

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



Proyecto Especial de Graduación

**Desarrollo de un pan molde integral con sustitución parcial de harina de trigo  
(*Triticum aestivum*) por harina de albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*).**

Estudiante

Salvador Antonio Maradiaga Ramos

Asesores

Sandra Karina Espinoza, M.Sc.

Jorge Cardona, Ph.D.

Honduras, noviembre 2023

**Autoridades**

**SERGIO ANDRÉS RODRIGUEZ ROYO**

Rector

**ANA M. MAIER ACOSTA**

Vicepresidenta y Decana Académica

**ADELA M. ACOSTA MARCHETTI**

Directora Departamento de Agroindustria Alimentaria

**HUGO ZAVALA**

Secretario General

## Contenido

Índice de Cuadros .....	5
Índice de Figuras .....	6
Resumen .....	8
Abstract.....	9
Introducción.....	10
Materiales y Métodos.....	13
Localización del Estudio .....	13
Materiales .....	13
Elaboración de Harina de Albedo de Maracuyá .....	13
Análisis Microbiológico a la Harina de Albedo de Maracuyá.....	15
Escherichia Coli .....	15
Salmonella Spp.....	16
Formulación Teórica y Pruebas Preliminares de Sustitución.....	16
Elaboración de los Tratamientos .....	18
Análisis Sensorial.....	19
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	19
Análisis Físicoquímicos.....	20
Color.....	20
Textura.....	20
Humedad.....	20
Fibra Dietética.....	21
Diseño Experimental y Análisis Estadístico .....	22
Resultados y Discusión.....	23

Análisis Microbiológico a la Harina de Albedo de Maracuyá.....	23
Formulación Teórica y Pruebas Preliminares de Sustitución.....	24
Análisis Sensorial.....	25
Apariencia .....	26
Color.....	27
Olor .....	28
Textura .....	29
Sabor .....	30
Sabor Amargo .....	31
Aceptación General.....	31
Análisis de Correlación.....	32
Prueba de Preferencia .....	33
Análisis Fisicoquímicos.....	34
Color.....	34
Textura.....	35
Humedad.....	36
Fibra Dietética.....	38
Conclusiones .....	40
Recomendaciones.....	41
Anexos.....	47

## Índice de Cuadros

Cuadro 1 Criterios microbiológicos para subgrupo frutas y vegetales desecados o deshidratados ...	15
Cuadro 2 Reformulación del pan molde integral Zamorano .....	17
Cuadro 3 Composición centesimal de harina de cáscara de maracuyá.....	17
Cuadro 4 Resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a la harina de albedo de maracuyá .	24
Cuadro 5 Formulaciones con sustitución parcial de harina de trigo todo uso por harina de albedo de maracuyá en un pan molde integral .....	25
Cuadro 6 Resultados obtenidos del análisis sensorial en los atributos de apariencia, color, olor, textura, sabor, sabor amargo y aceptación general en los tratamientos con sustitución parcial y el tratamiento control.....	25
Cuadro 7 Análisis de correlación en cuanto a cada atributo con respecto a la aceptación general de cada tratamiento de pan molde integral con sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá ..	32
Cuadro 8 Resultados de la prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos con sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá y el tratamiento control.....	33
Cuadro 9 Resultados del análisis de color en la escala de L*a*b del tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá.....	35
Cuadro 10 Resultados del análisis de textura del tratamiento con 5% de sustitución de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá.....	36
Cuadro 11 Resultados de análisis de humedad expresado en porcentaje del tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá .....	37
Cuadro 12 Resultados de análisis de fibra dietética total del tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá .....	39

### Índice de Figuras

Figura 1 Flujo de proceso para la elaboración de harina de albedo de maracuyá modificado .....	14
--	----

## Índice de Anexos

Anexo A Aporte nutricional del tratamiento control.....	47
Anexo B Aporte nutricional del tratamiento con 10% de sustitución parcial.....	48
Anexo C Aporte nutricional del tratamiento con 15% de sustitución parcial.....	49
Anexo D Aporte nutricional del tratamiento con 20% de sustitución parcial .....	50
Anexo E Aporte nutricional del tratamiento con 5% de sustitución parcial.....	51
Anexo F Aporte nutricional del tratamiento con 7.5% de sustitución parcial.....	52
Anexo G Comparación de una rodaja de los tratamientos con sustitución parcial y el tratamiento control.....	53

## Resumen

A medida que crece la población, la producción de alimentos aumenta y se generan cantidades enormes de desperdicio de alimento. Dentro de los cuales también se encuentran subproductos que tienen un valor nutricional alto, como el caso del albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*), que es la parte blanca de la cáscara, la cual, contiene un 87% de fibra dietética. El objetivo de la investigación fue elaborar un pan molde integral con sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá y evaluar el contenido de fibra dietética, humedad, textura y color del tratamiento con mayor aceptación. Se prepararon sustituciones de 5, 7.5 y 10% de harina de albedo de maracuyá y un tratamiento control. Se implementó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) para el análisis sensorial de los tratamientos y el control. El tratamiento con 5% de sustitución tuvo la mayor aceptación entre los tratamientos con sustitución. Se realizaron pruebas fisicoquímicas a este tratamiento para determinar color, textura, humedad y fibra dietética y se realizó un análisis univariado para determinar las medidas de tendencia central y dispersión. El tratamiento con 5% de harina de albedo de maracuyá, presentó un porcentaje de humedad dentro de los límites permitidos. La sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá disminuyó la aceptación de los atributos de sabor y sabor amargo. El pan molde con sustitución de 5% de harina de albedo de maracuyá es considerado una buena fuente de fibra.

*Palabras clave:* Fruta de la pasión, fuente de fibra, mesocarpio, naringina, residuo agroindustrial



### **Abstract**

As the population grows, food production increases, generating enormous amounts of food waste. However, some byproducts have a high nutritional value, such as the passion fruit (*Passiflora edulis*), in albedo, which is the white part of the peel, contains 87% dietary fiber. The objective of this research was to develop a whole wheat sandwich bread with partial substitution of wheat flour for passion fruit albedo flour, and to evaluate the content of dietary fiber, moisture, texture, and color of the treatment with the highest acceptance. Substitutions of 5, 7.5, and 10% passion fruit albedo flour were prepared, as well as a control treatment. A Random Complete Blocks Design (RCB) was implemented for the sensory analysis of the treatments and the control. The treatment with 5% substitution had the highest acceptance among the substitution treatments. Physicochemical tests were performed on this treatment to determine color, texture, moisture, and dietary fiber, and a univariate analysis was performed to determine the measures of central tendency and dispersion. The treatment with 5% passion fruit albedo flour presented a moisture percentage within the permitted limits. The partial substitution of passion fruit albedo flour decreased the acceptance of the attributes of flavor and bitter flavor. The whole wheat sandwich bread with 5% passion fruit albedo flour is considered a good source of fiber.

*Keywords:* Agroindustrial waste, mesocarp, naringin, passionfruit, source of fiber

## Introducción

Según el Banco Mundial (2023)), la agricultura es responsable por un 4% del PIB (Producto interno bruto) y en países menos desarrollados puede llegar hasta un 25% del PIB. A medida avanza el tiempo y crece la población, la producción de alimentos aumenta. Pero, para poder producir más alimentos se necesita más área y usar más recursos naturales para llevar a cabo esta producción. Aparte del alto uso de recursos, desde que los alimentos son producidos hasta que llegan al consumidor, se generan cantidades enormes de desperdicio de alimento. Según la United Nations Environment Programme (2021), se generó alrededor de 931 millones de toneladas de desecho en el 2019. Rukikaire (2020) estimó que 690 millones de personas sufren de hambre, y que al reducir los desechos desde la cosecha y el procesamiento podría tener un efecto muy positivo en mejorar la seguridad alimentaria.

Para sustentar la demanda de alimentos en el 2050, se necesitará producir un 56% más alimentos (Ranganathan et al. 2018). En Honduras, se estimó que “de diciembre de 2021 a febrero de 2022, por lo menos 2.2 millones de personas se encuentran en crisis alimentaria o peor” (Clasificación Integrada de seguridad alimentaria en Fases [CIF], 2022). Esta inseguridad alimentaria tiene aún más consecuencias. Según French et al. (2019) los hogares de bajo ingreso consumían comida menos saludable que los hogares con ingresos altos lo que generó problemas de salud, como diabetes tipo 2, sobrepeso, obesidad y cáncer (Centers for Disease Control and Prevention [CDC], 2022). “La prevalencia de desnutrición crónica (talla para la edad) según los estándares de la OMS, presenta una situación de gravedad prácticamente “muy alta” en la Zona de Occidente (29.9%), de “alta” en Gracias a Dios (20.8%) y una situación de gravedad media en la Zona Sur (11.5%) y la región del Valle de Sula (10.9%)” (UNICEF et al. 2023).

“La fibra dietética es un componente dietético contenido en alimentos de origen vegetal que incluye sustancias que no pueden ser digeridas por el organismo” (Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación [SEDCA], 2019). Se divide en fibra soluble e insoluble. La fibra soluble

retiene agua y retarda la digestión, mientras que la fibra insoluble acelera el paso de los alimentos a través del estómago (Enciclopedia Médica Animated Dissection of Anatomy for Medicine [A.D.A.M.], 7/30/2022). La fibra ingerida por la población en Latinoamérica es inferior (10-20 g/d) a lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) (25-35 g/d) (García-Montalvo et al. 2018). Según Vilcanqui-Pérez y Vílchez-Perales (2017), la fibra dietética es una gran herramienta en la lucha contra la obesidad ya que provee tres mecanismos dentro del organismo que resultan en efectos beneficios como el incremento de saciedad, que a largo plazo ayudaran con problemas nutricionales. En el mundo de la industria alimentaria existen muchas fuentes de fibra como son leguminosas, frutas, verduras y nueces (Mayo Clinic, 2022).

El albedo o mesocarpio es la porción esponjosa color blanco de la cáscara de las frutas (United States Department of Agriculture [USDA], 2016). Según dos Santos et al. (2017) el maracuyá tiene en promedio 65.45% de cáscara, que incluye el flavedo y el albedo. Por su parte, el maracuyá es un fruto producido mayormente en áreas tropicales y subtropicales. Dos grandes productores a nivel mundial de esta fruta son Brasil y en años reciente China (Wang et al., 2023). En la mayoría de los casos, el albedo de frutas, como el maracuyá (*Passiflora edulis*, es descartado generando toneladas de desperdicio. En muchos casos, este fruto es usado por su pulpa para producir bebidas o jaleas de este sabor, dejando atrás su flavedo y su albedo. “Durante la producción de pulpa y jugos del maracuyá, son generados entre 60-65% de residuos, los cuales están representados por cáscaras, semillas y albedo” (Orrego et al., 2021). A pesar de ser desperdiciado, el albedo de maracuyá contiene propiedades nutricionales. Según Caicedo García (2021), se puede extraer un 87% de fibra dietética total del albedo de maracuyá. Este alto contenido de fibra está siendo desperdiciado en muchas partes del mundo, cuando sus propiedades nutritivas podrían colaborar con problemas nutricionales. Se han realizado algunos estudios, donde intentan incorporar el albedo en otros productos como productos lácteos y productos cárnicos para mejorar las cualidades nutricionales sin perjudicar su calidad.

El pan es un alimento consumido en grandes cantidades a nivel mundial, en países como Alemania se consume 106 kilogramos de pan por persona al año, y en Latinoamérica, Chile tiene un alto consumo de pan de 96 kilogramos por persona al año (Fayerwayer, 2022). El pan de molde contiene 3.1 gramos de proteína y 1.2 gramos de fibra, en una rebanada de 29 gramos (Nutritionix Common Foods, 2016). Sin embargo, la industria panadera ha estado sufriendo retos en los últimos años, según Bamford (2019) algunos de los problemas son los costos de la materia prima y un factor nutricional, muchas veces relacionado con gluten o carbohidratos. Para afrontar estos retos, se han hecho muchas investigaciones en busca de soluciones, una de ellas, es el uso de harinas alternativas. Para la elaboración de algunas de estas harinas, se han usado subproductos agroindustriales como la cáscara de piña, bagazo de naranja y pulpa de mango por sus beneficios nutricionales y para aprovechar estos subproductos que muchas veces son desechados (Aguero Gauto et al., 2022).

