



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“Propuesta de implementación de una línea de producción  
industrial de mix de harinas con valor biológico”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:**

**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE PROCESOS Y SEGURIDAD DE  
LOS ALIMENTOS**

**Presentada por:**

**Ider Gabriel Zambrano Franco**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2022**

# AGRADECIMIENTO

A Dios, a mis padres, a mi directora de proyecto Karín Coello Ojeda, compañeros de maestría y a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo.

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a mi familia y compañeros de labores quienes me apoyaron en todo el trayecto del máster.

# **TRIBUNAL DE TITULACIÓN**

---

**Karín Coello O., MSc.**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Patricio Cáceres C., Ph.D.**

**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este proyecto de titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual del mismo a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Ider Gabriel Zambrano Franco

## RESUMEN

Ante la reducción de las importaciones de trigo canadiense a Ecuador, el presente trabajo se centrará en la propuesta de implementación de una línea de producción industrial de harinas con alto perfil nutricional y valor biológico para una molinera tradicional de trigo. Esta nueva línea pretende sustituir parcialmente el uso de harina de trigo por harinas no convencionales que se perfilan como potenciales ingredientes para la elaboración de productos de panadería y que además podrían aportar nutrientes y compuestos bioactivos al consumidor. Para decidir cuál de las formulaciones será utilizada en la nueva línea de producción se tomarán en cuenta las especificaciones de la normativa ecuatoriana NTE INEN 616:2015, resultados de análisis reológicos, pruebas de panificación y evaluación sensorial.

Para la propuesta de implementación de la línea de producción industrial de mezcla de harinas con alto perfil nutricional y valor biológico primero se seleccionaron harinas no convencionales de venta en el mercado local con potencial para la elaboración de productos de panadería y que además de acuerdo a las investigaciones científicas actualizadas, presentan un elevado aporte de nutrientes y compuestos bioactivos para el consumidor.

Se realizaron las diferentes mezclas de harinas sustituyendo parcialmente la harina de trigo en un estudio comparativo de 20 formulaciones empleando cuatro harinas no convencionales obtenidas a partir de arroz (*Oryza sativa* L), plátano verde (*Musa Balbisiensis*), sachá inchi (*Plukenetia volubilis* L.) y algarrobo (*Ceratonia siliqua* L.), en sustituciones parciales del 10%, 20%, 30%, 40% y 50%. Una vez definido el diseño experimental, se realizó análisis proximal de las mezclas, reología de las distintas masas obtenidas, y pruebas de panificación a cada formulación. Los resultados de estas pruebas fueron comparados con el pan control elaborado con 100% de harina de trigo canadiense (HTC). Finalmente, se realizó evaluación sensorial con dos de las potenciales formulaciones a emplear en la nueva línea para seleccionar la más idónea para la elaboración de pan de molde. Se analizó el contenido de fibra dietaria, compuestos fenólicos y poder antioxidante de la mejor formulación de mezcla de harinas elegida, así mismo se realizaron análisis microbiológicos para garantizar que esta cumpla con los parámetros establecidos en la normativa ecuatoriana.

Los resultados de análisis proximal y reológicos determinaron que la sustitución parcial de harina de trigo por un 10% de harina de plátano verde permite obtener un producto con propiedades físico-químicas y tecnológicas similares al control y que se encuentra dentro de especificaciones acorde la normativa ecuatoriana, así mismo con este porcentaje de sustitución las características físicas del pan no se ven afectadas comparando los resultados obtenidos con el control. Esta formulación de harina incrementó 2 veces más el contenido de fibra dietaria y compuestos fenólicos y en 4 veces el contenido de compuestos antioxidantes respecto a la harina 100% trigo.

## ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	I
ÍNDICE GENERAL .....	II
ABREVIATURAS .....	IV
SIMBOLOGÍA .....	V
ÍNDICE DE FIGURAS .....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
CAPÍTULO 1 .....	1
1. MARCO TEORICO .....	1
1.1. Antecedentes y justificación .....	1
1.2. Objetivos .....	2
1.2.1. Objetivo general .....	2
1.2.2. Objetivos específicos .....	2
1.3. Tendencias en la elaboración de productos panaderos a partir de harinas no convencionales .....	3
CAPITULO 2 .....	4
2. MATERIALES Y METODOS .....	4
2.1. Diseño experimental .....	4
2.2. Preparación de mezcla de harinas.....	4
2.3. Análisis de mezcla de harinas .....	5
2.3.1. Análisis proximal .....	5
2.3.1. Análisis reológicos .....	5
2.3.2. Análisis microbiológicos.....	5
2.4. Elaboración de pan tipo molde .....	6
2.5. Análisis de las propiedades físicas del pan .....	8
2.6. Análisis sensorial .....	8
2.7. Análisis de biocomponentes de la mejor formulación de mezcla de harinas.....	9
2.8. Análisis costo-beneficio .....	9
2.9. Análisis estadístico .....	10

CAPITULO 3.....	11
3. RESULTADOS.....	11
3.1. Análisis proximal de mezcla de harinas .....	11
3.2. Reología de las masas elaboradas con mezcla de harinas .....	16
3.3. Propiedades físicas del pan de molde elaborado con mezcla de harinas .....	22
.....	23
3.4. Análisis sensorial .....	25
3.5. Resultados microbiológicos de la mejor formulación de mezcla de harinas.....	26
3.6. Biocomponentes presentes en la mejor formulación de mezcla de harinas.....	26
3.6.1. Fibra dietaria .....	26
3.6.2. Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos .....	27
3.7. Análisis costo-beneficio .....	28
CAPITULO 4.....	30
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	30
4.1    CONCLUSIONES .....	30
4.2    RECOMENDACIONES .....	31

BIBLIOGRAFIA

ANEXOS



## ABREVIATURAS

HTC: Harina de trigo canadiense

HO: Harina de Arroz

HM: Harina de plátano verde

HP: Harina de Sacha Inchi

HC: Harina de Algarrobo

ppm: partes por millón

Kg: Kilogramos

g: gramos

mg: miligramos

ml: mililitros

HR: Humedad relativa

GC: Cromatografía de gases

HPLC: High performance liquid chromatography (cromatografía líquida)

pH: potencial hidrógeno

vs.: versus

CO<sub>2</sub>: Dióxido de carbono

cc: centímetros cúbicos

cm: centímetros

m.s: materia seca

## SIMBOLOGÍA

°C: Grados Celsius

%: Porcentaje

\$: signo de dólar americano

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Diagrama de flujo elaboración de pan de molde.....	7
Figura 2.2 Ficha de evaluación sensorial .....	9
Figura 3.1 Porcentaje de humedad en las mezclas y el control.....	12
Figura 3.2 Porcentaje de proteínas en las mezclas y el control.....	13
Figura 3.3 Porcentaje de cenizas en las mezclas y el control.....	13
Figura 3.4 Valor de pH de las mezclas y el control. ....	14
Figura 3.5 Porcentaje de acidez titulable en las mezclas y el control.....	15
Figura 3.6 Porcentaje de absorción de agua corregida por humedad de cada mezcla y el control .....	17
Figura 3.7 Equilibrio tenacidad-extensibilidad (P/L) de cada mezcla vs control.....	18
Figura 3.8 Valores de fuerza (W) del alveograma de las mezclas mezcla vs control. .	18
Figura 3.9 Porcentaje de gluten de las mezclas y el control. ....	19
Figura 3.10 Falling Number de cada mezcla y control. ....	20
Figura 3.11 Porcentaje de almidón dañado en mezclas y control. ....	21
Figura 3.12 Pan de molde 100% HTC .....	23
Figura 3.13 Pan de molde formulaciones M10A y M10P .....	24

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Resultados de humedad de las harinas no convencionales empleadas .....	11
Tabla 2. Resultados de pruebas de panificación formulaciones con 10% de sustitución vs el control.....	24
Tabla 3. Análisis sensorial de pan elaborado con mezcla de harinas M10A y M10P comparado con el control .....	25
Tabla 4. Resultados de análisis microbiológicos de la formulación M10P .....	26
Tabla 5. Formulación de costos para la elaboración de la mejor mezcla de harinas..	28
Tabla 6. Proyección de ventas por región del Ecuador (2022) .....	29
Tabla 7. Comparación del incremento de costos por kilogramo y contenido de biocomponentes de control y formulación M10P .....	29
Tabla 8. Composición proximal de harinas no convencionales (en base a 100 gramos) .....	37
Tabla 9. Resultados del panel de análisis sensorial por atributos .....	38

# CAPÍTULO 1

## 1. MARCO TEORICO

### 1.1. Antecedentes y justificación

Los problemas de alimentación derivados del exceso en el consumo de carbohidratos hoy en día son comunes, especialmente aquellos relacionados a la ingesta de harinas refinadas. Un estudio de la Universidad Simon Fraser de Inglaterra determinó que el consumo excesivo de granos refinados, se asocia con un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares y accidente cerebrovascular (Perozo, 2021). El auge por la ingesta de alimentos que aporten beneficios adicionales a la salud es parte de la tendencia que en las últimas décadas muestran la mayoría de consumidores llamados millennials (Vidal, 2018). El interés de estas nuevas generaciones ha motivado a la industria alimenticia a desarrollar nuevos productos de panadería integrales o con una actividad biológica tal que mejore su estado de salud y bienestar general. Gracias a estudios previos es posible elaborar estos productos sin necesidad que el ingrediente principal sea harina de trigo.

Por otra parte, el sector molinero ecuatoriano se encuentra en crisis debido al desabastecimiento del trigo procedente de Canadá. Al no ser productor de trigo de calidad panadera, Ecuador debe importar la gramínea. Trimestralmente, las principales molineras locales importan aproximadamente 30000 toneladas de trigo desde este país y Estados Unidos haciendo sobreesfuerzos para que llegue a nuestro territorio, debido a que otros mercados pretenden acaparar la compra del trigo desabasteciendo en muchas ocasiones a las principales molineras locales y en especial a las pequeñas que solo alcanzan a cubrir su producción en un 25% cada mes (Instituto Nacional de Estadísticas y censos, 2021). De esta situación nace la necesidad de ya no depender de estos volúmenes de importación de trigo por parte de las empresas locales quienes ahondan recursos para no desabastecer a sus clientes.

Para quienes elaboran productos panaderos empezar de cajón a eliminar el uso de harina de trigo en sus procesos es un verdadero reto, debido a que la mayoría de estos alimentos suelen ser de baja calidad, lo que se puede observar en un bajo volumen de pan, migas compactas y duras debido a la ausencia del gluten. Aunque la harina de trigo como materia prima es un ingrediente insustituible por su composición bromatológica y función tecnológica del gluten, algunas investigaciones han demostrado que si es posible sustituirla de manera parcial por harinas no convencionales. El informativo de la industria panadera en Latinoamérica del 2016 indica que se ha empezado a incluir como parte de la formulación de pan a la harina de plátano verde (*Musa balbisiana*) y a la harina de algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) por ser potenciales ingredientes. Existen varios estudios de sustitución parcial de harina de trigo por harinas no convencionales en la Espol, tal es el caso de Mera C, (2015) quien sustituyó parcialmente la harina de trigo por la de maíz para elaborar pan de molde. Bajaña, S & Setti, D (2015) por ejemplo sustituyeron parcialmente la harina de trigo por la de banano y concluyeron que al sustituir un 10% de harina de trigo por la de banano se mantienen en el pan la calidad y sus características organolépticas. Otros estudios fuera del país han trabajado sus propias formulaciones. Sánchez & otros (2009) sustituyeron totalmente la harina de trigo por harina de arroz para obtener un pan sin gluten apto para celíacos. Al emplear harina de arroz genotipo no waxy (sin mutación del almidón ceroso) se mejoró totalmente la calidad (volumen y miga) del pan respecto a un control 100% harina de trigo.

## 1.2. Objetivos

### 1.2.1. Objetivo general

Proponer la implementación de una línea de producción industrial de mezcla de harinas con valor biológico para una molinera tradicional en base a un estudio comparativo de harinas procedentes de materias primas no convencionales.

### 1.2.2. Objetivos específicos

- Formular mezclas de harinas sustituyendo la de trigo por harina de plátano (*Musa balbisiana*), harina de arroz (*Oryza sativa L.*), harina de sachá inchi (*Plukenetia volubilis L.*) y harina de algarrobo (*Ceratonia siliqua L.*) en sustituciones parciales de entre el 10% y el 50%.
- Evaluar las mezclas de harinas obtenidas desde el punto de vista proximal, reológico, y microbiológico.
- Comparar el comportamiento reológico, de funcionalidad, y propiedades organolépticas en pan de molde elaborado con las mezclas de harina y en pan de molde elaborado con harina panadera 100% trigo.
- Evaluar el aporte nutricional y compuestos bioactivos de la mejor formulación de mezcla de harinas.
- Evaluar el costo-beneficio de la nueva línea de producción industrial de mezcla de harinas con valor biológico.

