



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Postgrado
Maestría en Ciencias y Tecnología de los Alimentos

DESARROLLO DE UN PAN TIPO BOLLO UTILIZANDO 3 TIPOS DE HARINAS Y LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR PROTEICO: HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) O AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.).

Inga. Güisel Alejandra García Pérez

Asesorado por el Msc. Ing. Vladimir Iván Pérez Soto

Guatemala, septiembre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

DESARROLLO DE UN PAN TIPO BOLLO UTILIZANDO 3 TIPOS DE HARINAS Y LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR PROTEICO: HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) O AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.).

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

INGA. GÜISEL ALEJANDRA GARCÍA PÉREZ

ASESORADO POR EL MSC. ING. VLADIMIR IVÁN PÉREZ SOTO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

MAESTRA EN CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE LOS ALIMENTOS

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

| | |
|------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| VOCAL I | Ing. José Francisco Gómez Rivera |
| VOCAL II | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez |
| VOCAL III | Ing. José Milton de León Bran |
| VOCAL IV | Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente |
| VOCAL V | Br. Fernando José Paz González |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

| | |
|-------------|---------------------------------------|
| DECANA | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada |
| DIRECTOR | Ing. Edgar Darío Álvarez Coti |
| EXAMINADOR | Ing. Vladimir Iván Pérez Soto |
| EXAMINADORA | Lcda. Blanca Azucena Méndez Cerna |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez |

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

DESARROLLO DE UN PAN TIPO BOLLO UTILIZANDO 3 TIPOS DE HARINAS Y LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR PROTEICO: HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) O AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L.).



Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Estudios de Posgrado, con fecha 19 de noviembre de 2018.

Inga. Güisel Alejandra García Pérez

DTG. 399.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UN PAN TIPO BOLLO UTILIZANDO 3 TIPOS DE HARINAS Y LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR PROTEICO: HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum L*), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) O AMARANTO (*Amaranthus caudatus L.*)**, presentado por la Ingeniera: **Güisel Alejandra García Pérez**, estudiante del programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Ariabela Cordova Estrada
Decana

Guatemala, septiembre de 2021

AACE/asga



Guatemala, Septiembre 2021

EEPI-1289-2021

En mi calidad de Director de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen y verificar la aprobación del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística al Trabajo de Graduación titulado: **"DESARROLLO DE UN PAN TIPO BOLLO UTILIZANDO 3 TIPOS DE HARINAS Y LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR PROTEICO: HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) O AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L)."** presentado por la profesional **Güisel Alejandra García Pérez** quien se identifica con carné **100024033** correspondiente al programa de **Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de Alimentos**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Ing. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director

Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, Septiembre 2021

EEPI-1288-2021

Como coordinadora de la **Maestría en Artes en Ciencia y Tecnología de Alimentos** doy el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: **"DESARROLLO DE UN PAN TIPO BOLLO UTILIZANDO 3 TIPOS DE HARINAS Y LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR PROTEICO: HARINA DE GARBANZO (*Cicer arietinum* L), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) O AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L)."** presentado por la profesional **Güisel Alejandra García Pérez** quien se identifica con carné **100024033**.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtra. Hilda Piedad Palma Ramos de Martini
Coordinadora de Maestría
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





Guatemala, Agosto 2021

EEPF-1290-2021

En mi calidad como asesor de la profesional **Güisel Alejandra García Pérez** quien se identifica con carné **100024033** procedo a dar el aval correspondiente para la aprobación del Trabajo de Graduación titulado: "DESARROLLO DE UN PAN TIPO BOLLO UTILIZANDO 3 TIPOS DE HARINAS Y LA DETERMINACIÓN DE SU VALOR PROTEICO: HARINA DE GARBANZO (*Cicer arletinum* L), QUINOA (*Chenopodium quinoa*) O AMARANTO (*Amaranthus caudatus* L)." quien se encuentra en el programa de **Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos** en la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"