El propósito de esta investigación es elaborar un pan molde integral con una sustitución parcial de la harina de trigo por harina de albedo de maracuyá por los aportes nutricionales como la actividad antioxidante, polifenoles y su alto contenido de fibra dietética. A la vez, aprovechar un subproducto de la industria hortofrutícola que normalmente son descartados.

Se definieron los siguientes objetivos para esta investigación:

Identificar la formulación con sustitución parcial con mayor aceptación general sensorial.

Evaluar el efecto de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá en las características fisicoquímicas del tratamiento de mayor aceptación.

## **Materiales y Métodos**

### **Localización del Estudio**

Este experimento se llevó a cabo en las instalaciones de la Escuela Agrícola Panamericana, El Zamorano, ubicada en el departamento de Francisco Morazán, Honduras.

El proceso de deshidratación del albedo de maracuyá se llevó a cabo en la Planta de Procesamiento Hortofrutícola. Los tratamientos fueron elaborados en la Planta de Innovación de Alimentos. El análisis sensorial fue realizado en el Laboratorio de Análisis Sensorial. Los análisis fisicoquímicos se realizaron en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

### **Materiales**

Para realizar los tratamientos se utilizaron los siguientes ingredientes: harina de trigo todo uso de la marca El Panadero, harina de trigo integral de la marca El Panadero, azúcar de la marca Tres Valles, sal de la marca Resal, levadura de la marca Fermipan, propionato de calcio de la marca Macco, leche fluida semidescremada Zamorano, margarina de la marca Superline y el albedo de cascará de maracuyá obtenido de la Planta de Procesamiento Hortofrutícola.

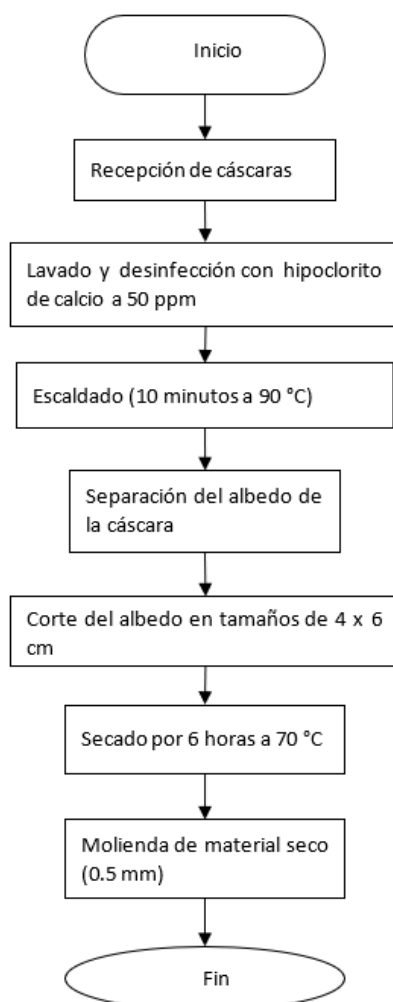
### **Elaboración de Harina de Albedo de Maracuyá**

Para la elaboración de a harina a partir del albedo de maracuyá se utilizó la cáscara de maracuyá desechada por la Planta de Procesamiento Hortofrutícola. Se utilizó un flujo de proceso elaborado por Moreno T. (2015) como base, agregando algunas modificaciones (Figura 1). Primero se recibió la cáscara desechada por la planta. Luego de la recepción, se lavaron las cáscaras que serían utilizadas usando agua para remover residuos y contaminantes físicos presentes. Luego se realizó la desinfección con hipoclorito de calcio con una concentración de 68% a 50 ppm. Después de la desinfección, se introdujeron las cáscaras a una marmita para un proceso de escaldado a 90 °C por 10 minutos. Este proceso de escaldado ayudó con la separación del albedo de la cáscara, y en busca de la inactivación de la enzimas y compuestos que puedan causar una deterioración de la estructura del albedo y que puede resultar en características no deseables como un sabor amargo. Después del

escaldado, se cortó el albedo de maracuyá en pedazos de aproximadamente 4 x 6 cm cada uno para facilitar el secado. El albedo fue secado en un Deshidratador DY-110H marca Lassele, de la planta Hortofrutícola de procesamiento, por 6 horas a 70 °C para llegar a un porcentaje de humedad entre el 12 y 13%. Finalmente, se hizo una molienda en un molino Foss 15 cyclotec CT 193 para conseguir un tamaño de partícula de 0.5 mm. La harina fue almacenada en un cuarto de almacenamiento cerrado, con un ambiente seco, con una temperatura entre los 24 y 26 °C y con ventilación constante.

### Figura 1

*Flujo de proceso para la elaboración de harina de albedo de maracuyá modificado*



*Nota.* Adaptado de Moreno T. (2015).

## Análisis Microbiológico a la Harina de Albedo de Maracuyá

Posterior a la elaboración de la harina del albedo de maracuyá, se hicieron análisis de acuerdo con los criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos del Reglamento Técnico Centroamericano (2018) (RTCA 67.04.50:17, se determinaron *E. coli* y *Salmonella spp* (Cuadro 1). Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de microbiología de Zamorano.

### Cuadro 1

#### *Criterios microbiológicos para subgrupo frutas y vegetales desecados o deshidratados*

Parámetro	Plan de muestreo				Límite	
	Tipo de alimento	Clase	N	C	m	M
<i>Escherichia coli</i>		3		1	10 <sup>2</sup> UFC/g	10 <sup>3</sup> UFC/g
<i>Salmonella spp.</i>	B	2	5	0	Ausencia/25 g	----

*Nota.* Tomado de RTCA 67.04.50:17. UFC/g: Unidades Formadoras de Colonias por gramo. g: gramo. B: alimentos que tienen una mediana probabilidad de causar daño a la salud. N: Número de muestras a ser analizadas. C: Número máximo de unidades de muestra que puede contener un número de microorganismos comprendidos entre m y M para que el alimento sea aceptable. M: Criterio microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud. m: Criterio microbiológico por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud. Muestreo de 2 clases: Plan de muestreo dividido en dos grados. “aceptable” y “no aceptable”. Muestreo clase 3: Plan de muestreo dividido en tres grados, “aceptable”, “medianamente aceptable” y “no aceptable”.

### ***Escherichia Coli***

Para el recuento de *E. coli* en la harina del albedo de maracuyá se usó el medio de cultivo Agar de Bilis Rojo Violeta con MUG (ABRV-MUG). Se peso 10 g de harina de albedo de maracuyá y se colocaron en una bolsa estéril. A los 10 g de harina de albedo de maracuyá se le agregaron 90 mL de buffer de fosfato y se introdujeron en un stomacher. Se prepararon diluciones (10<sup>-1</sup>, 10<sup>-2</sup> y 10<sup>-3</sup>) con tubos de ensayo con 9 mL de buffer de fosfato. Se tomó 1 mL de cada tubo de dilución y se introdujo en un plato Petri, para posteriormente verter las capas de ABRV-MUG. Se utilizó la técnica de vaciado en placa para el recuento de *E. coli*. Se incubaron los platos Petri durante 24 horas a 35 °C. Una vez terminado el tiempo de incubación, se colocaron los platos Petri bajo una luz ultravioleta para determinar la presencia de *E. coli* y hacer el recuento. El recuento fue reportado en UFC/g.

***Salmonella Spp.***

Para la determinación de *Salmonella spp.* se realizó un método tradicional para la detección de este microorganismo. Este método consiste en 4 fases. La primera fase de detección es un pre-enriquecimiento no selectivo. Se tomaron 25 g de harina de albedo de maracuyá y se colocaron en una bolsa estéril. A esta bolsa se le agregó 225 mL de agua peptonada y fue introducida en el stomacher. Una vez completado el ciclo, fue incubada a  $35 \pm 2$  °C por 24 horas. Una vez cumplido el tiempo de incubación, se continuo con la segunda fase para la determinación de *Salmonella spp.*, la cual es una fase de enriquecimiento selectivo. Se tomo 0.1 mL de la harina enriquecida con el agua peptonada y se agregó a un tubo de ensayo con 10 mL de caldo Rappaport Vassiliadis. Este tubo fue homogenizado usando un vortex y luego fue incubado a 42 °C en un baño María por 24 horas. De la misma manera, se tomó 1 mL de harina enriquecida con agua peptonada y se agregó a un tubo de 9 mL de caldo Tetrionato. El tubo fue homogenizado con la ayuda de un vortex y fue incubado a  $35 \pm 2$  °C por 24 horas. Seguido a la finalización de esta fase, la tercera fase consistió en un aislamiento en medios sólidos selectivos. Se utilizaron 3 medios sólidos, agar Xilosa lisina desoxicolato, agar entérico Hektoen y Agar sulfito de bismuto. Se usaron 2 platos Petri de cada medio a los cuales se agregó 1 mL desde el tubo de caldo Rappaport Vassiliadis a los tres platos Petri y 1 mL de caldo Tetrionato a los otros tres platos Petri. Estos platos Petri fueron incubados a  $35 \pm 2$  °C por 24 horas. Al terminar esta fase, se encontró ausencia de colonias, por lo cual las fases restantes no fue necesario realizarlas. La última fase de confirmación es mediante pruebas bioquímicas y serológicas.

**Formulación Teórica y Pruebas Preliminares de Sustitución**

Para la elaboración de los tratamientos de pan molde integral, se usó una reformulación del pan molde Zamorano (Cordon L., 2022) en la cual se eliminó el exceso de nutrientes críticos (Cuadro 2). Para los tratamientos con sustitución parcial. Se realizaron pruebas preliminares para definir los diferentes porcentajes de sustitución de harina de albedo de maracuyá que se iban a utilizar.



## Cuadro 2

### *Reformulación del pan molde integral Zamorano*

Ingredientes	Porcentaje (%)
Harina de trigo (Todo uso)	38.56
Harina de trigo integral	19.69
Leche fluida	33.20
Margarina	4.52
Azúcar	2.81
Levadura	0.65
Sal	0.47
Propionato de Calcio	0.12
Total	100.00

*Nota.* Tomado de Cordon L. (2022)

Se utilizó una tabla de composición centesimal de la harina de cascará de maracuyá (Cuadro 3) de un estudio previo realizado en Brasil como base para establecer los aportes nutricionales de la harina de albedo de maracuyá (Souza, Mariana Wanessa Santana de et al., 2008).

## Cuadro 3

### *Composición centesimal de harina de cáscara de maracuyá*

Parámetro	Harina de cáscara de maracuyá base húmeda	Harina de cáscara de maracuyá base seca
Humedad (g/100g)	6.09 ± 0.37	-
Cenizas (g/100g)	8.13 ± 0.53	8.66
Lípidos (g/100g)	1.64 ± 0.08	1.75
Proteínas (g/100g)	11.76 ± 1.17	12.52
Carbohidratos totales (g/100g)	72.38	77.07
Azúcares totales (g/100g)	1.56	1.66
Fibra dietética (g/100g)	66.37 ± 0.71	70.67
Valor calórico (Kcal/100g)	85.84	-

*Nota.* Tomado de Santana de Souza M. et al. (2008). G: Gramos. Kcal: kilocalorías

En un estudio realizado por Conti-Silva y Roncari (2015), donde se realizó una sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá en un pan de miel brasileño, se encontró que los tratamientos entre 10 y 20% de sustitución tuvieron una aceptación general mayor. Tomando en cuenta estos resultados, y las diferencias entre un pan más dulce que un pan molde integral, se realizaron formulaciones teóricas usando la Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica (Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá [INCAP], 2018) y luego pruebas preliminares para determinar los porcentajes de sustitución parcial en el pan molde integral. Estos porcentajes de

sustitución lograrían incrementar la cantidad de fibra en el pan molde integral. Con estos porcentajes de sustitución se buscó convertir el pan integral en una buena fuente de fibra, siguiendo lo establecido por el Reglamento Técnico Centroamericano para etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad en su Anexo E. Para que el producto pudiera ser considerado una buena fuente de fibra, se requiere un contenido mínimo de 6 gramos de fibra en 100 gramos de alimento o 3 gramos en 100 kcal de alimento.