### **1.3. Tendencias en la elaboración de productos panaderos a partir de harinas no convencionales**

Las harinas no convencionales son aquellas obtenidas a partir de materias primas distintas al trigo. En este extenso grupo se hayan las harinas obtenidas de fuentes vegetales y animales, que a su vez pueden mezclarse entre sí o con otras materias primas de alto valor tecnológico y/o nutricional para obtener otros productos (Zamorano, 2021)

En tiempos actuales, las principales tendencias de consumo se vinculan con el bienestar, estilo de vida saludable y alimentación responsable. Entre estas tendencias, se destaca el consumo de alimentos libres de gluten, fuente de proteínas, altos en fibra dietética, bajos en azúcares simples, ricos en compuestos bioactivos como vitaminas y antioxidantes (Sandoval, 2021).

Es importante destacar que las harinas no convencionales pueden emplearse para desarrollar distintos tipos de alimentos, ya sea como materia prima principal o en mezcla con harinas convencionales como la de trigo. El propósito es modificar el perfil nutricional y/o sensorial de los productos, de manera que puedan satisfacer las necesidades de los consumidores finales. De igual manera, el fin puede ser también tecnológico o económico, como la propagación de la vida útil o la reducción de los costos de procesamiento, lo que resulta atractivo tanto para la industria como para el consumidor (Sandoval, 2021).

Las harinas no convencionales empleadas en el presente y otros trabajos ya han sido evaluadas (Vidaurre, 2020), estos determinaron que son potenciales nuevos ingredientes disponibles para elaborar pan y su aporte de nutrientes y compuestos bioactivos supera a la harina tradicional de trigo, por lo que se obtendrían beneficios para la salud del consumidor.

Hoy en día, los consumidores han marcado una preferencia notoria por consumir productos panaderos más saludables y de producción artesanal. Esta predilección ha abierto una demanda de productos frescos, con calidad nutricional, reducidos en grasa, sal entre otros aspectos ya que los consumidores quieren cuidar sus dietas y mantenerse saludables. Desde su procesamiento hasta el empaque, los consumidores esperan que el producto sea amigable con el medio ambiente, que el proceso sea artesanal, que sus materias primas sean de excelente calidad, y, sobre todo, que sea un producto nutritivo (Aljure, 2020). La industria alimenticia responde a esta tendencia con lanzamientos de productos tales como el pan Fargo sin sal con fitoesteroles, omega 9 y 0% grasas trans, que contribuye a proteger el sistema cardiovascular (Juarez, 2020).

La sustitución parcial de harina de trigo por harinas no convencionales podría aportar ese contenido de nutrientes faltante, además combinadas se contribuiría a la mejora del sabor y color que no puede ser observado en el pan blanco usualmente consumido. Algunos estudios donde se ha podido sustituir a la harina de trigo por harinas no convencionales tienen como objetivo mejorar los compuestos bioactivos de los productos panaderos. Estas, podrían tener el potencial de aumentar el contenido de compuestos fenólicos, actividad antioxidante, ingesta de fibra, vitaminas y minerales en comparación con el pan 100% harina de trigo. Por lo contrario, el empleo de harinas no convencionales las cuales no pueden formar la red de gluten provoca cambios en la masa, esta suele volverse más tenaz, disminuye la cohesión y resistencia al esfuerzo de tracción, así mismo esta se torna poco elástica y de textura arenosa. Ya en el producto terminado el efecto negativo de la sustitución puede verse en reflejado en pérdidas de volumen de pan durante el horneado, pérdida de color en la corteza, textura rugosa y mala apariencia en general.

## CAPITULO 2

### 2. MATERIALES Y METODOS

#### 2.1. Diseño experimental

Se realizó un diseño de mezclas donde se evaluaron 20 combinaciones distintas de cuatro harinas no convencionales (harina de arroz, algarrobo, sachá inchi y plátano) con sustitución de harina de trigo entre el 10% y el 50% comparando frente a un control 100% harina de trigo.

Se realizaron pruebas de panificación con cada una de estas formulaciones de harina para verificar si el comportamiento de las mezclas durante la elaboración del pan y en el producto final podrían ser los óptimos para la implementación de la línea.

Los factores de estudio que se evaluaron fueron los cuatro tipos de harina empleados para preparar cada mezcla, los niveles son los porcentajes de sustitución de las harinas no convencionales por harina de trigo y su comportamiento frente a la harina control (100% harina de trigo) en cuanto a características físico-químicas, reológicas y pruebas de panificación. Los análisis se realizaron por duplicado para los cuatro tratamientos propuestos.

#### 2.2. Preparación de mezcla de harinas

Para preparar las mezclas de harinas se utilizó como base harina 100% trigo canadiense variedad Canadá Western Red Spring proveniente de una molinera local, a partir de ahí se realizaron las sustituciones parciales de esta harina con las harinas no convencionales de HO, HM, HP, y HC en porcentajes del 10% (M10A, M10P, M10S, M10L), 20% (M20A, M20P, M20S, M20L), 30% (M30A, M30P, M30S, M30L), 40% (M40A, M40P, M40S, M40L), y 50% (M50A, M50P, M50S, M50L) dando un total de 20 formulaciones. Se prepararon 3000 gramos de masa total de mezcla de harinas por formulación.

Cada fórmula se compone además de ácido ascórbico, enzimas y premezcla vitamínica acorde al requerimiento de la normativa ecuatoriana NTE INEN 616:2015. Las mezclas de harinas y aditivos fueron realizadas en un recipiente plástico agitando por 3 minutos para homogenizar la mezcla. Las mezclas de harinas fueron empacadas en fundas plásticas y almacenadas a temperatura ambiente previo a su uso.



## **2.3. Análisis de mezcla de harinas**

Se realizaron análisis proximal y reológicos a cada mezcla de harinas incluyendo la harina control (100% trigo canadiense). También se realizaron análisis microbiológicos a la mejor formulación de mezcla de harinas acorde a los requerimientos de la normativa ecuatoriana NTE INEN 616:2015.

### **2.3.1. Análisis proximal**

La humedad fue determinada por el método de estufa de vacío descrita en la AOAC 925.10. La proteína se analizó con el método de la bomba Kjeldah según la AOAC 2001,11 usando el factor de conversión 5.83 para determinar el contenido de proteína en la harina control y mezcla de harinas. La determinación de cenizas se realizó por incineración siguiendo lo estipulado en la NTE INEN-ISO 2171:2013. El pH se analizó con un potenciómetro siguiendo los lineamientos de la NTE INEN 526:2016. La acidez titulable fue determinada por el método de la normativa ecuatoriana NTE INEN 521 1980-12.

### **2.3.1. Análisis reológicos**

Se realizó farinograma (% absorción de agua, tiempo de desarrollo y estabilidad de masa) según el método oficial AACC 38-20 empleando farinógrafo Brabender. El alveograma se ejecutó bajo el procedimiento de la metodología AACC 54-30 con alveografo Chopin, se evaluaron tenacidad (P), extensibilidad (L), equilibrio (P/L) y fuerza (W) de todas las harinas preparadas. El gluten se determinó siguiendo los lineamientos de la metodología AACC 38-12.02 con el equipo glutomatic fabricante Perten. La viscosidad aparente y actividad de la enzima alfa-amilasa fue determinada según la metodología AACC 56-81B con el equipo Falling Number Perten. La determinación del porcentaje de almidón dañado se realizó siguiendo la metodología SD matic del fabricante del equipo Chopin Technologies (Heldman & Moraru, 2011).

### **2.3.2. Análisis microbiológicos**

Los análisis microbiológicos a la mor formulación de mezcla de harinas se realizaron acorde a lo estipulado en la normativa nacional NTE INEN 616:2015 cuyos requisitos microbiológicos son: *Escherichia Coli* (NTE INEN 1529-8) y mohos y levaduras (NTE INEN 1529-10).

## 2.4. Elaboración de pan tipo molde

A continuación, se detalla la el procedimiento de elaboración de pan de molde para todos los tratamientos:

- Pesado de los ingredientes

Para la elaboración del pan de molde se emplearon 1000 gramos de mezcla de harinas de cada formulación, a partir de ahí se pesaron los siguientes ingredientes secos: harina, grasa, azúcar, sal y levadura instantánea.

La cantidad de agua para iniciar la mezcla es 65% del peso del mix de harina (650 ml), a partir de ahí se va añadiendo más agua conforme la masa lo requiriera.

- Amasado

Los ingredientes secos fueron colocados en una amasadora marca Kitchenad de 5 velocidades y 25 Kg de capacidad, luego se procedió a colocar la mitad de agua (325 ml aproximadamente) y a prender la amasadora en primera velocidad, luego se añadió la cantidad de agua restante para formar la masa aumentando la velocidad a la segunda potencia, esto por alrededor de 3 minutos. Terminado este tiempo la amasadora pasa a la tercera velocidad para completar el amasado durante 5 minutos.

- Reposo

Como todas las mezclas tienen harina de trigo, la masa obtenida en la etapa anterior debe reposar por 10 minutos con el objetivo de la formación de la red de gluten.

- Boleado

Terminado el reposo, la masa se estira con ayuda de un rodillo para darle forma simétrica. Se procedió a dividir la masa en cuatro partes de 250 gramos cada una y a colocar en sus respectivos moldes.

- Fermentación

Para el leudado de la masa, los moldes fueron colocados en la cámara de leudado a temperatura de 32°C HR 50-60% durante dos horas, esto con el objetivo de contribuir al sabor y volumen del pan.

- Horneo

Para el horneado del pan se empleó un horno de convección eléctrico marca Forni, el proceso se dio a una temperatura de 170°C por 20 minutos previo calentamiento del equipo.

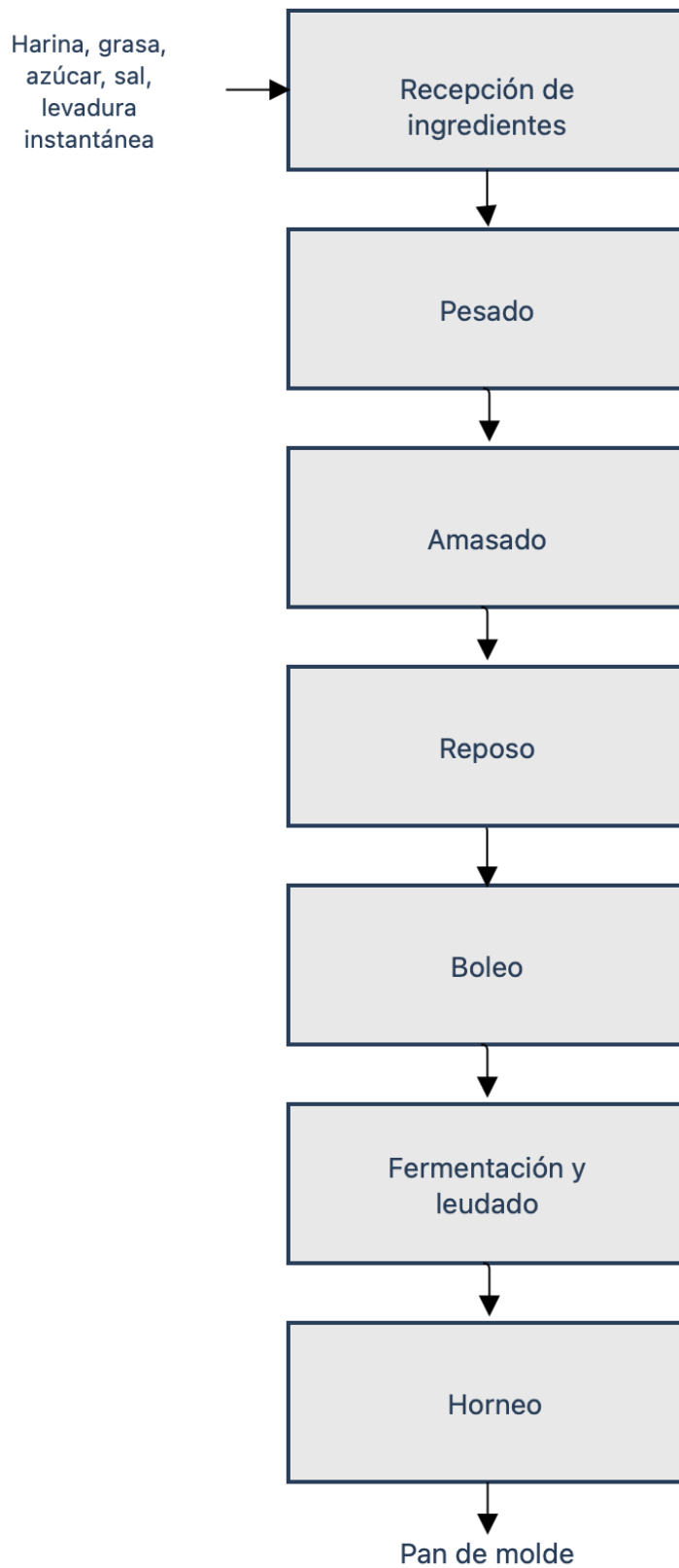


Figura 2.1 Diagrama de flujo elaboración de pan de molde

Fuente: Autor

## 2.5. Análisis de las propiedades físicas del pan

Se analizaron las propiedades físicas del pan elaborado con las 20 formulaciones de mezclas de harinas. Las muestras de pan de molde se realizaron por triplicado. Se evaluaron los siguientes atributos:

### Características generales del pan

- Forma del pan (simetría)
- Estado de leudo
- Aroma del pan
- Sabor del pan
- AparienciaVol

### Miga

Para la evaluación visual de la miga se procedió a cortar el pan en rebanadas, considerando:

- Color
- Homogeneidad
- Humedad
- Estructura (presencia de cavernas)

### Volumen

El volumen se determinó por desplazamiento de semillas de mostaza considerando que el volumen de semillas desplazadas es igual al volumen de la muestra. También se tomó el peso de los panes obtenidos. La fórmula para determinar el volumen específico es la siguiente:

$$\text{volumen específico} = \frac{\text{volumen (ml)}}{\text{peso del pan (g)}}$$

### Alto-Ancho

La medición del alto-ancho de los panes obtenidos se realizó con ayuda de una regla, para ello se cortó rebanadas de pan con cuchillo de sierra panadero para tener el espesor deseado (1 centímetro).

