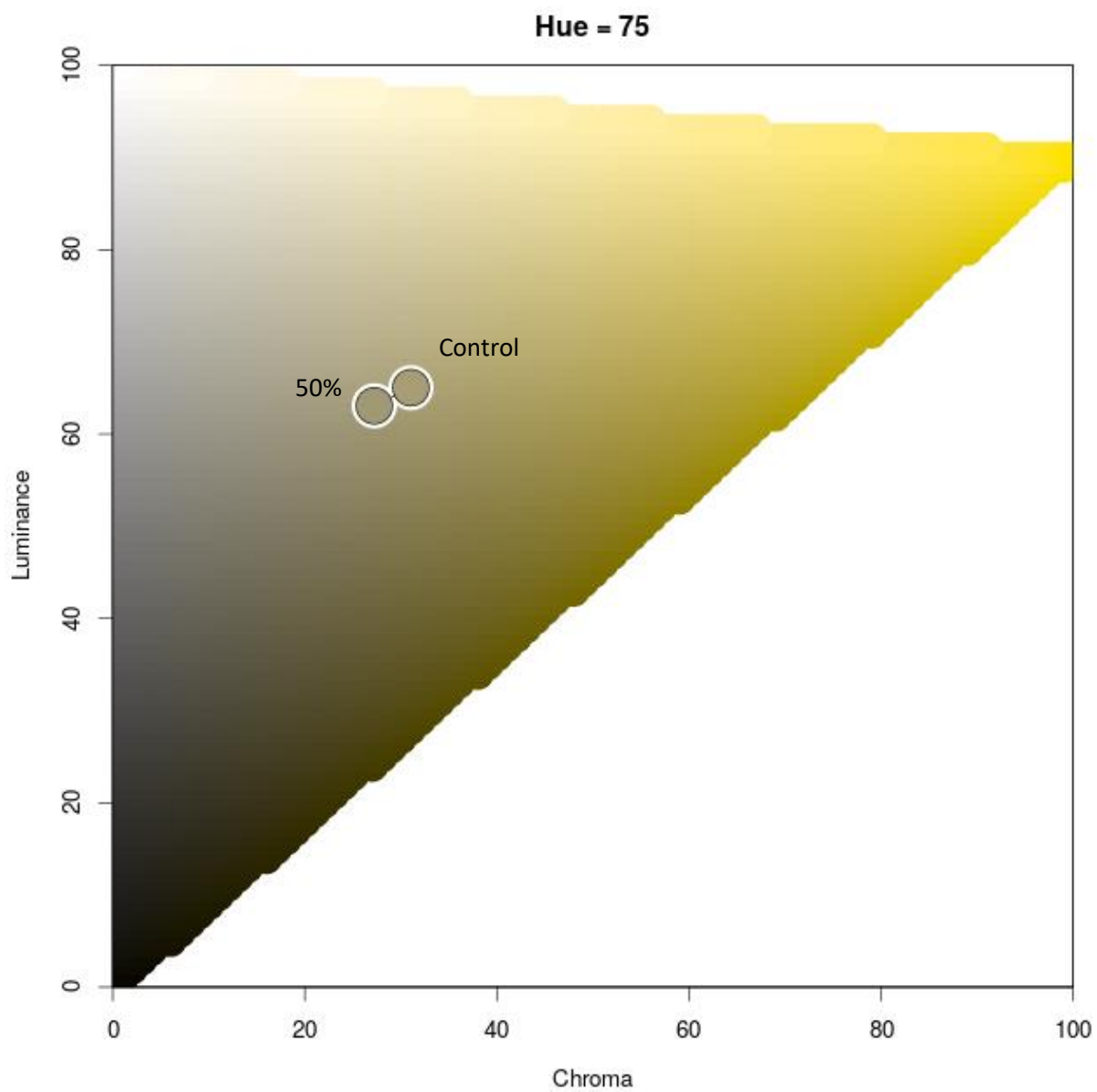
Anexo G

*Comparación entre plano de color L*C*h del tratamiento control y tratamiento 75%*



Anexo H

*Comparación entre plano de color L*C*h del tratamiento control y tratamiento 50%*



Anexo I

*Comparación entre plano de color L*C*h del tratamiento 75% y tratamiento 50%*