### **Elaboración de los Tratamientos**

Los tratamientos fueron elaborados utilizando el procedimiento establecido por la Planta de Innovación de Alimentos (PIA). Primero, se hizo un pesado de los ingredientes. Después del pesado, un mezclado de los ingredientes secos (harina integral, levadura, harina todo uso, harina de albedo de maracuyá, azúcar, sal, propionato de calcio) usando una batidora de la marca Kitchenaid modelo K45SS con el acople de gancho por 3 minutos a velocidad 1. Posterior a este mezclado de ingredientes secos, se añadieron dos tercios de la leche de la formulación y se mezcló por 3 minutos a velocidad 1. Al terminar esos 3 minutos, se agregó la margarina y se mezcló nuevamente por 12 minutos a velocidad 2. Para finalizar, se agregaron de la leche restante y se mezcló por 3 minutos. Se realizó la prueba del gluten para confirmar que el proceso de mezclado se había hecho correctamente y la masa estaba lista. Al terminar el mezclado, la masa se dividió en porciones de 580 g luego se moldeó a mano, se colocaron en moldes de 32 cm x 10 cm x 10 cm engrasados para ser introducidos a un horno fermentador a 32 °C por 135 minutos. Si en estos 135 minutos no se lograba un leudado correcto, es decir que no hubo un aumento en volumen y un cambio visual en la textura debido a la incorporación de gases, se reintroducían las muestras por 15 minutos más. Una vez las muestras salieron del horno fermentador, fueron horneadas por 25 minutos a una temperatura de 150 °C. Al finalizar el horneado, las muestras fueron enfriadas a temperatura ambiente durante 4 horas.

## **Análisis Sensorial**

Se realizó una evaluación sensorial afectiva de aceptación para el control y los tratamientos con sustitución parcial. Esta ayudó a determinar la aceptación que tienen los diferentes porcentajes de sustitución de harina de trigo todo uso por harina de albedo de maracuyá. En las pruebas realizadas participaron 100 panelistas no entrenados.

Las muestras fueron elaboradas el mismo día de la prueba sensorial, siguiendo el proceso detallado anteriormente. Las muestras fueron presentadas de una manera homogénea, codificadas con números de tres dígitos generados aleatoriamente y en un orden de presentación aleatorio. A los panelistas se les entregó una boleta para evaluar las muestras de manera individual, para determinar el nivel de agrado o desagradado usando una escala hedónica de 9 puntos, donde 1: Me disgusta extremadamente, 2: Me disgusta mucho, 3: Me disgusta moderadamente, 4: Me disgusta ligeramente, 5: Ni me gusta ni me disgusta, 6: Me gusta ligeramente, 7: Me gusta moderadamente, 8: Me gusta mucho y 9: Me gusta extremadamente. En la boleta, los panelistas evaluaron los atributos de apariencia, color, olor, textura, sabor, sabor amargo y aceptación general con un espacio para comentarios. Además, se realizó una prueba de preferencia por ordenamiento en la cual los panelistas ordenaron los tratamientos del uno al cuatro, siendo uno el tratamiento más preferido y el cuatro el tratamiento menos preferido.

## **Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Se utilizó un diseño de Bloques Completos al Azar (BCA) donde se evaluaron tres tratamientos y un control con la reformulación del pan integral de Zamorano. Se realizaron 3 repeticiones para un total de 12 unidades experimentales.

Para el análisis estadístico, se utilizó el programa SAS® con un nivel de probabilidad de 95% realizando un análisis de varianza (ANDEVA) y una separación de medias Duncan. También se realizó un análisis de correlación para verificar el efecto que tuvieron las variables sobre la aceptación general

de cada tratamiento. Los datos obtenidos de la prueba de preferencia fueron analizados mediante la prueba no paramétrica de Basker.

### **Análisis Físicoquímicos**

Se realizaron análisis físicos y químicos al tratamiento con sustitución parcial con mayor aceptación y el control para comparar los resultados. Se analizaron color, textura, humedad, y fibra dietética en ambos. Los análisis fueron realizados en el Laboratorio de Análisis de Alimentos de Zamorano (LAAZ).

#### ***Color***

Para el análisis de color, se utilizó el equipo Colorflex Hunter L\*a\*b. Este equipo usa una escala de triple estímulo. El eje de la L\* mide la claridad con una escala que ronda del 0 al 100, con 100 representando mayor claridad y 0 menor claridad. El eje de la a\* incluye números negativos y positivos, los negativos representan el verde y los positivos el color rojo. El eje de la b\* igual incluye números negativos y positivos, con el negativo representando el azul y el positivo el amarillo.

#### ***Textura***

Para el análisis de textura, se utilizó el equipo Medidor de Textura Brookfield CT3 para medir dureza (N), masticabilidad (mJ) y elasticidad (mm). Se utilizó una sonda TA4/1000 para medir el perfil de textura de una rodaja de pan de 1.2 cm de profundidad.

#### ***Humedad***

Para el análisis de humedad se implementará el método AOAC 945.15/950.46B. usando un horno de convección a 105 °C. Este método consistió en presecar los crisoles en el horno a 105 °C por 8 horas, luego se enfriaron los crisoles en un desecador por una hora. Luego que fueron enfriados, se registraron los pesos de los crisoles. Una vez pesados, se colocaron 3 gramos de muestra en los crisoles secos para luego introducir la muestra en un horno de convección a 105 °C por 18 horas y luego a un desecador por 30 minutos y registrar los pesos. Con estos datos, se usó una ecuación para determinar el porcentaje de humedad. La ecuación es:

$$\%H = \frac{(\text{peso del crisol+muestra})-(\text{peso del crisol+materia seca})\times 100}{\text{peso de muestra}} \quad [1]$$

### **Fibra Dietética**

Para el análisis de fibra dietética se implementó el método AOAC 985.29. Este es un método enzimático gravimétrico. Se pesó aproximadamente 1 g de muestra dentro de un vaso de precipitación Berzelius de 600 mL. Dentro de este vaso, se agregaron 50 mL de buffer de fosfato a cada vaso. Se mezcló y se agregaron 100 uL de solución  $\alpha$ -amilasa y se incubó a baño maría a 95 °C por 15 minutos, agitando suavemente cada 5 minutos. Una vez cumplidos los 15 minutos se dejó enfriar a temperatura ambiente. Se añadieron 10 mL de solución de NaOH 0.275 molar y se ajustó el pH a  $7.5 \pm 0.2$ . Luego se agregó 100 uL de solución de proteasa 50 mg/mL al vaso de precipitación. Se incubó en baño maría a 60 °C por 30 minutos y se dejó enfriar a temperatura ambiente. Luego del enfriado, se agregaron 10 mL de solución HCl 0.325 molar y se ajustó el pH a un rango entre 4.0 – 4.6 y se añadieron 100 uL de solución de amiloglucosidasa y se incubó en baño maría por 30 minutos a 60 °C. Luego se agregaron 280 mL de etanol al 95% precalentado a 60 °C. Se dejaron precipitar las muestras por una hora a temperatura ambiente. Se pesaron los crisoles previamente incinerados a 550 °C por 1 hora, a los cuales se les agregó 0.5 g de celite. En los crisoles se utilizó etanol al 78% para distribuir el celite en todo el crisol. Se vertió el contenido del vaso de precipitación en el crisol y se filtró al vacío. Después del filtrado se realizó un lavado usando 3 porciones de 20 mL de etanol al 78%, dos porciones de 10 mL de etanol al 95% y dos porciones de 10 mL de acetona. Se retiraron los crisoles y fueron secados durante 8 horas en un horno de convección a 105 °C. Al salir del horno, se enfriaron en un desecador por una hora. Finalmente, cuando los crisoles estaban secos, se pesaron y se determinó el porcentaje de fibra.

**Diseño Experimental y Análisis Estadístico**

Para el análisis de los resultados de los análisis físicos y químicos, utilizó el programa SAS para realizar un análisis univariado para obtener las medidas de tendencia central y las medidas de dispersión.

## Resultados y Discusión

Los resultados se presentan de acuerdo con el orden en el que fueron investigados. Comenzando con los resultados de los análisis microbiológicos a la harina, luego con los datos de la prueba sensorial de aceptación y de preferencia realizada a los tratamientos con sustitución parcial y el control. Con los resultados de este análisis se obtuvo el tratamiento con sustitución con mayor aceptación general y se realizaron los análisis fisicoquímicos para compararlo con el tratamiento control.

### Análisis Microbiológico a la Harina de Albedo de Maracuyá

Previo al uso de la harina de albedo de maracuyá en la elaboración de los diferentes tratamientos con sustitución parcial, se realizaron los análisis microbiológicos para asegurar la inocuidad de este producto. Según lo establecido por Ministerio de Economía [MINECO] et al. (2012a) en el Reglamento Técnico Centroamericano de criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos, el subgrupo de frutas y vegetales desecados o deshidratados tienen límites para *Salmonella spp.* y para *E.Coli*. Se realizaron los análisis respectivos a la harina y se encontró ausencia de ambos microorganismos en la harina de albedo de maracuyá. En el Cuadro 4 se presentan los resultados de los análisis realizados. Se observa que en *Salmonella spp.* se obtuvo una ausencia en 25 gramos y para *E.Coli* se reportaron <10 UFC/g. Ambos resultados se encuentran dentro de lo permitido, por lo cual se pudo utilizar la harina para los tratamientos con sustitución parcial. Este resultado se puede deber al proceso de escaldado a 90 °C por 10 minutos y el proceso de deshidratado, acompañados de una buena manipulación y condiciones de almacenamiento.

#### Cuadro 4

*Resultados de las pruebas microbiológicas realizadas a la harina de albedo de maracuyá*

Muestra	<i>Escherichia coli</i> (UFC/g)	<i>Salmonella spp.</i> (UFC/g)
Harina de albedo de maracuyá	<10 UFC/g	Ausencia/25 g
Límites permitidos	10 <sup>2</sup> UFC/g	Ausencia/25 g

Nota. UFC: Unidades Formadoras de Colonias. G: Gramos.

#### Formulación Teórica y Pruebas Preliminares de Sustitución.

Con la adición de harina de albedo de maracuyá, se tenía como objetivo incrementar la cantidad fibra en el alimento hasta llevarlo a convertirse en una buena fuente de fibra. Los porcentajes de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá mejor aceptados en un pan de miel brasileño fueron entre 10-20% de sustitución (Conti-Silva y Roncari, 2015). Tomando estos porcentajes en cuenta se determinaron los porcentajes de sustitución parcial de 10%, 15% y 20% de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá. Tomando los valores nutricionales de la harina de albedo de maracuyá determinados por Souza et al. (2008) y complementando con las tablas de composición de alimentos de la Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá (b2018), se realizó la formulación teórica de los tratamientos con los porcentajes de sustitución mencionados anteriormente. El aumento en fibra de los tres diferentes porcentajes de sustitución mostro un incremento en la cantidad de fibra en el alimento.