## 2.6. Análisis sensorial

La evaluación sensorial se realizó en paneles de degustación, donde un grupo de 30 consumidores habituales probaron las muestras de pan y posteriormente registraron sus respuestas de acuerdo a cada característica en la ficha de evaluación (figura 2.2). Las características del pan evaluadas fueron: color, olor, textura, sabor y aceptabilidad global. La interpretación de resultados se llevó a cabo por medio de diferencia de mínimos cuadrados (LSD) de Fischer ( $\alpha=0.05$ ).

## Ficha para la evaluación sensorial

## Escala hedónica de 5 puntos

Nombre.....

Fecha.....

Hora.....

Frente a usted tiene dos muestras, califique la calidad (olor, sabor, color, textura y apariencia) de las siguientes muestras en una escala del 1 al 5, donde 1= me disgusta mucho, 2= me disgusta moderadamente, 3= no me gusta ni me disgusta, 4= me gusta moderadamente, 5= me gusta mucho.

Muestra	Color	Olor	Textura	Sabor	Aceptabilidad
1101C					
1101P					
1101A					

Comentarios u observaciones.....

.....

Gracias por su colaboración

Figura 2.2 Ficha de evaluación sensorial

Fuente: Autor

## 2.7. Análisis de biocomponentes de la mejor formulación de mezcla de harinas

Los análisis de biocomponentes realizados a la mejor formulación de mezcla de harinas fueron: fibra dietaria siguiendo la metodología descrita por la AOAC 991.43 enzimático gravimétrico, polifenoles totales según método Folin Ciocalteu por espectrofotometría usando radical libre estable ABTS y poder antioxidante según método FRAP por espectrofotometría.

## 2.8. Análisis costo-beneficio

Para realizar el análisis costo-beneficio se obtuvo toda la información de costos que generó la mejor formulación de mezcla de harinas comparando con los posibles beneficios a obtener por el lanzamiento al mercado de este producto (información proporcionada por la empresa a la cual se le presentará la propuesta). El análisis se llevó a cabo con la herramienta Microsoft Excel.

## **2.9. Análisis estadístico**

Los datos de análisis proximal, reológicos y sensoriales obtenidos fueron sometidos a análisis unidireccional de varianza (ANOVA) con el software Statgraphics Centurion VVI.I versión 17.2.07 y se compararon diferencias para cada atributo mediante el uso de la diferencia de mínimos cuadrados (LSD) de Fischer ( $\alpha=0.05$ ).

## CAPITULO 3

### 3. RESULTADOS

#### 3.1. Análisis proximal de mezcla de harinas

Los valores de humedad obtenidos reflejan que, al aumentar el porcentaje de sustitución de HO, HM, y HC se disminuyó el porcentaje de humedad respecto al control a excepción de las muestras con sustitución de HTC por HP donde el porcentaje de humedad aumentó, esto debido al aporte de humedad de la harina de sacha inchi. Todas las formulaciones presentaron diferencia significativa en cuanto al porcentaje de humedad con el control, a excepción de la formulación M10S que no presentó diferencia significativa.

En cuanto al contenido de proteína al aumentar el porcentaje de sustitución de las HO, HM, y HC disminuyó el porcentaje de proteína en las mezclas respecto al control a excepción de las mezclas con HP donde aumentó el contenido de proteína a medida que aumentó el porcentaje de sustitución. Únicamente las formulaciones M10P, M20P, M10A y M10L no presentaron diferencia significativa al control en cuanto al porcentaje de proteína.

En el caso de las cenizas, el porcentaje aumentó en todas las mezclas de harinas debido al rico contenido mineral que aportaron todas las harinas no convencionales, exceptuando a las formulaciones con sustitución de HTC por HO y la formulación M10S que no presentaron diferencia significativa al control.

Estadísticamente no existe diferencia en los valores de pH obtenidos. En el caso de la acidez a medida que aumentó el porcentaje de sustitución aumentó la acidez de las mezclas de harinas, esto por el aporte de ácidos orgánicos de las harinas no convencionales. Todas las formulaciones presentaron diferencia significativa al control en cuanto al porcentaje de acidez obtenido.

Según lo estipulado en la normativa nacional NTE INEN 616:2015 cuarta revisión para los requisitos físicos y químicos de la harina de trigo para panificación las únicas formulaciones que cumplieron los parámetros establecidos fueron las formulaciones M10P, M20P, y M30P.

Los resultados de humedad de las harinas no convencionales que fueron empleadas para las mezclas se presentan a continuación:

Tabla 1  
Resultados de humedad de las harinas no convencionales empleadas

Harina	Codificación	% humedad
Harina de arroz	HO	10.87
Harina de plátano	HM	10.50
Harina de sacha inchi	HP	17.40
Harina de algarrobo	HC	9.10

Fuente: Autor

A continuación, se presentan los gráficos comparativos del análisis proximal:

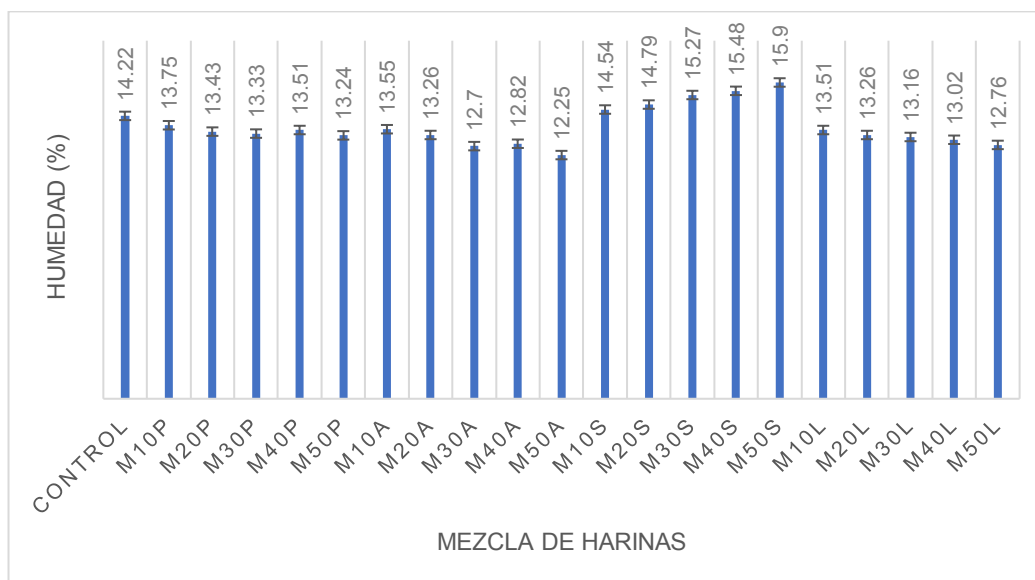


Figura 3.1 Porcentaje de humedad en las mezclas y el control.

Fuente: autor

En la figura anterior se puede observar que las mezclas M40S y M50S tuvieron valores de humedad superiores al resto de las mezclas, incluyendo el control. El menor de los valores obtenidos correspondió a la formulación M50S.

La especificación de humedad según la NTE INEN 616:2015 para harinas panaderas es máximo 14.5%. Con los resultados obtenidos todas las mezclas cumplieron con este parámetro a excepción de las mezclas con HP que en todas las proporciones obtuvo valores superiores a 14.5%. Según Calvopiña, J (2018), el contenido de humedad de cada harina no convencional influye en el resultado de las mezclas con harina de trigo. En su estudio donde empleó harinas de arroz, tapioca, garbanzo y amaranto en mezcla con harina de trigo todas las formulaciones presentaron valores de humedad más bajos a lo estipulado de la normativa local de Honduras para harinas panaderas. Los valores de humedad varían de acuerdo a las condiciones ambientales, madurez del grano empleado y las condiciones de almacenamiento (Calvopiña, 2018).



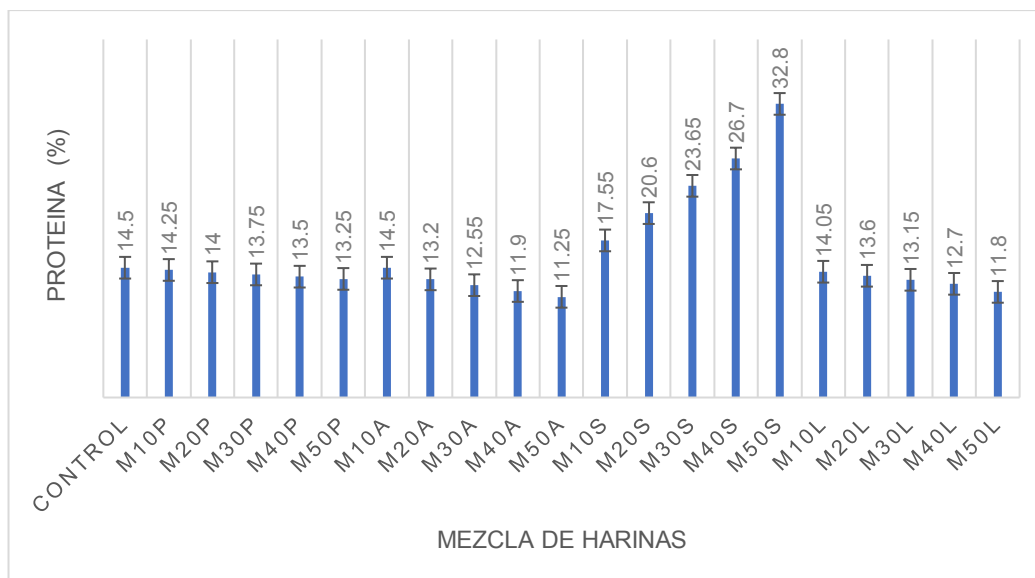


Figura 3.2 Porcentaje de proteínas en las mezclas y el control

Fuente: autor

En la figura 3.2 se presenta el comparativo de los valores de proteína de las mezclas de harina, se observa que la formulación M50S tiene un mayor valor de proteína (32.8 unidades sobre masa seca), lo cual le confiere un valor específico especial sobre las otras, sin embargo, esto no es un resultado proclive para ser considerada la mejor mezcla. La NTE INEN 616:2015 indica que el contenido mínimo de proteína de una harina panadera debe ser 10.50%. Los resultados obtenidos reflejan que todas las formulaciones cumplieron con el parámetro mínimo, así mismo queda demostrado que el uso de las harinas no convencionales en mezcla con HTC (cuyo valor de proteína es 13.5%) no disminuyen a un nivel tal el contenido de proteína como para considerarla fuera de especificación.

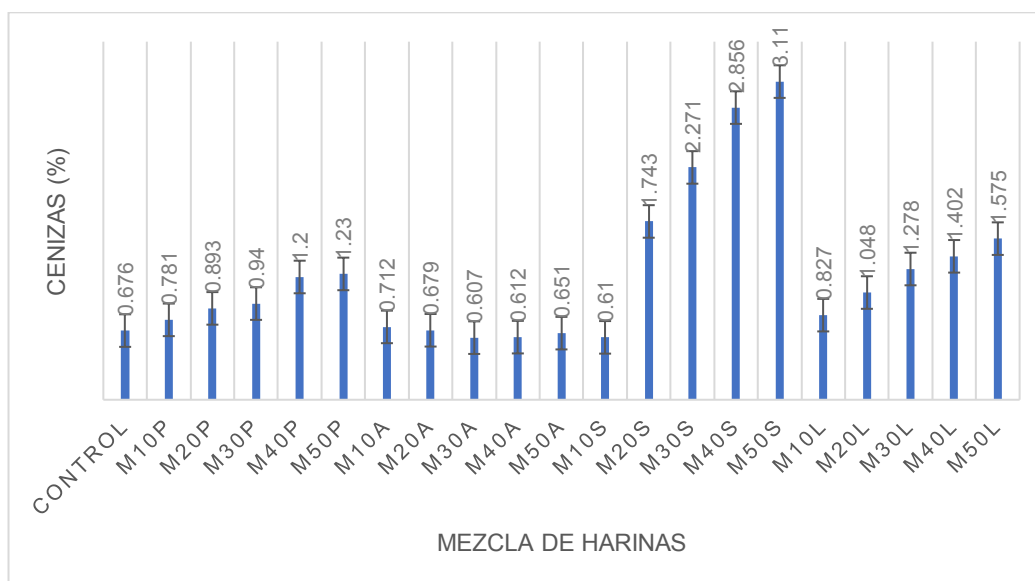


Figura 3.3 Porcentaje de cenizas en las mezclas y el control

Fuente: autor

En la figura 3.3 se presenta el comparativo de los porcentajes de cenizas obtenidos. La formulación M50S presentó el mayor valor con 3.11% y el menor valor correspondió a la formulación M30A con 0.607%. En el caso de la mezcla M50S esto se debe al contenido mineral que aporta la harina de sachu inchi que bordea el 9% del total de componentes (Lascano & Costales, 2017). Por otro lado, el bajo contenido mineral de la harina de arroz hizo que los resultados de cenizas se presenten con valores similares a la harina control. Considerando que la normativa ecuatoriana NTE 616:2015 indica que el contenido de cenizas de las harinas panaderas debe ser por debajo del 1% cumplen las formulaciones: M10P, M20P, M30P, todas las formulaciones de HO, M10S y M10L.

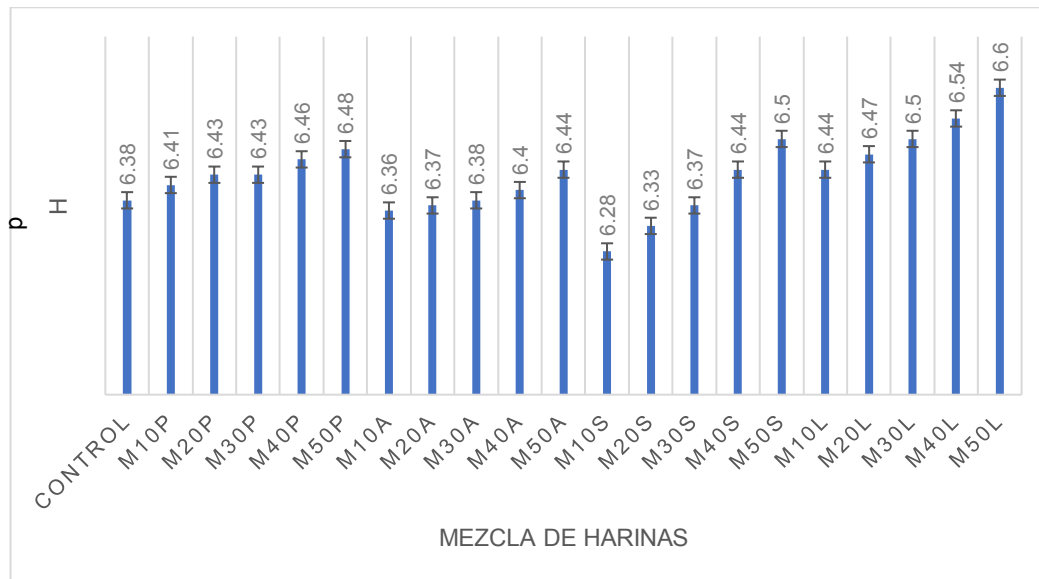


Figura 3.4 Valor de pH de las mezclas y el control.

Fuente: autor

En cuanto al valor de pH de las mezclas de harina se puede observar de acuerdo a lo indicado en la figura 3.4 que la formulación M50L posee el valor más alto, el cual es de 6.60 mientras el valor más bajo corresponde a la formulación M10S con 6.28. Los valores de pH obtenidos cumplen con la especificación interna cuyo rango es de 5.70 a 6.80.

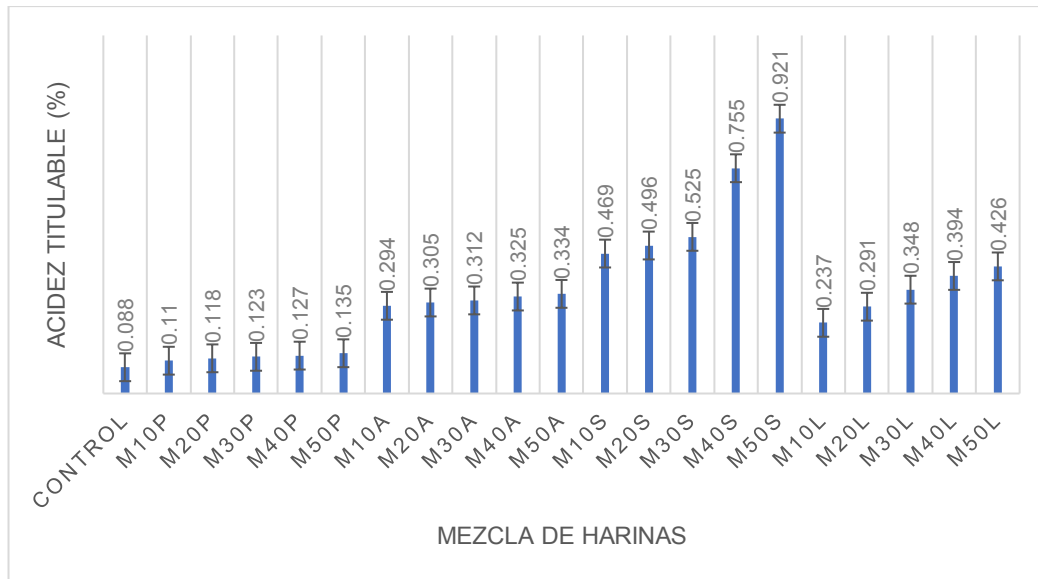


Figura 3.5 Porcentaje de acidez titulable en las mezclas y el control

Fuente: autor

En la figura 3.5 se presenta el comparativo de los valores de acidez obtenidos, de los cuales el mayor valor lo presentó la formulación M50S (0.92%) y el menor porcentaje de acidez la formulación control (0.08%). La harina de sachu inchi se compone principalmente de ácidos grasos poliinsaturados como el linolénico y esteárico (Rodríguez, et al., 2018). Por lo contrario, las formulaciones control y con sustitución de HTC por HM presentan valores menores al 0.2%, parámetro de acidez que estipula la normativa NTE INEN 616:2015.

### 3.2. Reología de las masas elaboradas con mezcla de harinas

El porcentaje de absorción de agua disminuyó a medida que aumentó el porcentaje de sustitución de HM, HO y HC, por lo contrario, la capacidad de absorción de agua aumentó en las formulaciones con sustitución de HTC por HP. La capacidad de absorción de agua en las harinas está relacionada con el contenido de almidones nativos, dado a que estos tienen la capacidad de absorber el agua (Miralbés, 2018). El papel que desempeña el agua en el proceso de panificación es solubilizar los ingredientes, activar la levadura y enzima e hidratar e hinchar los gránulos de almidón. El bajo porcentaje de absorción de agua de las harinas se denota en masas de menor volumen ocasionando que el agua se distribuya entre las proteínas. Por lo contrario, cuando hay una alta capacidad de absorción de agua los gránulos de almidón son más susceptibles al ataque de la enzima  $\alpha$ -amilasa que los gránulos enteros durante la formación de la masa, lo que ocasiona que disminuya la consistencia de esta (Enríquez, 1998). Únicamente las formulaciones M10P, M10A y M10S no presentaron diferencia significativa al control en cuanto al porcentaje de absorción de agua.

En cuanto a los valores de P/L estos también aumentaron a mayor porcentaje de sustitución, lo que denota en masas más tenaces y menos extensibles, así mismo la fuerza de las masas disminuyó a medida que se incrementó el contenido de harina no convencional, haciendo que durante el amasado la masa se torne "floja" y no sea capaz de obtener las bolas de pan del volumen y tamaño esperado. Las formulaciones M10P, M10A, M40L y M50L no presentaron diferencia significativa al control respecto al valor de P/L obtenido. En cuanto a la fuerza todas las formulaciones presentaron diferencia significativa al control.

Los valores individuales de gluten indican que a medida que aumentó el porcentaje de sustitución de las harinas no convencionales disminuyó el contenido de esta proteína en las mezclas. Kumar y colaboradores (2012) reportan en su investigación que las harinas carentes de gluten en mezcla con harina de trigo presentan un valor bajo de índice de gluten lo que da idea a un gluten flojo y poco consistente. Todas las formulaciones presentaron diferencia significativa al control en cuanto a los porcentajes de gluten obtenidos.

Los valores de índice de caída aumentaron con la adición de HO y HM, por lo contrario, disminuyeron con la adición de HP y HC. Gómez y colaboradores (2007) demostraron que aquellas harinas que tengan una elevada actividad enzimática presentarán valores bajos de índice de caída (Falling Number) ya que el gel de almidón será degradado rápidamente. Las harinas con baja actividad de la enzima alfa-amilasa presentaron problemas en las pruebas de panificación y se sugiere acorde con la investigación desarrollada por los mismos autores que sean mezcladas con harinas de alta actividad enzimática. Las formulaciones M20S y M30L no presentaron diferencia significativa, el resto de formulaciones son estadísticamente diferentes al control en cuanto a los valores de Falling Number obtenidos.

Para todos los casos, los valores de almidón dañado disminuyeron a medida que aumentó el porcentaje de sustitución. Barrera (2014) estudió el efecto del almidón dañado sobre las propiedades de masas panarias y la calidad de los panificados y concluyó que a medida que se va restando el porcentaje de almidón dañado, la calidad de las masas también baja. En este sentido se comprobó que la presencia de gránulos dañados altera la formación de las masas y sus propiedades tecnológicas. Las masas presentan una estructura más débil y fueron más rígidas y viscosas, menos cohesivas, extensibles y elásticas. Todas las formulaciones presentaron diferencia significativa al control en cuanto a los porcentajes de almidón dañado obtenidos.

A continuación, se presentan los gráficos comparativos de los análisis reológicos:

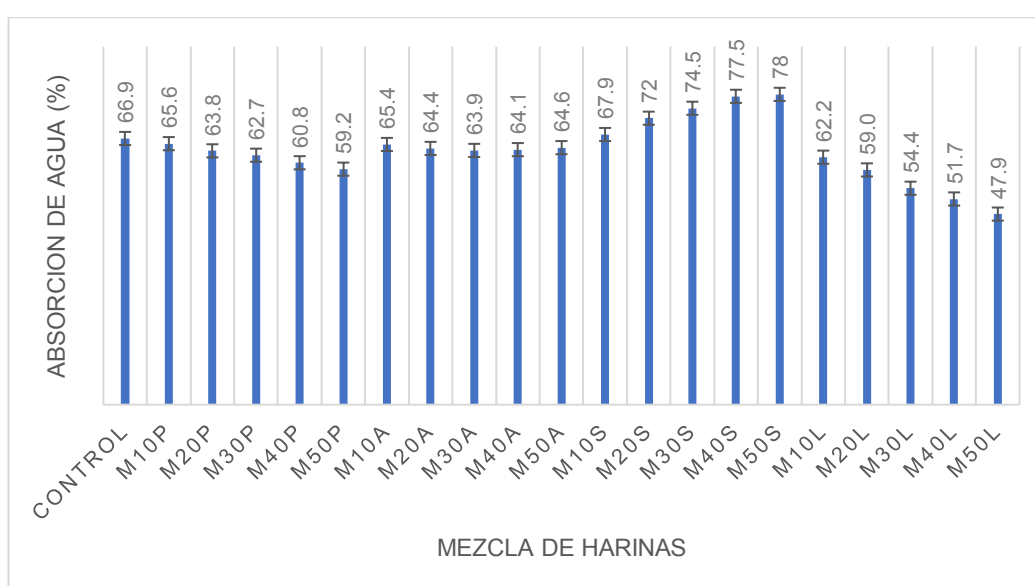


Figura 3.6 Porcentaje de absorción de agua corregida por humedad de cada mezcla y el control

Fuente: autor

En la figura 3.6 se observa que la formulación M50S presenta una mayor absorción de agua que el control y las demás muestras (78%) mientras que la formulación con el menor porcentaje de absorción de agua (47.9%) fue la formulación M50L. Considerando la especificación interna de porcentaje de absorción de agua para una harina panadera, cuyo un valor debe estar entre el 64 y 69% solo cumplirían con este requerimiento aquellas formulaciones cuya sustitución fue del 10% de HTC por harina no convencional a excepción de la formulación M10L (10% HC) que no cumple con el valor estipulado.