Se realizaron pruebas preliminares con porcentajes de sustitución 10%, 15% y 20% de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá. Las pruebas presentaron características no deseadas en un pan integral, como lo fueron un sabor residual amargo demasiado fuerte, un tono verdoso leve en la miga y un tamaño demasiado bajo. La prueba con sustitución de 20% no logro un leudado correcto del pan integral y junto a la prueba con sustitución de 15% presentaron un sabor residual amargo muy fuerte y un tono verdoso leve, las cuales se consideraron como características sensoriales no agradables. Tomando en cuenta los resultados de estas pruebas, se decidió trabajar con el 50% de cada sustitución planeada, es decir se consideraron sustituciones de 5%, 7.5% y 10% de harina de albedo de maracuyá por harina de trigo (Cuadro 5).



**Cuadro 5**

*Formulaciones con sustitución parcial de harina de trigo todo uso por harina de albedo de maracuyá en un pan molde integral*

Ingredientes	Control (%)	Formulación 5% (%)	Formulación 7.5% (%)	Formulación 10% (%)
Harina de trigo todo uso	38.56	36.632	35.668	34.704
Harina de trigo integral	19.69	19.69	19.69	19.69
Harina de albedo de maracuyá	0	1.928	2.892	3.856
Leche fluida	33.2	33.2	33.2	33.2
Margarina	4.52	4.52	4.52	4.52
Azúcar	2.81	2.81	2.81	2.81
Levadura	0.65	0.65	0.65	0.65
Sal	0.47	0.47	0.47	0.47
Propionato de calcio	0.12	0.12	0.12	0.12
<b>Total</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>	<b>100.00</b>

*Nota.* %: Porcentaje.

**Análisis Sensorial**

El tratamiento control fue el mejor evaluado en todos los atributos. Los tratamientos con sustitución no mostraron diferencias significativas en la aceptación de los atributos de apariencia, color y textura entre ellos ni con el tratamiento control. En el Cuadro 6 se muestran las medias obtenidas de los atributos evaluados por los panelistas. El tratamiento con sustitución mejor evaluado fue el tratamiento con 5%, mostrando las medias más altas con respecto a los demás tratamientos con sustitución en los atributos de r, sabor, sabor amargo y aceptación general. Los tratamientos con 7.5 y 10% de sustitución tuvieron las medias más bajas en sabor, sabor amargo y aceptación. Esto se puede relacionar a que a medida aumentaba la cantidad de harina de albedo de maracuyá, el sabor y el sabor amargo se veía afectados de una manera negativa, y en un alimento como un pan integral, es muy notorio.

**Cuadro 6**

*Resultados obtenidos del análisis sensorial en los atributos de apariencia, color, olor, textura, sabor,*

*sabor amargo y aceptación general en los tratamientos con sustitución parcial y el tratamiento*

*control*

Tratamiento	Apariencia	Color	Olor	Textura	Sabor	Sabor Amargo	Aceptación General
	Media $\pm$ DE ND	Media $\pm$ DE ND	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE ND	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE	Media $\pm$ DE
TRT Control	7.25 $\pm$ 1.48	7.21 $\pm$ 1.32	7.19 $\pm$ 1.29 <sup>a</sup>	6.94 $\pm$ 1.60	6.86 $\pm$ 1.62 <sup>a</sup>	6.39 $\pm$ 1.85 <sup>a</sup>	7.26 $\pm$ 1.44 <sup>a</sup>
TRT 5%	6.99 $\pm$ 1.60	6.96 $\pm$ 1.49	7.11 $\pm$ 1.48 <sup>ab</sup>	6.6 $\pm$ 1.70	6.06 $\pm$ 1.79 <sup>b</sup>	5.46 $\pm$ 1.95 <sup>b</sup>	6.53 $\pm$ 1.73 <sup>b</sup>
TRT 7.5%	7.17 $\pm$ 1.36	7.2 $\pm$ 1.40	6.98 $\pm$ 1.52 <sup>ab</sup>	6.57 $\pm$ 1.43	5.37 $\pm$ 1.98 <sup>c</sup>	4.75 $\pm$ 2.04 <sup>c</sup>	5.98 $\pm$ 1.66 <sup>c</sup>
TRT 10%	7.06 $\pm$ 1.40	6.92 $\pm$ 1.50	6.6 $\pm$ 1.57 <sup>b</sup>	6.56 $\pm$ 1.50	5.53 $\pm$ 1.97 <sup>c</sup>	4.73 $\pm$ 2.05 <sup>c</sup>	6.02 $\pm$ 1.63 <sup>c</sup>
%CV	20.29	20.08	20.79	23.23	29.98	36.68	24.44

*Nota.* Medias con letras diferentes (a, b, c) en cada atributo muestran diferencias significativas ( $P < 0.05$ ). CV: Coeficiente de Variación. DE:

Desviación Estándar. Escala hedónica de 9 puntos, donde 1: Me disgusta extremadamente, 5: No me gusta ni me disgusta, 9: me gusta extremadamente. TRT Control: 0% harina de albedo de maracuyá. TRT 5%: 5% harina de albedo de maracuyá. TRT 7.5%: 7.5% harina de albedo de maracuyá TRT 10%: 10% harina de albedo de maracuyá.

### **Apariencia**

Según Manfugás (2020) la apariencia se define como todos los atributos visibles de una sustancia u objeto. Comparando y analizando las medias obtenidas en el análisis sensorial, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tres tratamientos con sustitución y el control en este atributo. Las medias se encuentran dentro del rango número 7 en la escala hedónica de 9 puntos. Esto refleja que a los panelistas les gusto moderadamente la apariencia de los 4 tratamientos. Según Patiño Pérez, los panelistas toman en cuenta la forma, el tamaño, y la translucidez para poder evaluar la apariencia en un alimento. En el caso de productos de panificación, la apariencia también consta en la corteza, su firmeza, su grosor y la percepción visual sobre la textura de esta, al igual que en el tamaño de miga de este. Los resultados no se vieron afectados, lo cual se puede relacionar a los bajos porcentajes de sustitución de la harina de albedo de maracuyá. En comparación con los resultados obtenidos por Gomes et al. (2016), en la elaboración de un pan con harina de banano verde con su cáscara como sustitución parcial de harina de trigo, el pan con sustitución de 10% no presentó diferencias comparado al control, pero el pan con sustitución parcial de 20% si mostro diferencias significativas en comparación al control en este atributo. En los resultados de ese estudio, se pudo

observar que porcentajes de sustitución superiores al 10% tienen un efecto sobre la apariencia. Esto también concuerda con las pruebas preliminares realizadas antes de empezar el estudio, ya que las pruebas realizadas con 20% de sustitución y 15% de sustitución empezaron a tener dificultades al momento de la fermentación, donde estas muestras no tuvieron un aumento en volumen y al finalizar el horneado tenían una apariencia pequeña y un tamaño de miga más alejado a lo que se observa en el tratamiento control. Los consumidores no están acostumbrados a percibir estas características en alimentos como el pan y tienen el potencial de generar niveles de aceptación más bajos en estos productos.

### **Color**

El color es un atributo muy importante en la industria de los alimentos. Según Manfugás (2020), el consumidor realiza una asociación entre el color del alimento y otras propiedades del alimento, como el sabor. Al ser un compuesto que es percibido por el sentido de la vista, el color es percibido muy rápido antes de consumir o elegir un alimento, por ello es de suma importancia tenerlo en consideración. Con respecto a las medias obtenidas en la presente investigación, no se encontraron diferencias significativas ( $p > 0.05$ ) entre los tratamientos con sustitución parcial y el tratamiento control. Las medias para este atributo de los cuatro tratamientos se encuentran dentro del número 7 dentro de la tabla hedónica de 9 puntos. Este valor muestra que a los panelistas les gustó moderadamente este atributo. Este valor es positivo, ya que al no mostrar diferencias con respecto al tratamiento control, los consumidores perciben un color que asocian normalmente con el color encontrado en un pan molde integral sin sustitución parcial de harina. Los consumidores asocian el color de un alimento con diferentes “significados” que ellos mismos les dan, a base de experiencias y conocimientos propios, como la asociación entre alimentos de cierto color y la nutrición (Charles Spence, 2023). Al igual que con el atributo anterior, las medias sin diferencias estadísticas se podrían asociar a que los porcentajes de sustitución parcial son muy bajos. A pesar de lo investigado por Silva (2015), que la harina de albedo de maracuyá tiene un contenido de  $7.68 \pm 0.43 \mu\text{g}$  de carotenoides

por gramo de harina, los porcentajes se encuentran muy bajos para mostrar una diferencia. Esto se vio reflejado en las pruebas preliminares ya que las pruebas con 15 y 20% de sustitución mostraron un color verdoso, al igual cambios en el color de la corteza. Esto se relaciona con el estudio realizado por Bravo Pérez y Prada (2015), donde se evaluaron las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan molde con sustitución parcial de harina de chontaduro (*Bactris Gasipaes*) var. Rojo cauca, y se encontró que el tratamiento con 15% de sustitución presentaba variaciones en los colores del producto. Con porcentajes de sustitución más altas, los tratamientos podrían presentar una variación en el color y de esa manera afectar la aceptabilidad por parte de los panelistas.

### **Olor**

“El olfato es un sentido de alerta y de placer. Nos informa sobre el aire que respiramos y sobre los alimentos y bebidas que consumimos. Hace enseguida una selección entre lo agradable y lo desagradable” (Molina, 2011). El olor de un producto es un aspecto muy importante de los alimentos y al momento en que los consumidores toman una decisión sobre si les agrada o no. En esta investigación se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el tratamiento control y el tratamiento con 10% de sustitución parcial, donde el tratamiento con 10% mostro la aceptación más baja en este atributo. Sin embargo, no se encontraron diferencias entre el tratamiento control y los tratamientos con 5 y 7.5% de sustitución. De la misma forma, no se encontraron diferencias entre los tratamientos con 5 y 7.5% de sustitución y el tratamiento con 10% de sustitución. Aun con estas diferencias, el tratamiento con 10% de sustitución, el cual tiene la media más baja, se encuentra dentro del número 6 de la tabla hedónica de 9 puntos, indicando que a los panelistas les gusto ligeramente el olor de este tratamiento. Los aumentos en porcentajes de sustitución mostraron tener una influencia en el olor del pan molde integral. Una explicación a esta generación de olores se puede deber a los compuestos encontrados dentro de la cáscara de maracuyá. En un estudio realizado por Silva (2015), donde se evaluó la extracción de compuestos bioactivos y pectina de cáscara de maracuyá utilizando un sistema ultrasonido, determinó que en el producto se encuentran flavonoides dentro de

la estructura de la fruta. Estos compuestos pueden otorgar un distinguido olor. De la misma manera, en un estudio realizado por Zeraik et al. (2010), titulado "Maracuyá: ¿un alimento funcional?", se mostró que en el maracuyá también se encuentran muchos compuestos volátiles como los ésteres (alifáticos, aromáticos y terpenoides) y los norterpenoides c13. Un olor muy pronunciado, provocado por estos y otros compuestos, causan que la aceptación del consumidor disminuya ya que ellos no asocian esos olores con esa rama de productos. Estos compuestos contribuyen a la producción de un olor con el cual el consumidor no está acostumbrado a percibir en un pan molde integral. Comparando las medias obtenidas, podemos observar que los panelistas percibieron el olor en los tres tratamientos con sustitución parcial, y a medida aumentaba el porcentaje de harina de albedo de maracuyá agregada de 5% a 10%, se redujo la aceptación.