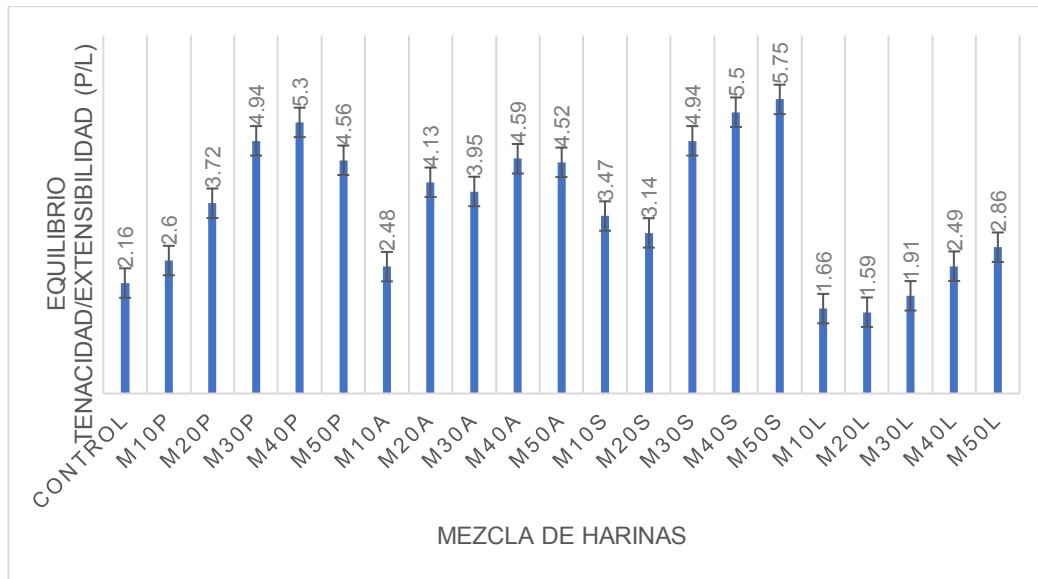


Figura 3.7 Equilibrio tenacidad-extensibilidad (P/L) de cada mezcla vs control.

Fuente: autor

La figura 3.7 presenta el comparativo de los valores de P/L obtenidos de los alveogramas realizados. El mayor de estos es el de la formulación M50S, con un valor de 5.75, esta mezcla de harinas presentó mas tenacidad y menos extensibilidad respecto a las demás. En este trabajo se volvió a comprobar que a medida que se aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo por las harinas no convencionales estas van volviendose mas tenaces, esto debido a la carencia de gluten.

La harina floja es pobre en gluten, absorbe poca agua, forma masas flojas y con tendencia a fluir durante la fermentación, dando panes bajos y de textura deficiente; no es apta para fabricar pan, pero sí galletas u otros productos de repostería (Perez, 2019).

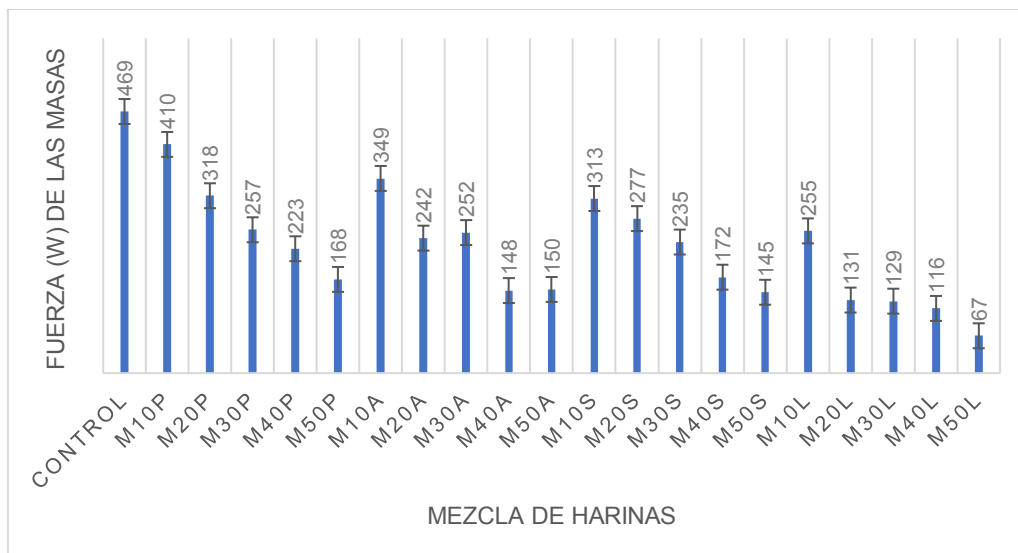


Figura 3.8 Valores de fuerza (W) del alveograma de las mezclas mezcla vs control.

Fuente: autor

En la figura 3.8 se observa que la mezcla control presentó un mayor grado de fuerza en el alveograma con un valor de 469 W, por lo contrario el menor de estos valores correspondió a la formulación M50L con 67 W. Se comprobó que a medida que aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo por las harinas no convencionales la masa pierde fuerza lo que se ve reflejado en el amasado y formación del pan.

La fuerza panadera (W) indica el trabajo necesario para romper una lámina de masa empujada por el aire. Se representa por el área de la curva del alveograma. Según la fuerza panadera las harinas se clasifican en:

- $W > 300$ . Harinas mejorantes. Grupo A
- $150 < W < 300$ . Harinas de media fuerza. Grupo B
- $80 < W < 150$ . Harinas corrientes. Grupo C
- $W < 80$ . Harinas impanificables. Grupo D (Perez, 2019)

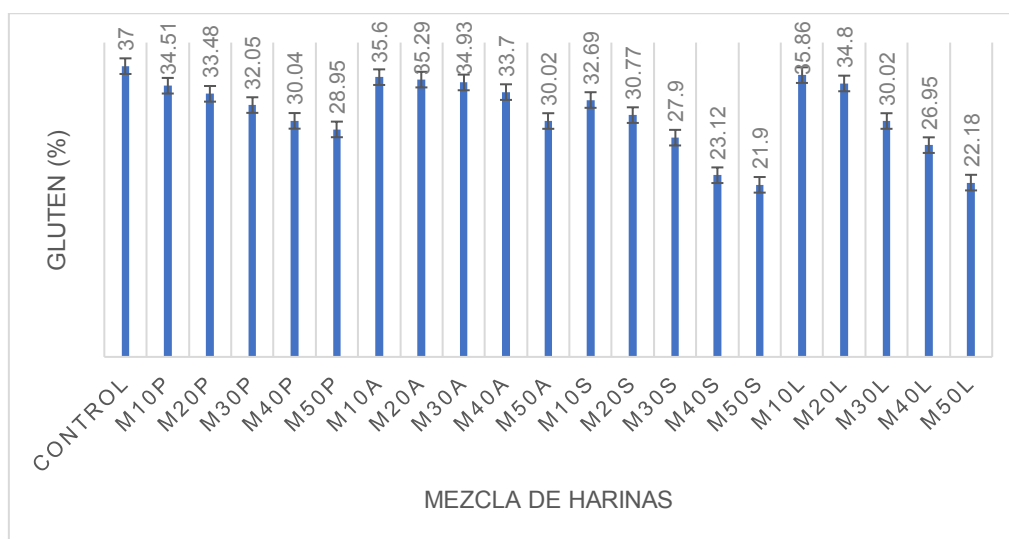


Figura 3.9 Porcentaje de gluten de las mezclas y el control.

Fuente: autor

En la figura 3.9 se presenta el comparativo de los valores de gluten obtenidos. El mayor porcentaje de gluten fue el de la harina control con un 37%, el menor de estos valores corresponde a la formulación M50S (21.9%). A medida que aumenta el porcentaje de sustitución de harina de trigo por las harinas no convencionales el contenido de gluten baja. Las mezclas de harinas con un 10% de sustitución presentaron valores cercanos al control, lo que se reflejó en el resultado de las pruebas de panificación con panes de características similares al control en cuanto a volumen, tamaño, apariencia y textura. El valor mínimo de porcentaje de gluten que debe tener una harina panadera es 32%, con lo anteriormente dicho todas las formulaciones cuya sustitución fue del 10% cumplen con esta especificación, así mismo cumplen las formulaciones M20P, M30P, M20A, M30A y M20L

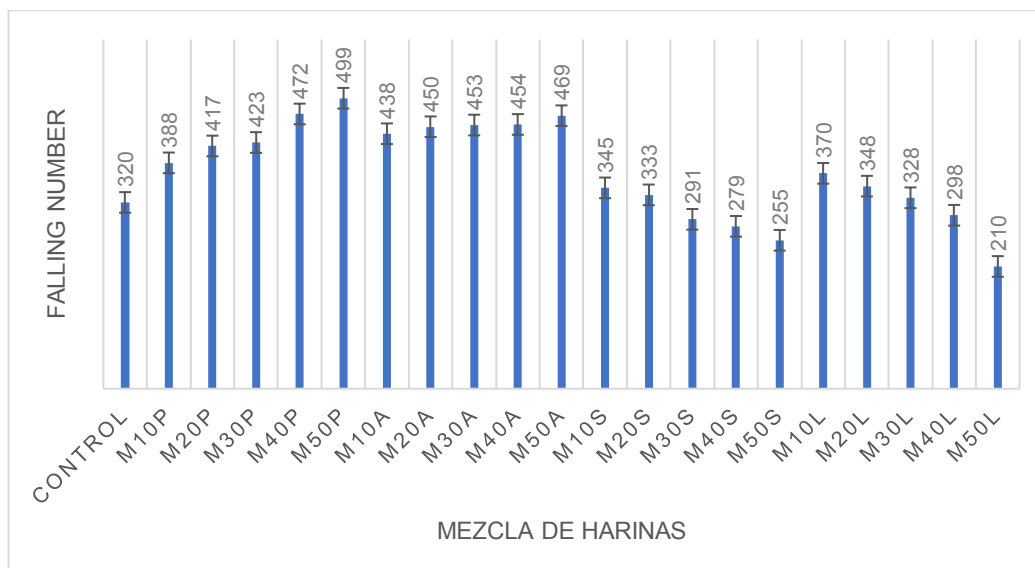


Figura 3.10 Falling Number de cada mezcla y control.

Fuente: autor

En la figura 3.10 se presenta el comparativo de los valores de índice de caída (Falling Number) obtenidos, el mayor valor observado está en la formulación M50P con 499, mientras que el menor en la formulación M50L con 210. Esta diferencia de valores se debe a la actividad enzimática propia de cada harina.

La baja actividad enzimática está relacionada con la deficiencia de la enzima  $\alpha$ -amilasa lo que conlleva a la falta de azúcares durante la fermentación pues la enzima no desdoblará los carbohidratos de la harina por ende no habrá los sustratos necesarios para el alimento de la levadura. Por el contrario, el exceso de actividad enzimática se presenta cuando la mezcla de harinas contiene un alto grado de humedad provocando la germinación de la harina. Este fenómeno hace aumentar en exceso el contenido de enzimas  $\alpha$ -amilasa lo que provoca que aumente el índice de maltosa, que el gluten sea parcialmente alterado y que disminuya la fuerza y capacidad de desarrollo de la masa (Tejero, 2021).

El valor idóneo de Falling number de una harina panadera debe estar entre 300 y 450, para lo cual solo cumplen con este rango aquellas harinas con sustitución del 10 y 20% así como las formulaciones M30P y M30L.



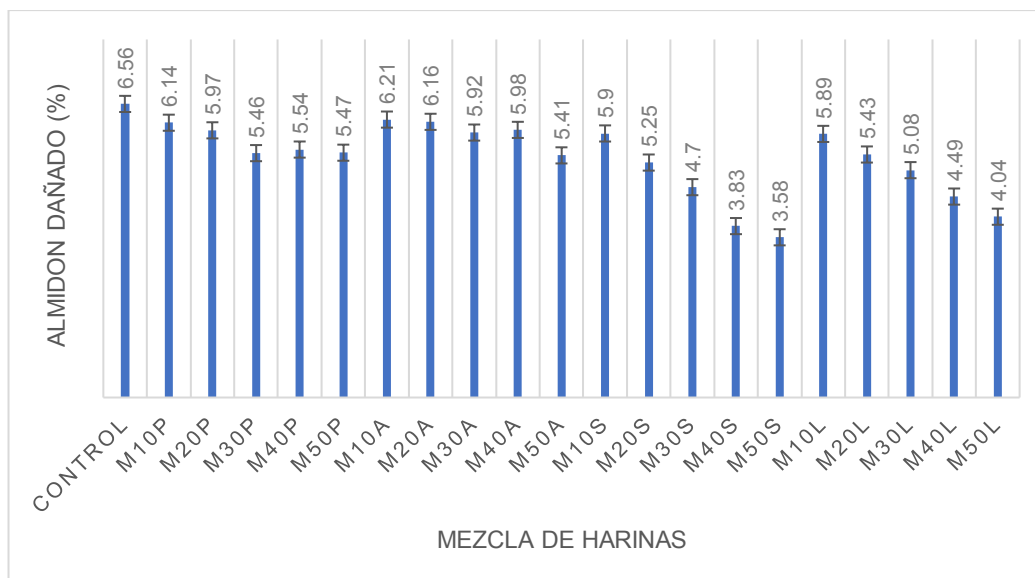


Figura 3.11 Porcentaje de almidón dañado en mezclas y control.

Fuente: autor.

En la figura 3.11 se presenta el comparativo de los valores de almidón dañado obtenidos. En este caso se observa que el mayor porcentaje de almidón dañado es el de la mezcla control con un 6.56% mientras que el más bajo la formulación M50S con 3.58%. Para el caso de harinas panaderas el valor óptimo de almidón dañado debe estar en un rango del 6 al 7.50% de acuerdo a la especificación interna. Las mezclas de harina cuya sustitución fue del 10 y 20% cumplen con estos valores, pero únicamente aquellas que fueron elaboradas con HO y HM ya que aquellas mezclas realizadas con HC y HP presentan valores menores al 6%.

### 3.3. Propiedades físicas del pan de molde elaborado con mezcla de harinas

Para evaluar la calidad panadera de las mezclas de harina se realizaron pruebas de panificación con cada una de ellas, de las cuales se seleccionaron como las mejores mezclas a las formulaciones M10A y M10P por los resultados de propiedades físicas obtenidos los cuales se asemejan al pan control. A continuación, se detalla brevemente los resultados obtenidos:

El pan elaborado con sustitución parcial de HTC por HP presentó para todas las formulaciones aroma extraño, el sabor solo se presentó bueno en la formulación M10S mientras que en el resto de formulaciones predominó un sabor amargo debido a la reacción de Maillard generada en el horneado. La apariencia de estos panes fue regular debido a pequeñas cavernas que se presentaron en la corteza, el color de miga se presentó blanca y la corteza dorada únicamente en la formulación M10S, mientras que en el resto de formulaciones el color de la corteza y miga fue oscura, así como una textura rugosa.

El pan elaborado con sustitución parcial de HTC por HC presentó igualmente aroma extraño, el sabor solo se presentó bueno en las formulaciones M10L y M20L mientras que en el resto predominó una sensación dulce intensa que quedó en la boca y que vino acompañada de una arenosidad nada agradable. La apariencia en todos los panes fue de regular a mala. El color de miga blanca y corteza dorada se presentó únicamente en la formulación M10L mientras que, en el resto ambas (miga y corteza) presentaron color oscuro. La textura lisa solo se presentó en la formulación M10L ya que en el resto de formulaciones de pan esta fue rugosa.

Los panes de molde elaborados con las formulaciones M20A y M30A presentaron las mismas características entre ellas: aroma normal a pan, buen sabor, color de miga blanca, corteza dorada y textura lisa, mientras que en las formulaciones M40A y M50A ya era más notorio los defectos en el color de corteza que se presentó pálida, también una textura más rugosa y mala apariencia en general con cavernas más pronunciadas. Aun así, ambas formulaciones de pan presentaron aroma normal y buen sabor.

Las formulaciones M20P, M30P, M40P y M50P presentaron aroma extraño, un mal sabor debido a la reacción de Maillard generada en el horneado que dio paso a la presencia de sabor amargo. La mala apariencia de los panes se dio debido a las costras que se presentaron en la corteza, el color de miga y corteza se presentaron oscuras, y la textura de los mismos fue rugosa.

Se comprobó que a medida que aumentó el porcentaje de sustitución (principalmente en las formulaciones con 30, 40, y 50% de sustitución) de HTC por las harinas no convencionales la masa perdía fuerza, lo que se vio reflejado en el amasado y formación del pan con masas flojas, ya en el producto horneado al no tener la fuerza necesaria esta no fue capaz de retener el CO<sub>2</sub> por lo que el pan se desinfló y se presentó de menor tamaño.

En la figura 3.12 se presentan los panes de molde elaborados con 100% HTC (control), estos presentaron buenas características tales como aroma normal a pan, buen sabor y apariencia, color de miga blanco y corteza dorada, así como textura lisa. El volumen promedio de estos panes fue 1420.5 cc con un tamaño promedio de 12x8 cm.



Figura 3.12 Pan de molde 100% HTC

Fuente: autor

En la figura 3.13 se presentan los panes de molde elaborados con las formulaciones M10A y M10P. En el caso de la formulación M10A los panes presentaron características muy similares al pan control tales como aroma normal a pan, buen sabor, color de miga blanca, corteza dorada y textura lisa. La apariencia de estos panes se presenta regular debido a su forma y a la presencia de una leve costra en la parte inferior del pan. El volumen promedio de estos panes fue 1314 cc con un tamaño promedio de 12.1x8 cm. En cuanto al pan de molde elaborado con la formulación M10P este presentó un leve aroma extraño debido a los compuestos orgánicos de la harina de plátano (Sánchez-Rivera, Bello-Pérez, & Patiño-Rodríguez, 2020) que en conjunto con la mezcla de los otros ingredientes de la formulación dan paso a un aroma diferente al pan blanco, aun así, presentó buen sabor y apariencia, color de miga blanca y corteza dorada, así como una textura lisa. El volumen promedio fue 1412.8 cc y el tamaño promedio 12x8 cm. Para realizar la evaluación sensorial y decidir la mejor formulación de mezcla de harinas se seleccionaron ambas formulaciones por las propiedades anteriormente detalladas y que se asemejan al control.



Figura 3.13 Pan de molde formulaciones M10A y M10P

Fuente: autor

En la siguiente tabla se presentan los resultados de las formulaciones con sustitución de 10% de HTC por harina no convencional cuyas características se presentan similares al control en cuanto a las propiedades evaluadas:

Tabla 2

Resultados de pruebas de panificación formulaciones con 10% de sustitución vs el control

Código	Propiedades físicas del pan						Volumen (cc)	Tamaño alto x ancho (cm)
	Aroma	Sabor	Apariencia	Color		Textura		
				Miga	Corteza			
Control	normal	bueno	bueno	blanco	dorada	lisa	1420.5	12x8
M10A	normal	bueno	bueno	blanco	dorada	lisa	1314	12,1x8
M10P	extraño	bueno	bueno	blanco	dorada	lisa	1412.8	12x8
M10S	extraño	bueno	regular	blanco	dorada	lisa	1206.6	11x8
M10L	extraño	bueno	regular	blanco	dorada	lisa	1308.9	12x8

Fuente: Autor

### 3.4. Análisis sensorial

Considerando los resultados de análisis proximal, reológicos, así como de las pruebas de panificación, se seleccionaron a las mezclas M10P (10% HM) y M10A (10% HO) para desarrollar el panel de degustación sensorial del pan de molde. Los evaluadores compararon los atributos de ambas muestras de pan con el control.

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el análisis sensorial utilizando la prueba hedónica.

Tabla 3  
Análisis sensorial de pan elaborado con mezcla de harinas M10A y M10P comparado con el control

Pan de molde elaborado con mezcla de harinas vs control					
	Olor	Sabor	Color	Textura	Aceptabilidad global
Control	4.83 <sup>a</sup>	4.90 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	5 <sup>a</sup>	4.86 <sup>a</sup>
M10A	4.46 <sup>b</sup>	4.50 <sup>b</sup>	4.50 <sup>b</sup>	4.10 <sup>c</sup>	4.63 <sup>b</sup>
M10P	4.50 <sup>b</sup>	4.60 <sup>b</sup>	4.00 <sup>c</sup>	4.17 <sup>bc</sup>	4.63 <sup>b</sup>

Los datos son los valores promedio de los ensayos independientes (n=30). Diferentes letras dentro de la columna indican diferencias significativas ( $p \leq 0.05$ )

Fuente: Autor

Las puntuaciones más altas de los atributos sensoriales están relacionadas con mejor aceptación. Existe diferencia significativa ( $p \leq 0,05$ ) entre los atributos sensoriales del pan de molde control y los panes de las formulaciones M10A y M10P, más entre estas dos no existe diferencia significativa ( $p > 0,05$ ) en 3 de 5 atributos, a excepción del color donde si hubo diferencia significativa. Al ser el pan blanco el de mayor consumo por parte de la población local de todos los estratos sociales, se convierte en una tarea difícil (pero no imposible) llegar a reemplazar su consumo (Vidal, 2018). Las características sensoriales propias del pan blanco son bien conocidas por todos los consumidores y al querer comparar estas con un producto similar la preferencia va a inclinarse por el que ya conocen. Los resultados de la evaluación sensorial reflejan lo expuesto, aunque la calificación promedio otorgada a los panes elaborados con las mezclas de harinas se encuentre entre “me gusta moderadamente” y “me gusta mucho”.

Para cumplir el objetivo del presente trabajo y tomando en cuenta los valores promedio obtenidos (excluyendo al pan control), la muestra de pan M10P (elaborado con mezcla de harina 90% trigo canadiense+ 10% HM) es la de mayor aceptación en 3 de sus características (color, sabor, y textura) a excepción del color que gustó menos en comparación a la muestra M10A y control. Esto quizás se deba al color de la miga que se presentó un poco más oscura que en los otros panes. En cuanto a la aceptabilidad global, aunque presenta diferencia significativa al control, comparándola con la formulación M10A esta no presenta diferencia significativa. El resultado de la evaluación sensorial presenta entonces a la formulación M10P como la mejor.

### 3.5. Resultados microbiológicos de la mejor formulación de mezcla de harinas

Una vez determinada la mejor formulación de mezcla de harinas se realizaron los análisis microbiológicos estipulados en la normativa nacional NTE INEN 616:2015 obteniéndose los siguientes resultados:

Tabla 4  
Resultados de análisis microbiológicos de la formulación M10P

Requisitos	Unidad	Resultado	Límite máximo	Disposición
<i>Escherichia Coli</i>	ufc/g	<10	<10	Cumple
Mohos y levaduras	ufc/g	$18 \times 10^1$	$1 \times 10^4$	Cumple

Fuente: Autor

Los resultados microbiológicos obtenidos están dentro de especificación, lo que indica que la fórmula M10P cumple con la normativa nacional y puede comercializarse sin que ello represente un peligro biológico para la salud del consumidor.

### 3.6. Biocomponentes presentes en la mejor formulación de mezcla de harinas

#### 3.6.1. Fibra dietaria

El resultado de porcentaje de fibra dietaria que contiene la formulación M10P (10% HM) fue de 2,9%. Acorde a la investigación presentada por Loypimai, P y Moongngarm, A (2013) el contenido de fibra dietaria de una mezcla de harina de trigo con harina de plátano pregelatinizada fue del 4.14%. Este valor se presenta cercano al obtenido considerando que se trabajó con HM sin tratamiento alguno.

Radünz, M y colaboradores (2021) elaboraron en su investigación un producto panadero tipo muffin empleando 28.50% de harina de plátano verde en su formulación. El resultado de fibra dietaria fue 1.2%, un 10% más en relación al muffin elaborado con harina de trigo.

Comparando el contenido de fibra dietaria de la harina de trigo cuyo valor promedio es 1% (Sánchez I. , 2016), la formulación M10P aporta un 1.9% más de fibra que esta.

El consumo regular de fibra dietaria está estrechamente relacionado con su propiedad de fermentabilidad y efecto prebiótico ayudando a la regularidad digestiva puesto que acelera el tránsito intestinal, así mismo se beneficia el colon disminuyendo el riesgo de padecer estreñimiento y colitis (Escudero & Gonzalez, 2006).

La Organización Mundial de la Salud recomienda la ingesta diaria de 25 gramos de fibra dietaria a través de frutas, leguminosas, cereales y sus derivados los cuales contienen fibra dietaria. El consumo de la mezcla de harina M10P a través de productos panaderos aportará a la ingesta diaria recomendada.

### 3.6.2. Capacidad antioxidante y compuestos fenólicos

El resultado de polifenoles totales que contiene la formulación de mezcla de harinas M10P fue 117 mg/kg m.s mientras que el poder antioxidante fue 177 mg/kg m.s.

Sánchez-Rivera y colaboradores (2020) analizaron el contenido de polifenoles y compuestos antioxidantes de harina de plátano con potencial para elaborar productos nutraceuticos, obteniendo como resultado 119.32 mg/kg m.s de polifenoles totales y un poder antioxidante de 227.58 mg/kg m.s. El contenido de polifenoles totales (incluyendo taninos) se muestra similar al obtenido en el presente trabajo, no obstante, los compuestos antioxidantes presentaron un valor mayor. Esta diferencia quizás se deba a la mezcla realizada con HTC que disminuyó el contenido, así mismo las condiciones ambientales de almacenamiento y exposición a la luz del producto pudo haber alterado la concentración de estos compuestos.