### ***Textura***

La textura de un pan, al igual que el olor y el color, son los tres aspectos determinantes para la aceptación (Esteban Gutiérrez La Torre, 2014). La textura se presenta como un factor muy importante en la composición de un pan integral. En esta investigación, no se encontraron diferencias significativas entre las medias de los tratamientos con sustitución parcial con respecto a la media del tratamiento control. Las medias se encuentran dentro del número 7 de la escala hedónica de 9 puntos. Esto refleja que a los panelistas les gusta moderadamente la textura de los cuatro tratamientos. La sustitución de la harina de trigo por harina de cáscara de maracuyá puede afectar la textura del pan ya que es una harina libre de gluten. Al tener una reducción en la cantidad de gluten, el pan no tendría un desarrollo en la etapa de fermentación igual que el control. Sin embargo, al tener un porcentaje de sustitución menor, el efecto sobre la textura no presenta ser perceptible por el consumidor y no afecta su aceptación. A diferencia del estudio realizado por Gomes et al. (2016), en la elaboración de un pan con harina de banano verde con su cáscara como sustitución parcial de harina de trigo, donde si se encontraron diferencias significativas entre el tratamiento control y los demás tratamientos con sustitución. Esto debido a que los porcentajes de sustitución usados en esa investigación son mayores

al 10%, llegando hasta un 25%. Si usamos la harina de albedo de maracuyá, podemos sustituir la harina de trigo hasta un 10% sin afectar la aceptación del consumidor en el atributo de textura.

### **Sabor**

El sabor en los alimentos es uno de los atributos principales que influyen en la decisión de un consumidor al momento de elegir un alimento. Según International Food Information Council (2020), donde realizaron encuestas para buscar que atributo influenciaba la decisión de compra de los consumidores, el 88% de las personas dijeron que el sabor era importante. Comparando las medias obtenidas en esta investigación, se obtuvieron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos con sustitución parcial y el tratamiento control. El tratamiento control obtuvo la media más alta ( $6.86 \pm 1.6$ ) en comparación a los demás. En cuanto a los tratamientos con sustitución parcial, el que obtuvo mejores resultados en este atributo fue el tratamiento con 5% de sustitución parcial, mostrando diferencias significativas en comparación a los tratamientos con 7.5 y 10% de sustitución parcial. La media del tratamiento con 5% de sustitución se encuentra dentro del número 6 en la escala hedónica de 9 puntos, reflejando que este tratamiento les gusto ligeramente a los panelistas. Podemos observar que a medida se incrementó el porcentaje de sustitución en los tratamientos, la aceptación en el sabor disminuye en los tratamientos. Este fue un motivo clave, por lo cual no se utilizaron los tratamientos con 15 y 20% de sustitución que se elaboraron en las pruebas preliminares, ya que tenían un sabor no agradable. En un estudio realizado por Moreno T. (2015), donde se evaluó el uso de albedo de maracuyá (*Passiflora edulis*) y toronja (*Citrus paradisi*) como extensor con fibra en una salchicha frankfurter de pollo, se encontraron diferencias significativas en el atributo de sabor entre los tratamientos con mayor porcentaje de harina de albedo de maracuyá. Esto concuerda con lo encontrado en esta investigación, donde el sabor se ve influenciado a medida se incrementa la cantidad de harina de albedo de maracuyá en el producto.

### ***Sabor Amargo***

Como se mencionó anteriormente, el sabor es un atributo muy importante para el consumidor al momento de elegir un producto alimenticio. A pesar de que la industria siempre está innovando en los sabores en diferentes tipos de alimentos, hay sabores que aún no son aceptados en algunos productos. En un estudio realizado por Zlata Borsic Laborde (2018), se evaluó la influencia de los atributos intrínsecos en la intención de compra de pan integral en Quito. Este estudio determinó que el sabor agrio y el sabor amargo exhiben una relación inversamente proporcional con la intención de compra de pan integral. En esta investigación, se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre los tratamientos con sustitución y el tratamiento control. Entre los tratamientos con sustitución de 7.5 y 10%, no se encontraron diferencias estadísticas, obteniendo medias dentro del número 4 de la escala hedónica de 9 puntos que refleja que a los panelistas les disgustó ligeramente los productos. El tratamiento control tuvo la mejor media ( $6.39 \pm 1.85^a$ ) de todos los tratamientos. El tratamiento con 5% de sustitución presentó los mejores resultados entre los tratamientos con sustitución de harina de albedo de maracuyá, obteniendo diferencias significativas con respecto a los tratamientos con 7.5 y 10% de sustitución. El sabor amargo aumentó a medida aumentaba la cantidad de harina de albedo de maracuyá en el producto. Esto concuerda con el estudio realizado por Esteban Gutiérrez La Torre (2014), donde también se mostró una acentuación en el sabor amargo a medida se aumentaba el nivel de sustitución, disminuyendo el nivel de aceptación de sus tratamientos. Este sabor amargo encontrado en el albedo de maracuyá se debe a diferentes sustancias, una de ellas el flavonoide conocido como naringina (Alcides Polanía Patiño y Daniela Fuentes Vargas, 2020). Al contener un sabor amargo más acentuado, los tratamientos con mayor porcentaje de sustitución presentar medias de aceptación menores.

### ***Aceptación General***

La aceptación general se refiere al nivel de aceptación de los panelistas sobre las cuatro muestras evaluadas con relación a los atributos evaluados anteriormente. Se encontraron diferencias





## Prueba de Preferencia

Para analizar los datos de la prueba de preferencia por ordenamiento que se les realizaron a los cuatro tratamientos, se usó la prueba no paramétrica de Basker. Esta tiene como objetivo identificar cual muestra fue más preferida por los panelistas. Esta prueba funciona en evaluaciones donde hay más de dos opciones. Los resultados del análisis sensorial de preferencia por ordenamiento se muestran en el Cuadro 8. Dependiendo del número de panelistas y el número de productos evaluados, se define un “valor crítico” utilizando la tabla de la Prueba de Basker y Kramer. Para obtener los resultados, cada columna vertical se resta con cada columna horizontal para tener un valor. Si este valor es mayor al valor crítico, se considera que existen diferencias significativas en ese producto. El valor crítico, para 100 panelistas evaluando cuatro productos es de 46.9. El tratamiento control superó el valor crítico al hacer la resta con los demás tratamientos, reflejando que existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre este tratamiento y los demás. también presentó el puntaje más bajo, esto significa que obtuvo la mayor cantidad de 1 en la evaluación, siendo así el más preferido. En cuanto a los tratamientos con sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá, el tratamiento que fue más preferido fue el tratamiento con 5% de sustitución. Este mostro diferencias significativas entre los tratamientos con sustitución parcial. Los tratamientos con los porcentajes de sustitución de 7.5 y 10% no demostraron diferencias significativas entre ellos. Ambos mostraron los puntajes más altos, dando a entender que fueron los menos preferidos de esta evaluación sensorial.

### Cuadro 8

*Resultados de la prueba de preferencia por ordenamiento de los tratamientos con sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá y el tratamiento control*

	Tratamiento	TRT Control	TRT 5%	TRT 7.5%	TRT 10%
Tratamiento	Suma de categorías	161	241	306	291
TRT Control	161	0	80	145	130
TRT 5%	241	-80	0	65	50
TRT 7.5%	306	-145	-65	0	-15
TRT 10%	291	-130	-50	15	0

*Nota.* TRT Control: 0% harina de albedo de maracuyá. TRT 5%: 5% harina de albedo de maracuyá. TRT 7.5%: 7.5% harina de albedo de maracuyá TRT 10%: 10% harina de albedo de maracuyá. Valor crítico: 46.9

### **Análisis Físicoquímicos**

Los análisis físicoquímicos se realizaron en el tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá. Entre los tratamientos con sustitución, este fue el tratamiento que mostro valores mayores en aceptación general y en preferencia, lo cual fue determinante para realizarle los análisis físicoquímicos a este tratamiento.

### **Color**

El color es una característica del producto que tiene mucha importancia, ya que es uno de los primeros aspectos que perciben los consumidores de un producto. también es una característica que puede variar de producto en producto, en especial cuando se sustituyen ingredientes. Para la medición de color se pueden usar diferentes técnicas y equipos. En este caso se utilizó el Colorflex Hunter  $L^*a^*b$ . Este equipo trabaja bajo el principio desarrollado por la Comisión Internacional de Iluminación (CIE por sus siglas en francés) en 1976 donde las siglas  $L^*a^*b$  representan diferentes valores. (Phillips, 2023).  $L^*$  indica la luminosidad en una escala del cero al 100, los valores más cercanos a 0 representan colores de tonalidad negra mientras que valores más cercanos a 100 representan colores de tonalidad blanca. Los parámetros  $a^*$  y  $b^*$  no tienen un límite. Un valor negativo de  $a^*$  corresponde al color verde mientras que un valor positivo corresponde al color rojo. Los valores negativos de  $b^*$  corresponden al color azul y los valores positivos de  $b^*$  corresponden al color amarillo.

En el Cuadro 9 se pueden observar los valores obtenidos para el tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá en los parámetros  $L^*a^*b$ . En el parámetro de luminosidad se observa un valor de 59.66. En el parámetro de  $a^*$  se observa un valor de 7.17 y en el parámetro de  $b^*$  se obtuvo un valor de 24.78. Comparando los valores que se obtuvieron para el tratamiento con 5% de sustitución parcial con los valores del tratamiento control evaluado por Cordon L. (2022), podemos notar diferencias en los valores de  $L^*$  y de  $a^*$ , mientras que

para el valor  $b^*$  se obtuvieron resultados similares. En ese estudio se obtuvo un valor de 65.44 en el parámetro  $L^*$  para el tratamiento control, un valor de 4.65 para el parámetro de  $a^*$  y un valor de 23.78 para el parámetro de  $b^*$ . En el parámetro de  $b^*$  podemos observar valores muy similares, comparando ambos resultados. En el parámetro de  $L^*$  se aprecia una leve diferencia al comparar ambos resultados. Estos resultados similares se puede deber que a pesar de un contenido de carotenoides reportado por Silva (2015) en la harina de albedo de maracuyá, el porcentaje de sustitución no fue suficientemente alto para afectar al producto en este parámetro. A diferencia de los parámetros anteriores, en  $a^*$  si se puede observar una diferencia más alta al comparar los resultados. Este valor más alto en el parámetro de  $a^*$  para el tratamiento con 5% de sustitución parcial esto se justifica con lo investigado por Silva (2015), donde menciona que la harina de albedo de maracuyá tiene un contenido de  $7.68 \pm 0.43 \mu\text{g}$  de carotenoides por gramo de harina, lo que elevaría el parámetro de  $a^*$  en este tratamiento.

#### Cuadro 9

*Resultados del análisis de color en la escala de  $L^*a^*b$  del tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá*

Tratamiento	$L^* \pm \text{D.E.}$	$a^* \pm \text{D.E.}$	$b^* \pm \text{D.E.}$
TRT 5%	$59.66 \pm 1.69$	$7.17 \pm 0.44$	$24.78 \pm 0.36$
%CV	2.83	6.12	1.46

*Nota.* D.E: Desviación Estándar. %CV: Coeficiente de variación. TRT 5%: 5% de harina de albedo de maracuyá.

#### Textura

La textura de los alimentos son todas las propiedades que se detectan al tacto con la boca y las manos (Dahl, 2020). Muchos alimentos tienen texturas muy características con respecto al tipo de alimento. Estas texturas son las que los consumidores asocian a los productos incluso antes de consumirlos. Para el análisis de textura del tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá se realizó un perfil de textura para determinar la dureza, la elasticidad y la masticabilidad del tratamiento. La dureza es la fuerza requerida para comprimir un alimento entre los molares, la elasticidad es la extensión a la que un alimento comprimido retorna a

su tamaño original cuando se retira la fuerza y la masticabilidad es la energía requerida para masticar un alimento sólido listo para ser tragado (Hoyos Sánchez y Palacios Peña, 2015). En este estudio se obtuvo valores de 14.83 N para dureza, 2.64 mJ para elasticidad y 26.11 mm para masticabilidad. Estos valores se pueden observar en el Cuadro 10. Comparando los resultados de este experimento con los resultados para un tratamiento control realizado por Cordon L. (2022), se puede observar una media más alta en dureza, y medias más bajas para elasticidad y masticabilidad. En un estudio realizado por Gutierrez Castillo (2022) donde se realizó la elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de Quinua y Tarwi, al momento de evaluar el perfil de textura, encontró que los tratamientos con sustitución parcial tenían valores más altos en dureza y valores más bajos en elasticidad en comparación a el tratamiento control. De la misma manera, Moraes y Gustaferrero Servalli (2017) en su evaluación del uso de harina de cascara de maracuyá (*Passiflora edulis F. Flapicarpa*) en la elaboración de pan de molde, encontraron que al sustituir 5% de harina de trigo con harina de albedo de maracuyá, la masticabilidad de su tratamiento se reducía. Estos valores pueden ser un resultado de la disminución de gluten que existe al sustituir la harina de trigo con la harina de albedo de maracuyá en este caso. Al disminuir la cantidad de gluten en este tratamiento, la viscoelasticidad del pan no es la misma por lo cual aumenta la dureza y disminuye la elasticidad

### Cuadro 10

*Resultados del análisis de textura del tratamiento con 5% de sustitución de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá*

Tratamiento	Dureza (N) $\pm$ D.E.	Elasticidad (mJ) $\pm$ D.E.	Masticabilidad (mm) $\pm$ D.E.
TRT 5%	14.83 $\pm$ 0.17	2.64 $\pm$ 0.05	26.11 $\pm$ 1.79
%CV	1.14	2.18	6.86

*Nota.* N: Newton. mJ: miliJoules. mm: Milímetros. D.E: Desviación estándar. CV: Coeficiente de variación. TRT 5%: 5% harina de albedo de maracuyá.

### Humedad

La humedad es la cantidad de agua en la superficie o en el interior de un cuerpo, en este caso de un alimento (Flores et al., 2021). La humedad es un atributo del alimento que puede afectar

características como la textura, el sabor y su estabilidad. En el Cuadro 11 están los resultados del análisis de humedad que fueron realizados al tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá. Se obtuvo un valor de 34.48% de humedad en este tratamiento. Según lo establecido por NTP 206.004:1988 Pan de molde: Pan blanco, pan integral y sus productos tostados (2016) en la Norma Técnica Peruana para Pan de molde: Pan blanco, Pan integral y sus productos tostados, el máximo de humedad para cualquier tipo de pan es 40%, por lo cual el tratamiento con 5% de sustitución se encuentra dentro de este límite establecido. En comparación a la media obtenida para un tratamiento control en un estudio realizado por Cordon L. (2022), se observa que el porcentaje de humedad es menor (27.77%). Estos valores concuerdan con los resultados del estudio realizado por Catarino (2016) en el que se realizó una preparación y caracterización de la harina de cáscara de maracuyá para aplicación en galletas, donde los tratamientos con sustitución de harina de cáscara de maracuyá presentaron valores de humedad más altos que el tratamiento control. La harina de albedo de maracuyá presenta una alta capacidad de retención de agua (Ribeiro et al., 2018). Esta capacidad de retención de agua puede explicar los porcentajes más altos de humedad en tratamientos con harina de albedo de maracuyá. Al tener un porcentaje más alto de humedad, también se podría ver reflejados cambios en otros atributos como la textura y el sabor de este tratamiento.

### **Cuadro 11**

*Resultados de análisis de humedad expresado en porcentaje del tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá*

Tratamiento	Humedad (%) $\pm$ D.E.
TRT 5%	34.48 $\pm$ 1.53
%CV	4.44

*Nota.* CV: Coeficiente de variación. D.E: Desviación Estándar. TRT 5%: 5% harina de albedo de maracuyá.

## Fibra Dietética

La fibra dietética es conocida como todas las partes comestibles de alimentos vegetales que son resistente a la digestión y absorción en el intestino delgado humano y presentan fermentación parcial o completa en el intestino grueso (Alanís-García et al., 2021). Se incluyen sustancias como lignina, celulosa, hemicelulosa y otras sustanciadas relacionadas a la planta. La fibra dietética tiene efectos positivos en la salud, contribuyendo a evitar enfermedades como el cáncer, la obesidad, diabetes y enfermedades cardiovasculares (Alanís-García et al., 2021). En el Cuadro 12 se presentan los resultados de los análisis de fibra dietética total que se realizaron al tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá. Este tratamiento contiene 9.40% de fibra dietética, lo que significa que, en una porción de 50 g, este tratamiento contiene 4.7 g de fibra dietética. Siguiendo lo establecido por Ministerio de Economía [MINECO] et al. (2012b) en el anexo E del Reglamento Técnico Centroamericano de etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad, el tratamiento con 5% de sustitución podría considerarse una buena fuente de fibra. En un estudio realizado por Cordon L. (2022) donde se evaluó un tratamiento control, se obtuvo un contenido de fibra dietética total de 7.26%. En comparación a los resultados encontrados en este estudio, se observa un aumento de 29.48% en la cantidad de fibra dietética. Esto concuerda con los resultados de Conti-Silva y Roncari (2015) y DAMASCENO et al. (2018) donde al sustituir la harina de trigo todo uso por harina de albedo de maracuyá, el porcentaje de fibra incrementaba, y a medida el porcentaje de sustitución aumentaba, el porcentaje de fibra aumenta lo que concuerda con las formulaciones teóricas realizadas de los tratamientos con porcentajes más altos de sustitución parcial. Este aumento en fibra puede tener efectos positivos en la salud de los consumidores, pero también puede afectar atributos del pan, como lo menciona WENG et al. (2020), donde al incrementar el porcentaje de harina de albedo de maracuyá, incrementaba el contenido de fibra, pero los valores de aceptación de sabor

y flavor disminuían. Estos resultados también se pueden ver reflejados en el análisis sensorial realizado en esta investigación.

### **Cuadro 12**

*Resultados de análisis de fibra dietética total del tratamiento con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de albedo de maracuyá*

Tratamiento	Fibra Dietética Total (%) $\pm$ D.E.
TRT 5%	9.40 $\pm$ 0.27
%CV	2.85

*Nota.* CV: Coeficiente de variación. D.E: Desviación estándar. TRT 5%: 5% de harina de albedo de maracuyá.

### **Conclusiones**

La sustitución parcial de harina de albedo de maracuyá no afectó la aceptación de los atributos de apariencia, color y textura, pero disminuyó la aceptación de los atributos de sabor y sabor amargo.

El pan molde integral con 5% de harina de albedo de maracuyá presentó la mayor aceptación general y preferencia de los tratamientos con sustitución.

La adición de 5% de harina de albedo de maracuyá genera tonalidades de color café claro en el pan, alcanza los niveles requeridos de fibra dietética para ser considerado una buena fuente de fibra dietética según el RTCA 67.01.60:10. 2012 y contiene un porcentaje de humedad dentro de los rangos aceptables para pan integral.



### **Recomendaciones**

Determinar los costos de producción de la harina de albedo de maracuyá para su implementación como un ingrediente.

Desarrollar formulaciones de diferentes productos con la harina de albedo de maracuyá para poder aprovechar su contenido de fibra y que el sabor amargo se enmascare.

Aplicar diferentes tratamientos como un macerado en busca de inactivar compuestos que brindan el sabor amargo a la harina de albedo de maracuyá.

Realizar un análisis para determinar la cantidad de proteína y minerales presentes en un pan molde con 5% de sustitución parcial de harina de trigo por harina por harina de albedo de maracuyá.

Realizar un análisis de los compuestos bioactivos de la harina de albedo de maracuyá.

## Referencias

Aguero Gauto, S. R., Brítez Segovia, Luz María Alicia y Reckziegel Kressin, Y. (2022). Incorporación de harinas no convencionales derivadas de frutas en un producto de panificación. *REVISTA IMPACTO*, 2(1), 16–28. <https://revistas.uni.edu.py/index.php/impacto/article/view/354>

Alanís-García, A.-G., González-Rubio, P. Y., Delgado-Olivares, L. y Cruz-Cansino, N. d. S. (2021). Fibra dietética: historia, definición y efectos en la salud. *Educación y Salud Boletín Científico Instituto de Ciencias de la Salud Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo*, 9(18), 187–195. <https://doi.org/10.29057/icsa.v9i18.6604>

Alcides Polanía Patiño y Daniela Fuentes Vargas. (2020). Comparación de los valores nutricionales del fruto de *Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener y su uso potencial en la industria. En *Tendencia en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica* (pp. 26–43). <https://doi.org/10.47212/tendencias2020vol.xiii.3>

Bamford, V. (2019). *Opportunities & Challenges for the industry in 2019*. British Baker. <https://bakeryinfo.co.uk/ingredients-opinion/opportunities-andamp-challenges-for-the-industry-in-2019/625721.article>

Banco Mundial. (2023, 31 de marzo). *Agricultura y alimentos*. <https://www.bancomundial.org/es/topic/agriculture/overview#1>

Bravo Pérez, E. y Prada, L. M. (2015). *Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del pan tipo molde con sustitución parcial de harina de chontaduro (Bactris Gasipaes) var. Rojo cauca* [Tesis de pregrado, Universidad de la Salle, Bogotá]. COinS. [https://ciencia.lasalle.edu.co/ing\\_alimentos/3](https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/3)

Caicedo García, M. A. (2021). *Obtención de una fuente de fibra dietaria a partir de residuos agroindustriales de pasifloras* [Tesis de posgrado, Universidad Nacional de Colombia, Colombia]. repositorio.unal.edu.co. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80472>

Catarino, R. P. F. (2016). *Elaboração e caracterização de farinha de casca de maracujá para aplicação em biscoitos* [Tesis de pregrado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná; Londrina; Brasil; Tecnologia em Alimentos; UTFPR]. [riut.utfpr.edu.br. https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12472](https://riut.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/12472)

Centers for Disease Control and Prevention. (2022). *Poor Nutrition | CDC*. <https://www.cdc.gov/chronicdisease/resources/publications/factsheets/nutrition.htm>

Charles Spence (2023). On the manipulation, and meaning(s), of color in food: A historical perspective. *Journal of Food Science*, 88(S1), A5-A20. <https://doi.org/10.1111/1750-3841.16439>

Clasificación Integrada de seguridad alimentaria en Fases. (2022). *Análisis de inseguridad alimentaria aguda de la CIF Diciembre 2021 - Agosto 2022*. <https://www.ipcinfo.org/ipc-country-analysis/details-map/en/c/1155409/>

Conti-Silva, A. C. y Roncari, R. F. (2015). Sensory features and physical-chemical characterization of Brazilian honey bread with passion fruit peel flour. *Nutrition & Food Science*, 45(4), 595–605. <https://doi.org/10.1108/NFS-03-2015-0023>

Cordon L., C. A. (2022). *Desarrollo de pan molde integral con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de Hierba Mora (Solanum Americanum): Desarrollo de pan molde*

*integral con sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de Hierba Mora (Solanum Americanum)* [Proyecto Especial de Graduación, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2022]. [bdigital.zamorano.edu](https://bdigital.zamorano.edu). <https://bdigital.zamorano.edu/items/04b00f0f-0390-4c11-9e7d-5f875073f5e7>

Dahl, W. J. (2020). *Modificación de la textura de los alimentos para el adulto mayor*. Food Science and Human Nutrition. <https://edis.ifas.ufl.edu/publication/FS183>

Damasceno, c. S. B., Silva, d. N., Damasceno, e. R., Oliveira, L. F. d. y Candil, R. F. (2018). Efeito da adição de farinha da casca de maracujá (*Passiflora edulis*) na aceitabilidade de pão. *Visão Acadêmica*, 19(3). <https://doi.org/10.5380/acd.v19i3.62298>

dos Santos, V. A., Ramos, J. D., Laredo, R. R., Silva, Fábio Oseias dos Reis, Chagas, E. A. y Pasqual, M. (2017). Produção e qualidade de frutos de maracujazeiro-amarelo provenientes do cultivo com mudas em diferentes idades. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, 16(1), 33–40. <https://doi.org/10.5965/223811711612017033>