La harina de trigo presenta un valor promedio de polifenoles totales de 53.12 mg/kg m.s mientras que el valor promedio de poder antioxidante está en 42.29 mg/kg m.s (Sánchez I. , 2016). La mezcla M10P aumentó el contenido de polifenoles totales respecto a la harina de trigo en 63.88 mg/kg m.s (2 veces más) mientras que el poder antioxidante se incrementó en 134.71 mg/kg m.s (4 veces más) aproximadamente.

Los polifenoles en el grano de trigo se encuentran principalmente en las capas externas (células de aleurona, capa semilla) y se pierden en el refinado de la harina. Uno de los compuestos fenólicos más abundante en el grano de trigo es el ácido ferúlico con gran poder antioxidante, aunque aumenta la astringencia y la amargura de dicho cereal. Los efectos del ácido ferúlico abarcan desde propiedades antiinflamatorias y anticancerígenas, hasta efectos hepatoprotectores, antitrombóticos, antivirales y antienvjecimiento (Sánchez I. , 2016).

Por su parte en el plátano verde, los polifenoles se presentan también como taninos solubles y condensados. Se encuentran en la cáscara como galocatequinas y proantocianidinas y en la pulpa como catequinas (Sánchez-Rivera, Bello-Pérez, & Patiño-Rodríguez, 2020).

Algunos estudios recientes han demostrado que el consumo de alimentos ricos en polifenoles disminuye la incidencia de enfermedades cardiovasculares, concretamente una dieta rica en polifenoles se ha asociado a un menor riesgo de infarto de miocardio (García-Lafuente, Villares, Rostagno, & Martínez, 2009). Los polifenoles se caracterizan por no ser accesibles en el intestino delgado, sino que llegan al colon, donde podrían ser fermentados, proporcionando un medio ambiente antioxidante en el tramo final del tracto digestivo (Saura-Calixto, 2007).

Los compuestos antioxidantes presentes en el grano de trigo son los alquilresorcinoles y tocoferoles que se encuentran principalmente en el salvado (cáscara del trigo) (Rebolleda, Beltrán, Sanz, & González-SanJosé, 2014).

En el caso de la harina de plátano el principal compuesto antioxidante es la galocatequina, antioxidante abundante en la cáscara (158 mg/100 g de masa seca) más que en la pulpa (29.6 mg/100 g de masa seca) (Sánchez-Rivera, Bello-Pérez, & Patiño-Rodríguez, 2020).

### 3.7. Análisis costo-beneficio

Para realizar el análisis costo-beneficio se tomaron en cuenta los costos que implican la elaboración de la mezcla de harinas los cuales incluyen materia prima y empaque, equipos, recursos humanos, almacén y depósitos, seguros, impuestos y otros gastos. La información de estos costos fue proporcionada por la empresa para la cual se elabora el presente trabajo. El beneficio de la implementación de esta línea está basado en una proyección realizada con un producto de similares características realizado en 2019.

La proyección del beneficio neto mensual por la implementación de la línea industrial de mezcla de harinas formulación M10P sería aproximadamente 9536.34 dólares mensuales.

A continuación, se presenta un resumen del análisis de la relación costo-beneficio para la elaboración de la mezcla de harinas formulación M10P.

Tabla 5  
Formulación de costos para la elaboración de la mejor mezcla de harinas

Concepto	Cantidad x mes	Unidad	Costo x unidad (\$)	Total (\$)
<b>Harinas</b>				
Harina de trigo	30	Saco (25 kg)	23	690
Harina de plátano	14	Saco (10 kg)	20	280
<b>Material de empaque</b>				
Funda de polietileno de alta densidad con la identificación del producto	1000	Paca de 500 fundas	125	250
<b>Equipos</b>				
Mezcladoras		1	350	350
Hornos		2	450	900
<b>Recursos humanos</b>				
Panaderos		2	450	900
Vendedores		3	450	1350
Transporte				
<b>Almacén y depósitos (alquileres)</b>				
		1		\$150 x mes
<b>Seguros</b>				
		1		1500 anual
<b>Impuesto al valor agregado (12%)</b>				
<b>Impuesto sobre las sociedades (22%)</b>				
<b>Imprevistos (10%)</b>				
				781
<b>Total</b>				7151

Fuente: Autor



Cabe indicar que estos valores son aproximados y están sujetos a cambio, ya que por temas de confidencialidad se han omitido hacer uso de alguno de ellos.

Tabla 6  
Proyección de ventas por región del Ecuador (2022)

Mezcla M10P	Ventas diarias	Ventas mensuales	Precio por unidad (1Kg)	Ventas totales x mes. (\$)
1-Región Amazónica e Insular	100	3000	\$1.50	4500
2- Región Costa	150	4500	\$1.50	6750
3- Región Sierra	230	6900	\$1.50	10350
Total				21600

Fuente: Autor

Beneficio neto:  $21600 - 7151 = 14449$  – 34% de impuestos

Beneficio neto: 9536.34 dólares mensuales

Los costos por kilogramo de producto y contenido de biocomponentes de cada formulación de harina, así como el valor de incremento que representa se presentan a continuación:

Tabla 7  
Comparación del incremento de costos por kilogramo y contenido de biocomponentes de control y formulación M10P

	Harina control	Formulación M10P	Incremento	Comentario sobre formulación M10P
Costo por Kg (\$)	0.9	1.5	1.7	1.7 veces más del costo actual
% Fibra dietaria	1	2.9	1.9	2 veces más fibra dietaria
Polifenoles totales mg/kg m.s	53.12	117	2.2	2 veces más de contenido de polifenoles
Poder antioxidante mg/kg m.s	42.29	177	4.2	4 veces más poder antioxidante

Fuente: Autor

Teniendo como base el costo de producción y venta por kilogramo de la línea actual (HTC) la cual se presenta a un costo menor en ambos casos comparándolo con el de la nueva línea de mezcla de harinas que aumenta su costo de venta 1.7 veces más, los beneficios que presenta la formulación M10P serán mayores en cuanto a contenido de biocomponentes, puesto que se tiene 2 veces más de fibra dietaria y compuestos fenólicos y 4 veces más de poder antioxidante comparando con la formulación control. Respecto a los beneficios económicos de la implementación, estos se verán a mediano y largo plazo dependiendo de la aceptación del producto a ofertar. No obstante, la proyección económica realizada da resultados favorables.

## CAPITULO 4

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 CONCLUSIONES

1. De las veinte mezclas que emplearon harinas no convencionales de arroz, plátano, sachá inchi y algarrobo, en sustituciones parciales de harina de trigo entre el 10% y el 50%, las características reológicas, microbiológicas y físico-químicas, se sostiene que la formulación M10P (sustitución al 10% con harina de plátano) cumple con las especificaciones de la normativa ecuatoriana NTE INEN 616:2015 en todos sus parámetros. Con esta mezcla es posible obtener un producto panadero de similares características al elaborado con harina 100% trigo, por lo que es factible la implementación de la línea de producción industrial con esta mezcla de harinas. Los análisis microbiológicos confirmaron que se puede comercializar esta mezcla de harinas sin que ello represente un peligro biológico para la salud del consumidor.
2. El resultado de los análisis reológicos de todas las mezclas de harina fue un indicador para pronosticar el comportamiento de las masas durante la elaboración del pan, a este respecto la sustitución parcial del 10% de harina de trigo por cualquier harina no convencional es lo óptimo, ya que al aumentar el porcentaje de sustitución se reduce la calidad panadera y además la composición físico-química de estas no es la adecuada para una harina panadera.
3. De acuerdo al panel de consumidores, el pan de molde elaborado con la formulación M10P fue bien calificada por los panelistas en cuanto a su olor, sabor, color y textura, siendo el color el atributo con menor calificación. Se observó que todos los atributos sensoriales evaluados fueron calificados por debajo de la calificación otorgada a la muestra control correspondiente al pan blanco 100% HTC, sin embargo, la muestra M10P tuvo una buena aceptabilidad global.
4. El contenido proteico de la mezcla M10P presentó 14.25 unidades sobre masa seca, dicho valor es estadísticamente igual al compararse con el control, por lo que, no existe diferencia significativa entre el contenido proteico de la mezcla M10P y HTC. Ambos productos tienen la misma calidad nutricional.
5. Mientras la HTC posee 1% de fibra dietaria, 53.12 mg/kg m.s de compuestos fenólicos y 42.29 mg/kg m.s de poder antioxidante, la mezcla M10P tiene un contenido de fibra dietaria de 2.9%, 117 mg/kg m.s en compuestos fenólicos y 177 mg/kg m.s en poder antioxidante. Por tanto, en cuanto al costo-beneficio de la implementación de la nueva línea, al emplear la mezcla M10P se logra obtener un pan 1.7 veces más costoso, pero, con características biológicas superiores al pan blanco de harina de trigo con un incremento de hasta 2 veces el contenido de fibra dietaria y polifenoles totales y 4 veces más de poder antioxidante.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda realizar este tipo de estudios haciendo uso de otras harinas no convencionales, principalmente de aquellos cereales, leguminosas y tubérculos autóctonos del Ecuador, con la finalidad de observar su aporte nutricional y la apreciación en el gusto de los consumidores, todo ello para contribuir a la mejora de la nutrición de todas las personas con requerimientos especiales, como adultos mayores, niños, jóvenes y al mismo tiempo como estrategia de negocio para el aprovechamiento de los recursos locales de cada región.

## BIBLIOGRAFIA

- Alamo, M. (2019). *Caracterización fisicoquímica de la harina de algarroba del distrito de Illimo*.  
<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6557/Alamo%20Farro%C3%B1an%20Manuel%20Ramos-.pdf?sequence=8>
- Aljure, M. (2020). *Tendencias de panadería 2020*. <https://colmaiz.co/tendencias-de-panaderia-2020/>
- Bajaña, S., & Setti, D. (2015). *Sustitución Parcial de la Harina de Trigo por Harina de Banano y su Efecto en las Propiedades Fisicoquímicas del Pan Tipo Molde*. Guayaquil: Repositorio Espol.
- Barrera, G. (2014). *Efecto del almidón dañado sobre las propiedades de masas panarias y la calidad de los panificados*. Córdoba: Repositorio Universidad Nacional de Córdoba.
- Calvopiña, J. (2018). *Caracterización fisicoquímica de harinas y su utilización en pan libre de gluten*. Zamorano: Repositorio Escuela Agrícola Panamericana Zamorano.
- Cuniberti, M., Mir, L., Berra, O., & Macagno, S. (2012). *Calidad del trigo de la región central del país*. Buenos Aires: Estación Experimental Marco Juárez.
- Enríquez, J. (1998). *Efecto del tiempo del tiempo de almacenamiento sobre las propiedades químicas, reológicas y de panificación de la harina de trigo almacenada con enzimas alfa-amilasa fungal y de malta*. <http://tesis.uson.mx/digital/tesis/docs/1731/Capitulo5.pdf>
- Escudero, e., & Gonzalez, P. (2006). La fibra dietética. *Nutrición hospitalaria volumen 21*, 61-72.
- Fierro, D., & Herrera, H. (2018). Análisis de la evolución de la panificación en la provincia del Carchi como patrimonio alimentario a través de la revalorización de sus técnicas y preparaciones tradicionales. *INNOVA Research Journal*, 1-12.
- García-Lafuente, A., Villares, A., Rostagno, M., & Martínez, J. (2009). Flavonoids as anti-inflammatory agents: implications in cancer and cardiovascular disease. *Inflammation Research*, 537-552.
- Gómez, S., Orea-Lara, G., Hernández-Vargas, V., & Gómez-Ruiz, A. (2007). Cambios reológicos en una masa panaria por la adición de avena. *Biología y alimentos IPN*, 1-6.

- Heldman, D., & Moraru, C. (2011). *Encyclopedia of Agricultural, Food, and Biological Engineering*. Taylor and Francis Group.
- Holguín, B., & Alvarado, A. (2017). *Comportamiento de la producción de harina de trigo en Ecuador*. <https://www.eumed.net/coursecon/ecolat/ec/2017/produccion-harina-trigo.html>
- Informativo de la industria panadera en Latinoamérica. (26 de Febrero de 2016). *Harinas no tradicionales para la elaboración del pan artesanal*. <https://www.panificacionlatam.com/index.php/sectores/34-pan/3121-harinas-no-tradicionales-para-la-elaboraci%C3%B3n-del-pan-artesanal.html>
- Instituto Nacional de Estadísticas y censos. (Mayo de 2021). *Guía sobre el uso de base de datos de la encuesta de superficie y producción agropecuaria continua*. [https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas\\_agropecuarias/espac/espac-2020/Guia%20de%20uso%20de%20base%20de%20datos%20ESPAC%202020.pdf](https://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_agropecuarias/espac/espac-2020/Guia%20de%20uso%20de%20base%20de%20datos%20ESPAC%202020.pdf)
- Juarez, C. (7 de Mayo de 2020). *¿Cuáles son las tendencias de consumo en panificados?* <https://thefoodtech.com/tendencias-de-consumo/tendencias-de-consumo-en-panificados/>
- Kumar, A., Elias M, E., & Ghavani, F. (2012). A major QTL for gluten strength in durum wheat (*Triticum turgidum* L. var. durum). *Journal of Cereal Science*, 1-9.
- Lascano, C., & Costales, P. (2017). *Diseño e implementación de un sistema automatizado de transporte y dosificación de alimentos, mediante PLC S7 1200 para el ganado bovino en las jaulas de ordeño en la Estación Experimental Tunshi*. <http://dspace.epoch.edu.ec/bitstream/123456789/4290/1/20T00570.pdf>
- Loypimai, P., & Moongngarm, A. (2013). Utilization of pregelatinized banana flour as a functional ingredient in instant porridge. *Food Science*, 1-8.
- Martínez-Jiménez, F., Rodríguez, E., & Hernández, M. (2015). Impacto de la adición de carboximetilcelulosa y agua en las propiedades fisicoquímicas y de calidad de pan libre de gluten. *Revista U.D.C.A*, 1-4.
- Mera, C. (2015). *Sustitución Parcial de la Harina de Trigo por Harina de Maíz y su efecto en las Propiedades Fisicoquímicas del Pan Tipo Molde*. Guayaquil: Repositorio Espol.
- Miralbés, C. (2018). *¿Cuánto sabes sobre el almidón en panadería?* <https://tecnosa.es/cuanto-sabes-sobre-el-almidon-en-panaderia/>
- Normalización, I. E. (2015). *NTE INEN 616:2015 cuarta revisión*. Harina de trigo.requisitos: <https://dokumen.tips/documents/n-te-inen-616-4.html>
- Perez, A. (2019). *Parámetros de calidad del trigo panadero*. <https://borauhermanos.com/parametros-de-calidad-del-trigo-panadero/>

- Pérez, A., & García, R. (2013). *Evaluación del comportamiento reológico de dos muestras de harina de trigo (Triticum aestivum L) acondicionada con mezcla de fibras comerciales*. Duitama: Repositorio de la Universidad Nacional abierta y a distancia UNAD.
- Perozo, K. (2021). *El exceso de pan blanco puede llevarnos a sufrir enfermedades cardiovasculares*. <https://www.fayerwayer.com/2021/02/enfermedades-cardiovasculares-pan-blanco>
- Radünz, M., Camargo, T., Mota Nunes, C., Francine Paes Pereira, E., Dos Santos Ribeiro, J., & Araújo Dos Santos Hackbart, H. C. (2021). Gluten-free green banana flour muffins: chemical, physical, antioxidant, digestibility and sensory analysis. *Journal of Food Science and Technology*, 1295-1301.
- Revista Líderes. (2020). *La industria panificadora se halla en crecimiento*. Obtenido de [www.revistalideres.ec/lideres/industria-panificadora-crecimiento-ecuador-produccion.html](http://www.revistalideres.ec/lideres/industria-panificadora-crecimiento-ecuador-produccion.html)
- Rodriguez, G., Avellaneda, S., Pardo, R., Villanueva, Eudes, & Aguirre, E. (2018). Pan de molde enriquecido con torta extruida de sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L): Química, reológica, textura y aceptabilidad. *Scientia Agropecuaria*, 199-208.
- Sánchez, H., González, R., Torres, R., & De la Torre, M. (2009). Elaboración de pan sin gluten con harinas de arroz extruidas. *Ciencia y tecnología alimentaria*, 109-116.
- Sánchez-Rivera, M., Bello-Pérez, L., & Patiño-Rodríguez, O. (2020). Capacidad antioxidante de harina de fruto completo de plátano con potencial para elaborar productos nutraceuticos . *Revista para la investigación y desarrollo en ciencia y tecnología de alimentos- Universidad autónoma de Nuevo León*, 414-419.
- Sandoval, A. (8 de julio de 2021). *Harinas No Convencionales (HNCs): alternativas saludables e innovadoras*. <https://araucanianoticias.cl/2021/harinas-no-convencionales-hnccs-alternativas-saludables-e-innovadoras/0708203381>
- Santos, V., Da Silva, R., Jaekel, L., & Chang, Y. (2017). Dough rheology and technological characteristics of pan bread elaborated with the partial replacement of wheat flour via isolated soy protein and transglutaminase. *ResearchGate*, 1-10.
- Saura-Calixto, F. (2007). Intake and bioaccessibility of total polyphenols in a whole diet. *Food Chemistry*, 492-501.
- Tejero, F. (2021). *Defectos de la harina de trigo*. <http://www.franciscotejero.com/tecnicas/defectos-de-la-harina-de-trigo/>
- Valdiviezo, L. (2019). *Análisis de acidez en la harina de trigo*. [http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14699/1/E-5073\\_VALDIVIEZO%20AGUILERA%20LUDY%20DEL%20CISNE.pdf](http://repositorio.utmachala.edu.ec/bitstream/48000/14699/1/E-5073_VALDIVIEZO%20AGUILERA%20LUDY%20DEL%20CISNE.pdf)
- Vargas, J. (2016). *Valoración del producto tradicional "siete harinas" como fuente de antioxidantes y compuestos fenólicos*. Loja: Repositorio UTPL.

Vidal, N. (2018). *Alimentación saludable, la gran tendencia de consumo actual. 7 claves orientativas*. <https://www.ainia.es/tecnoalimentalia/consumidor/alimentacion-saludable-la-gran-tendencia-de-consumo-actual-7-claves-orientativas/>

Vidaurre, J. (2020). *Desarrollo de panes libres de gluten con harinas de granos andinos*. 2020: Universidad Nacional Agraria La Molina.

Zamorano, R. (2021). Tendencias de mercados internacionales para las harinas no convencionales. *Innovación en base a harinas no convencionales*. Santiago: INIA.

## **ANEXOS**



## ANEXO A

### COMPOSICION PROXIMAL DE HARINAS NO CONVENCIONALES

Tabla 8  
Composición proximal de harinas no convencionales (en base a 100 gramos)

Componentes	Harinas no convencionales			
	HO	HM	HP	HC
	Fuente: Sánchez, González, Torres & De la Torre (2009)	Fuente: Bajaña & Setti (2015)	Fuente: Lascano & Costales (2017)	Fuente: Álamo (2019)
% Humedad	10,87	10,50	17,40	9,10
% Proteína (b.s)	8,16	3,95	16,60	11,87
% Ceniza (b.s)	0,45	2,44	3	2,56
% Grasa total (b.s)	0,42	0,40	32	3
% Carbohidratos totales (b.s)	80,1	87,71	31	73,47
% Fibra dietaria total	*2,4	*13	*4	*36,97

\*Valores obtenidos por diferencia

Fuente: Autor

## **ANEXO B**

### **ANALISIS SENSORIAL-PRUEBA HEDÓNICA**

Tabla 9  
Resultados del panel de análisis sensorial por atributos

Número del juez	Pan de molde elaborado con mezcla de harinas														
	Calificaciones olor			Calificaciones sabor			Calificaciones color			Calificaciones textura			Calificaciones aceptabilidad		
	Control	M10A	M10P	Control	M10A	M10P	Control	M10A	M10P	Control	M10A	M10P	Control	M10A	M10P
1	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	5	5	5
2	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5
3	5	4	5	5	5	4	5	4	4	5	5	5	4	5	5
4	5	5	5	5	4	5	5	4	3	5	4	5	5	5	4
5	5	5	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	4
6	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	4	5	5	5
7	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	3	3	4	4	4
8	5	4	5	4	5	5	5	5	4	5	3	3	5	5	5
9	5	4	4	4	4	4	5	4	3	5	4	4	5	4	4
10	5	5	5	5	5	5	5	5	3	5	5	4	4	5	5
11	4	5	4	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4
12	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5
13	5	4	5	5	5	5	5	4	3	5	4	4	5	5	5
14	4	5	5	5	5	5	5	4	4	5	4	4	5	5	4
15	5	5	4	5	5	4	5	5	4	5	4	3	5	5	5
16	5	4	3	5	4	5	5	5	4	5	3	3	5	5	5
17	5	4	3	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5
18	5	5	5	5	4	4	5	4	3	5	3	4	5	5	5
19	5	5	4	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5
20	5	3	5	5	3	4	5	5	5	5	4	4	5	5	5
21	5	4	4	5	4	4	5	5	4	5	3	3	5	5	3
22	5	4	5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	5	4	5
23	5	4	4	5	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5
24	5	4	5	5	5	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
25	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	4	5	5	4	4
26	5	5	3	5	4	4	5	4	3	5	4	5	5	4	4
27	4	4	5	5	4	5	5	4	4	5	5	5	5	5	5
28	4	5	5	5	5	4	5	5	5	5	5	5	5	5	4
29	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	5	5	4	4	5
30	5	4	4	5	4	5	5	4	4	5	3	3	5	4	5
Total	145	134	135	147	135	138	150	135	120	150	123	125	146	139	139
Media	4,83	4,46	4,5	4,9	4,50	4,60	5	4,5	4	5	4,10	4,17	4,86	4,63	4,63

1= me disgusta mucho, 2= me disgusta moderadamente, 3= no me gusta ni me disgusta, 4= me gusta moderadamente, 5= me gusta mucho

Fuente: Autor

## ANEXO C

## INFORME DE RESULTADOS FIBRA DIETARIA, PODER ANTIOXIDANTE Y POLIFENOLES TOTALES DE LA MEJOR FORMULACION DE MEZCLA DE HARINAS (M10P)

### LABORATORIO WSS WORLD SURVEY SERVICES ECUADOR S.A.

Página 1 de 1  
R-LB-15 Rv.13 / 22.02.2020

### INFORME DE ENSAYO N° 140-22

**Número de OT** : 45202  
**Cliente** : ZAMBRANO FRANCO IDER GABRIEL  
**Dirección** : CALLE 3 Y 4 ENTRE AVENIDAS 11 Y 12- MANTA  
**Nombre, número o correo de contacto** : Ider Gabriel Zambrano Franco / [ider\\_zambrano@gruposuperior.com](mailto:ider_zambrano@gruposuperior.com)  
**Laboratorio** : Laboratorio WSS  
**Tipo de Muestra** : Harina M:OP  
**Origen de Muestra** : Muestra Proporcionada por cliente  
**Temperatura de recepción** : 22.1 °C  
**Tipo de envase** : Funda Plástica **Fecha de recepción** : 14/01/2022  
**Cantidad de Muestra** : 5 x 150 g **Fecha Inicio de Ensayo** : 14/01/2022  
**Hora Recepción** : 12:00 **Fecha Término de Ensayo** : 28/01/2022

### RESULTADOS DE ANÁLISIS

Código de Muestra	<sup>(4)</sup> Ensayo	Resultado	U K=2	LOD	LOQ	Metodología
0324	PODER ANTIOXIDANTE FRAP	177 mg/kg EAA	-	-	-	b*FRAP ESPECTROFOTOMETRÍA
	POLIFENOLES TOTALES	117 mg/kg EAG	-	-	-	b* FOLIN CIOCALTEAU ESPECTROFOTOMETRÍA
	FIBRA DIETARIA TOTAL ENZIMÁTICO	2.9 %	-	-	-	aPEE.LASA.BR.29 AOAC 991.43, 985.29

#### Comentarios:

0324= HARINA M:OP  
(90% HARINA DE TRIGO + 10% HARINA DE PLATANO)

#### Observaciones:

Los resultados corresponden tan sólo a las muestras sometidas a ensayo.  
 La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito de este laboratorio.  
 El muestreo no fue realizada por WSS, las referencia e identificación de las muestras fueron proporcionadas por el cliente y es de su exclusiva responsabilidad.  
 El laboratorio no se responsabiliza de la información proporcionada por el cliente, que pueda afectar a la validez de los resultados.  
 Todas las actividades del laboratorio son realizadas en las instalaciones de WSS, excepto donde se especifique.  
 La declaración sobre la incertidumbre de la medición, se pueden solicitar al laboratorio, antes que los informe de ensayos sean emitidos para proporcionar una declaración de conformidad con una especificación, reglamento o normativas vigentes proporcionada por el laboratorio o especificaciones, reglamentos o normativas proporcionadas por el cliente.  
 El tiempo de almacenamiento de los informes de ensayos es de 5 años  
 La información proporcionada por el cliente se encuentra subrayada.  
<sup>(4)</sup> Análisis subcontratado, laboratorio evaluado de acuerdo al procedimiento P-CM-04.  
 Límite de detección = LOD Límite de cuantificación= LOQ  
 U K=2 : Incertidumbre  
 ND= no detectado.

Guayaquil, 28 de enero del 2022



Q.F. Verónica Ancayay L.  
Jefe División Laboratorio  
WSS ECUADOR S.A.