Eliseth De Souza Viana, Andrea Dos Santos Souza, Ronielli Cardoso Reis y Vânia Jesus dos Santos de Oliveira (2018). Aplicação de farinha de banana verde na substituição parcial da farinha de trigo em pão de forma. *SEMINA: CIENCIAS AGRARIAS*, 39(6), 2399. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2018v39n6p2399>

Enciclopedia Médica Animated Dissection of Anatomy for Medicine. (7/30/2022). *Fibra soluble e insoluble*. MedlinePlus en Español. [https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp\\_imagepages/19531.htm#:~:text=La%20fibra%20dietaria%20es%20la,fibra%20dietaria%3A%20soluble%20e%20insoluble](https://medlineplus.gov/spanish/ency/esp_imagepages/19531.htm#:~:text=La%20fibra%20dietaria%20es%20la,fibra%20dietaria%3A%20soluble%20e%20insoluble)

Esteban Gutiérrez La Torre. (2014). *Elaboración de panes con fibra dietaria por adición de bagazo de manzana (Malus domestica) y mandarina (Citrus reticulata) en polvo*. [https://www.researchgate.net/publication/303459182\\_Elaboracion\\_de\\_panes\\_con\\_fibra\\_dietaria\\_por\\_adicion\\_de\\_bagazo\\_de\\_manzana\\_Malus\\_domestica\\_y\\_mandarina\\_Citrus\\_reticulata\\_en\\_polvo?enrichId=rgreq-68f3c4a7b6165199af8e0e0e38241134-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwMzQ1OTE4MjBtBUozNjU4OTMxNDcyMTc5MjBAMTQ2NDIO NzEzMjgxOA%3D%3D&el=1\\_x\\_3&\\_esc=publicationCoverPdf](https://www.researchgate.net/publication/303459182_Elaboracion_de_panes_con_fibra_dietaria_por_adicion_de_bagazo_de_manzana_Malus_domestica_y_mandarina_Citrus_reticulata_en_polvo?enrichId=rgreq-68f3c4a7b6165199af8e0e0e38241134-XXX&enrichSource=Y292ZXJQYWdlOzMwMzQ1OTE4MjBtBUozNjU4OTMxNDcyMTc5MjBAMTQ2NDIO NzEzMjgxOA%3D%3D&el=1_x_3&_esc=publicationCoverPdf)  
<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.4218.2000>

Fayerwayer, E. (2022, 5 de noviembre). América Latina sigue siendo el continente que más consume pan: y éstas son las nuevas tendencias. <https://www.fayerwayer.com/internet/2022/11/05/america-latina-sigue-siento-el-continente-que-mas-consume-pan-y-estas-son-las-nuevas-tendencias/>

Flores, L., Ruiz, A. y Oscanoa, A. (2021). Protocolo para determinación de humedad en microalgas liofilizadas. *0378-7702*. <https://biblioimarpe.imarpe.gob.pe/handle/20.500.12958/3538>

French, S. A., Tangney, C. C., Crane, M. M., Wang, Y. y Appelhans, B. M. (2019). Nutrition quality of food purchases varies by household income: The SHoPPER study. *BMC Public Health*, 19(1), 1–7. <https://doi.org/10.1186/s12889-019-6546-2>

Gomes, A.A.B., Ferreira, M. E. y Pimentel, T. C. (2016). *Bread with flour obtained from green banana with its peel as partial substitute for wheat flour: Physical, chemical and microbiological characteristics and acceptance* (Vol. 23). [https://www.researchgate.net/publication/309578141\\_Bread\\_with\\_flour\\_obtained\\_from\\_green\\_ba](https://www.researchgate.net/publication/309578141_Bread_with_flour_obtained_from_green_ba)

nana\_with\_its\_peel\_as\_partial\_substitute\_for\_wheat\_flour\_Physical\_chemical\_and\_microbiological\_characteristics\_and\_acceptance?enrichId=rgreq-4f06bb411eb0086c17ca9c954a4f932e-XXX&enrichSource=Y292Z2XJQYWdlOzMwOTU3ODE0MTtBUzo0MjQ2OTY5MMDM2NzE4MDIAMSQ3ODI2NzA0MDg3Ng%3D%3D&el=1\_x\_3&\_esc=publicationCoverPdf

Gutierrez Castillo, C. P. (2022). *Elaboración de pan de molde con sustitución parcial de harina de Quinoa y Tarwi* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú]. repositorio.lamolina.edu.pe. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/5393>

Hoyos Sánchez, D. y Palacios Peña, A. G. (2015). *Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para sustitución de harina de trigo en productos de panificación* [Tesis de pregrado, Universidad del Valle, Colombia]. bibliotecadigital.univalle.edu.co. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/entities/publication/12231e2e-3727-4256-b6a3-37c3def61291>

NTP 206.004:1988 Pan de molde: Pan blanco, pan integral y sus productos tostados 9 (2016 y rev. 2016). <http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/NORMA%20DE%20PANADERIAS.pdf>

Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. (b2018). *Tabla de composición de alimentos de Centroamérica* (Tercera edición). Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá, INCAP. <https://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/TablaCALimentos.pdf>

International Food Information Council (2020). 2020 Food and Health Survey. *Food Insight*. <https://foodinsight.org/2020-food-and-health-survey/>

Manfugás, J. E. (2020). *Evaluación Sensorial de los Alimentos*. Editorial Universitaria (Cuba). [https://books.google.hn/books/about/Evaluaci%C3%B3n\\_Sensorial\\_de\\_los\\_Alimentos.html?id=heDzDwAAQBAJ&redir\\_esc=y](https://books.google.hn/books/about/Evaluaci%C3%B3n_Sensorial_de_los_Alimentos.html?id=heDzDwAAQBAJ&redir_esc=y)

Mayo Clinic. (2022). *Dietary fiber: Essential for a healthy diet*. <https://www.mayoclinic.org/healthy-lifestyle/nutrition-and-healthy-eating/in-depth/fiber/art-20043983>

Ministerio de Economía (MINECO); Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (OSARTEC); Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC); Secretaría de Industria y Comercio (SIC); Ministerio de Economía Industria y Comercio (MEIC) (2012a). *Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de los alimentos. RTCA 67.04.50:17*. Ciudad de Guatemala, Guatemala. <http://infotrade.minec.gob.sv/ca/wp-content/uploads/sites/7/2019/03/ANEXO-RES-402-2018-RTCA-67045017-Criterios-Microbiologicos.pdf>

Ministerio de Economía (MINECO); Organismo Salvadoreño de Reglamentación Técnica (OSARTEC); Ministerio de Fomento Industria y Comercio (MIFIC); Secretaría de Industria y Comercio (SIC); Ministerio de Economía Industria y Comercio (MEIC) (2012b). *Etiquetado nutricional de productos alimenticios preenvasados para consumo humano para la población a partir de 3 años de edad. RTCA 67.01.60:10*. Ciudad de Guatemala, Guatemala. <http://infotrade.minec.gob.sv/ca/wp-content/uploads/sites/7/2019/03/Anexo-RES-281-2012-RTCA-67016010-Etiquetado-nutricional-preenvasado-3-a%C3%B1os-edad.pdf>

Molina, E. (2011). *Análisis sensorial de alimentos*. <https://digital.csic.es/bitstream/10261/63961/1/358508.pdf>

Moraes, F. F. de y Gustaferro Servalli, E. A. (2017). *Utilização da farinha de casca de maracujá (Passiflora edulis F. Flapicarpa) na fabricação de pão de forma*. <https://maua.br/files/032015/utilizacao-da-farinha-de-casca-de-maracuja-passiflora-edulis-f.-flapicarpa-na-fabricacao-de-pao-de-forma.pdf>

Moreno T., C. M. (2015). *Evaluación del uso de albedo de maracuyá (Passiflora edulis) y toronja (Citrus paradisi) como extensor con fibra en una salchicha frankfurter de pollo: Evaluación del uso de albedo de maracuyá (Passiflora edulis) y toronja (Citrus paradisi) como extensor con fibra en una salchicha frankfurter de pollo* [Proyecto Especial de Graduación, Zamorano: Escuela Agrícola Panamericana, 2015]. [bdigital.zamorano.edu](https://bdigital.zamorano.edu/items/e76d236f-4741-4be2-b684-f53c5da7a8e0). <https://bdigital.zamorano.edu/items/e76d236f-4741-4be2-b684-f53c5da7a8e0>

Nutritionix Common Foods. (2016). *Calories in Sandwich Bread - 2 slices of bread from Nutritionix*. <https://www.nutritionix.com/i/nutritionix/sandwich-bread-2-slices-of-bread/56c5f5f4d68543741cb13d>

Orrego, C. E., Rodríguez, Y. A., Brito, B. y Rodríguez, J. (2021). *Productividad y competitividad frutícola andina: Producto 10. Informe de tecnologías agroalimentarias y procesos de industrialización de la fruta fresca y sus derivados, con la descripción de los nuevos prototipos de productos alimentarios y no alimentarios obtenidos. Parte 2*. [https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111\\_-\\_producto\\_10\\_1.pdf](https://www.fontagro.org/new/uploads/productos/16111_-_producto_10_1.pdf)

Patiño Pérez, M. *Capacitación y entrenamiento del panel sensorial de la empresa Tecnas S.A. en Análisis Sensorial de Color: Capacitación y entrenamiento del panel sensorial de la empresa Tecnas S.A. en Análisis Sensorial de Color* [Tesis de pregrado, Corporación Universitaria Lasallista]. [repository.unilasallista.edu.co](http://repository.unilasallista.edu.co). <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/handle/10567/2487>

Phillips, K. (2023). *What Is CIELAB Color Space?* HunterLab. <https://www.hunterlab.com/blog/what-is-cielab-color-space/>

Ribeiro, T. H. S., Bolanho, B. C., Montanuci, F. D. y Ruiz, S. P. (2018). Características físico-químicas e sensoriais de massa alimentícia fresca sem glúten com adição de farinha de casca de maracujá. *Ciência Rural*, 48, e20180508. <https://www.scielo.br/j/cr/a/KMx5WPBLcv3r8JFSS8sWppJ/?lang=en>

Rukikaire, K. (2020). *Food loss and waste must be reduced for greater food security and environmental sustainability*. United Nations Environment Programme (UNEP). <https://www.unep.org/news-and-stories/press-release/food-loss-and-waste-must-be-reduced-greater-food-security-and>

Silva, P. K. d. (2015). *Estudo da extração de carotenoides da casca de maracujá assistida por ultrassom*. [https://lume.ufrgs.br/handle/10183/183774?locale-attribute=pt\\_BR&show=full](https://lume.ufrgs.br/handle/10183/183774?locale-attribute=pt_BR&show=full)

Sociedad Española de Dietética y Ciencias de la Alimentación. (2019). *FIBRA DIETÉTICA*. <https://nutricion.org/portfolio-item/fibra-dietetica/>

Souza, Mariana Wanessa Santana de, Ferreira, T. B. O. y Vieira, I. F. R. (2008). Composição centesimal e propriedades funcionais tecnológicas da farinha da casca do maracujá. *Alimentos E Nutricao*, 19(1), 33-36-36. <https://biblat.unam.mx/es/revista/alimentos-e-nutricao/articulo/composicao-centesimal-e-propriedades-funcionais-tecnologicas-da-farinha-da-casca-do-maracuja>

United Nations Environment Programme. (2021). *Food Waste Index Report 2021* (núm. 978-92-807-3851-3). <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/35280>

United States Department of Agriculture. (2016). *albedo (citrus fruit) | NAL Agricultural Thesaurus*. United States Department of Agriculture (USDA). <https://agclass.nal.usda.gov/vocabularies/nalt/concept?uri=https://lod.nal.usda.gov/nalt/5992>

Vilcanqui-Pérez, F. y Vílchez-Perales, C. (2017). Fibra dietaria: nuevas definiciones, propiedades funcionales y beneficios para la salud: revisión. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición (ALAN)*, 67(2), 146–156. [http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev\\_alan/article/view/20426](http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_alan/article/view/20426)

Wang, Y., Teng, Y., Zhang, J., Zhang, Z., Wang, C., Wu, X. y Long, X. (2023). Passion fruit plants alter the soil microbial community with continuous cropping and improve plant disease resistance by recruiting beneficial microorganisms. *Plos One*, 18(2), e0281854. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281854>

WENG, M., LI, Y., WU, L., ZHENG, H., LAI, P., TANG, B. y LUO, X. (2020). Effects of passion fruit peel flour as a dietary fibre resource on biscuit quality. *Food Science and Technology*, 41, 65–73. <https://doi.org/10.1590/fst.33419>

Zeraik, M. L., Pereira, C. A. M., Zuin, V. G. y Yariwake, J. H. (2010). Maracujá: um alimento funcional? *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 20, 459–471. <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000300026>

Zlata Borsic Laborde (2018). Influencia de los atributos intrínsecos en la intención de compra de pan integral en Quito. *Killkana Social*, 2(3), 25–32. [https://doi.org/10.26871/killkana\\_social.v2i3.319](https://doi.org/10.26871/killkana_social.v2i3.319)

## Anexos

## Anexo A

*Aporte nutricional del tratamiento control*

Ingrediente	Cantidad (g)	Fibra Dietética (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Sodio (mg)	Azúcares (g)	Proteína (g)	Grasa total (g)	Grasa sat. (g)	Grasa monoinsaturada (g)	Grasa poliinsaturada (g)
Harina de trigo	38.56	1.04112	140.36	29.425136	0.77	0.10411	3.98325	0.377888	0.0617	0.034704	0.158096
Harina de trigo integral	19.69	2.10683	66.946	14.170893	0.39	0.08073	2.60105	0.49225	0.08467	0.055132	0.230373
Harina de albedo de maracuyá	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Leche de vaca semidescremada	33.2	0	16.5	1.584	15.5	1.6698	1.089	0.6534	0.4158	0.1848	0.0231
Azúcar	2.81	0	10.875	2.809438	0.03	2.80438	0	0	0	0	0
Sal	0.47	0	0	0	182	0	0	0	0	0	0
Levadura	0.65	0.17485	2.1125	0.26793	0.33	0	0.0546	0.049465	0.0065	0.028015	0.00013
Margarina	4.52	0	32.228	0.0339	1.27	0	0.26286	3.623684	0.64274	1.647088	2.112648
Propionato de calcio	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (g)</b>	<b>100.02</b>	<b>3.3228</b>	<b>269.02</b>	<b>48.291297</b>	<b>200</b>	<b>4.65902</b>	<b>7.99076</b>	<b>5.196687</b>	<b>1.21141</b>	<b>1.949739</b>	<b>2.524347</b>

## Anexo B

*Aporte nutricional del tratamiento con 10% de sustitución parcial*

Ingrediente	Cantidad (g)	Fibra Dietética (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Sodio (mg)	Azúcares (g)	Proteína (g)	Grasa total (g)	Grasa sat. (g)	Grasa monoinsaturada (g)	Grasa poliinsaturada (g)
Harina de trigo	34.704	0.937008	126.3226	26.4826224	0.694	0.0937	3.58492	0.3400992	0.0555	0.0312336	0.1422864
Harina de trigo integral	19.69	2.10683	66.946	14.170893	0.394	0.08073	2.60105	0.49225	0.0847	0.055132	0.230373
Harina de albedo de maracuyá	3.856	2.5592272	3.30999	2.7909728	0	0.06015	0.45347	0.0632384	0	0	0
Leche de vaca semidescremada	33.2	0	16.5	1.584	15.51	1.6698	1.089	0.6534	0.4158	0.1848	0.0231
Azúcar	2.81	0	10.8747	2.809438	0.028	2.80438	0	0	0	0	0
Sal	0.47	0	0	0	182.2	0	0	0	0	0	0
Levadura	0.65	0.17485	2.1125	0.26793	0.332	0	0.0546	0.049465	0.0065	0.028015	0.00013
Margarina	4.52	0	32.2276	0.0339	1.266	0	0.26286	3.623684	0.6427	1.647088	2.112648
Propionato de calcio	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (g)</b>	<b>100.02</b>	<b>5.7779152</b>	<b>258.2934</b>	<b>48.1397562</b>	<b>20.4</b>	<b>4.70876</b>	<b>8.0459</b>	<b>5.2221366</b>	<b>1.2052</b>	<b>1.9462686</b>	<b>2.5085374</b>



## Anexo C

*Aporte nutricional del tratamiento con 15% de sustitución parcial*

Ingrediente	Cantidad (g)	Fibra Dietética (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Sodio (mg)	Azúcares (g)	Proteína (g)	Grasa total (g)	Grasa sat. (g)	Grasa monoinsaturada (g)	Grasa poliinsaturada (g)
Harina de trigo	32.776	0.884952	119.3	25.0113656	0.656	0.0885	3.38576	0.3212048	0.0524416	0.0294984	0.1343816
Harina de trigo integral	19.69	2.10683	66.946	14.170893	0.394	0.08073	2.60105	0.49225	0.084667	0.055132	0.230373
Harina de albedo de maracuyá	5.784	3.8388408	4.965	4.1864592	0	0.09023	0.6802	0.0948576	0	0	0
Leche de vaca semidescremada	33.2	0	16.5	1.584	15.51	1.6698	1.089	0.6534	0.4158	0.1848	0.0231
Azúcar	2.81	0	10.875	2.809438	0.028	2.80438	0	0	0	0	0
Sal	0.47	0	0	0	182.2	0	0	0	0	0	0
Levadura	0.65	0.17485	2.1125	0.26793	0.332	0	0.0546	0.049465	0.0065	0.028015	0.00013
Margarina	4.52	0	32.228	0.0339	1.266	0	0.26286	3.623684	0.642744	1.647088	2.112648
Propionato de calcio	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (g)</b>	<b>100.02</b>	<b>7.0054728</b>	<b>252.93</b>	<b>48.0639858</b>	<b>20.03</b>	<b>4.73363</b>	<b>8.07347</b>	<b>5.2348614</b>	<b>1.2021526</b>	<b>1.9445334</b>	<b>2.5006326</b>

## Anexo D

*Aporte nutricional del tratamiento con 20% de sustitución parcial*

Ingrediente	Cantidad (g)	Fibra Dietética (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Sodio (mg)	Azúcares (g)	Proteína (g)	Grasa total (g)	Grasa sat. (g)	Grasa monoinsaturada (g)	Grasa poliinsaturada (g)
Harina de trigo	30.848	0.832896	112.287	23.5401088	0.617	0.08329	3.186598	0.3023104	0.04936	0.0277632	0.1264768
Harina de trigo integral	19.69	2.10683	66.946	14.170893	0.394	0.080729	2.601049	0.49225	0.08467	0.055132	0.230373
Harina de albedo de maracuyá	7.712	5.118454	6.61998	5.5819456	0	0.120307	0.906931	0.1264768	0	0	0
Leche de vaca semidescremada	33.2	0	16.5	1.584	15.51	1.6698	1.089	0.6534	0.4158	0.1848	0.0231
Azúcar	2.81	0	10.8747	2.809438	0.028	2.80438	0	0	0	0	0
Sal	0.47	0	0	0	18.22	0	0	0	0	0	0
Levadura	0.65	0.17485	2.1125	0.26793	0.332	0	0.0546	0.049465	0.0065	0.028015	0.00013
Margarina	4.52	0	32.2276	0.0339	1.266	0	0.26286	3.623684	0.64274	1.647088	2.112648
Propionato de calcio	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (g)</b>	<b>100.02</b>	<b>8.23303</b>	<b>247.568</b>	<b>47.9882154</b>	<b>20.03</b>	<b>4.758506</b>	<b>8.101039</b>	<b>5.2475862</b>	<b>1.19907</b>	<b>1.9427982</b>	<b>2.4927278</b>

## Anexo E

*Aporte nutricional del tratamiento con 5% de sustitución parcial*

Ingrediente	Cantidad (g)	Fibra Dietética (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Sodio (mg)	Azúcares (g)	Proteína (g)	Grasa total (g)	Grasa sat. (g)	Grasa monoinsaturada (g)	Grasa poliinsaturada (g)
Harina de trigo	36.632	0.989064	133.34	27.9538792	0.73	0.09891	3.784086	0.358994	0.058611	0.0329688	0.1501912
Harina de trigo integral	19.69	2.10683	66.946	14.170893	0.39	0.08073	2.601049	0.49225	0.084667	0.055132	0.230373
Harina de albedo de maracuyá	1.928	1.2796136	1.655	1.3954864	0	0.03008	0.226733	0.031619	0	0	0
Leche de vaca semidescremada	33.2	0	16.5	1.584	15.5	1.6698	1.089	0.6534	0.4158	0.1848	0.0231
Azúcar	2.81	0	10.875	2.809438	0.03	2.80438	0	0	0	0	0
Sal	0.47	0	0	0	182	0	0	0	0	0	0
Levadura	0.65	0.17485	2.1125	0.26793	0.33	0	0.0546	0.049465	0.0065	0.028015	0.00013
Margarina	4.52	0	32.28	0.0339	1.27	0	0.26286	3.623684	0.642744	1.647088	2.112648
Propionato de calcio	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (g)</b>	<b>100.02</b>	<b>4.5503576</b>	<b>263.66</b>	<b>48.2155266</b>	<b>200</b>	<b>4.68389</b>	<b>8.018327</b>	<b>5.209412</b>	<b>1.208322</b>	<b>1.9480038</b>	<b>2.5164422</b>

## Anexo F

*Aporte nutricional del tratamiento con 7.5% de sustitución parcial*

Ingrediente	Cantidad (g)	Fibra Dietética (g)	Energía (Kcal)	Carbohidratos (g)	Sodio (mg)	Azúcares (g)	Proteína (g)	Grasa total (g)	Grasa sat. (g)	Grasa monoinsaturada (g)	Grasa poliinsaturada (g)
Harina de trigo	35.668	0.963036	129.832	27.2182508	0.7134	0.096304	3.684504	0.3495464	0.057069	0.0321012	0.1462388
Harina de trigo integral	19.69	2.10683	66.946	14.170893	0.3938	0.080729	2.601049	0.49225	0.084667	0.055132	0.230373
Harina de albedo de maracuyá	2.892	1.9194204	2.48249	2.0932296	0	0.045115	0.340099	0.0474288	0	0	0
Leche de vaca semidescremada	33.2	0	16.5	1.584	15.51	1.6698	1.089	0.6534	0.4158	0.1848	0.0231
Azúcar	2.81	0	10.8747	2.809438	0.0281	2.80438	0	0	0	0	0
Sal	0.47	0	0	0	182.16	0	0	0	0	0	0
Levadura	0.65	0.17485	2.1125	0.26793	0.3315	0	0.0546	0.049465	0.0065	0.028015	0.00013
Margarina	4.52	0	32.2276	0.0339	1.2656	0	0.26286	3.623684	0.642744	1.647088	2.112648
Propionato de calcio	0.12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Total (g)</b>	<b>100.02</b>	<b>5.1641364</b>	<b>260.975</b>	<b>48.1776414</b>	<b>200.4</b>	<b>4.696328</b>	<b>8.032113</b>	<b>5.2157742</b>	<b>1.20678</b>	<b>1.9471362</b>	<b>2.5124898</b>

**Anexo G**

*Comparación de una rodaja de los tratamientos con sustitución parcial y el tratamiento control.*