Mtro. Vladimir Iván Pérez Soto
Asesor

Vladimir Iván Pérez Soto
MSc. Ing. Químico
Colegiado No. 2232

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por darme vida, salud y sabiduría, que me permitirme culminar una meta más.
- Mis padres** Erbin Dagoberto García y Patricia Pérez de García que con su amor y trabajo me educaron y apoyaron en toda mi formación profesional. Por su comprensión y amor, este triunfo es de todos.
- Mis hermanas** Súa García y Alicia García, gracias por su apoyo, cariño y por estar en los momentos más importantes de mi vida. Este logro también es para ustedes.
- Mi ahijado** Daniel Emilio Rashón, por ser la luz y alegría de nuestras vidas. Posiblemente en estos momentos no entiendas mis palabras, pero cuando seas capaz, este logro también te lo dedico a ti.

AGRADECIMIENTOS A:

| | |
|-----------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Universidad de San Carlos de Guatemala | Por ser la <i>alma mater</i> que me permitió nutrirme de conocimientos. |
| Facultad de Ingeniería | Por proporcionarme los conocimientos que me han permitido realizar este trabajo de graduación. |
| Mi asesor | Ingeniero Vladimir Pérez, por su apoyo incondicional durante la elaboración del trabajo de graduación; por enriquecer aún más el proceso de elaboración con sus conocimientos y experiencia sobre el tema. |

ÍNDICE GENERAL

| | |
|---------------------------------------------------------|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES..... | V |
| LISTA DE SÍMBOLOS..... | VII |
| GLOSARIO..... | IX |
| RESUMEN..... | XI |
| PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS.. | XIII |
| OBJETIVOS | XVII |
| RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO | XIX |
| INTRODUCCIÓN..... | XXIII |
| | |
| 1. ANTECEDENTES | 1 |
| | |
| 2. MARCO TEÓRICO | 7 |
| 2.1. Granos en Guatemala | 7 |
| 2.1.1. Grano de trigo..... | 7 |
| 2.1.1.1. Generalidades..... | 7 |
| 2.1.1.2. Harina de trigo..... | 7 |
| 2.1.1.3. Composición | 8 |
| 2.1.2. Grando de garbanzo | 8 |
| 2.1.2.1. Generalidades..... | 9 |
| 2.1.2.2. Harina de garbanzo..... | 9 |
| 2.1.2.3. Composición | 9 |
| 2.1.3. Grano de quinoa | 10 |
| 2.1.3.1. Generalidades..... | 10 |
| 2.1.3.2. Harina de quinoa..... | 10 |
| 2.1.3.3. Composición | 11 |

| | | |
|----------|----------------------------------------------------|----|
| 2.1.4. | Grano de amaranto | 11 |
| 2.1.4.1. | Generalidades | 11 |
| 2.1.4.2. | Harina de amaranto | 12 |
| 2.1.4.3. | Composición | 12 |
| 2.1.5. | Características de las harinas y las mezclas | 12 |
| 2.1.5.1. | Molienda | 13 |
| 2.1.5.2. | Granulometría..... | 13 |
| 2.2. | Desarrollo de productos de panadería | 13 |
| 2.2.1. | Funcionalidad de los ingredientes | 13 |
| 2.2.1.1. | Harina..... | 13 |
| 2.2.1.2. | Agua | 14 |
| 2.2.1.3. | Levadura..... | 14 |
| 2.2.1.4. | Sal | 15 |
| 2.2.1.5. | Azúcar | 15 |
| 2.2.1.6. | Grasas..... | 16 |
| 2.2.1.7. | Mejorador enzimático de harinas | 16 |
| 2.2.2. | Métodos de panificación | 16 |
| 2.2.2.1. | Proceso de elaboración del producto ... | 17 |
| 2.2.2.2. | Formulación de las distintas harinas | 18 |
| 2.3. | Evaluaciones sensoriales del producto | 18 |
| 2.3.1. | Color..... | 19 |
| 2.3.2. | Sabor..... | 19 |
| 2.3.3. | Textura | 19 |
| 2.3.4. | Olor | 20 |
| 2.3.5. | Prueba hedónica | 20 |
| 2.4. | Análisis bromatológico de la harina | 21 |
| 2.4.1. | Humedad..... | 21 |
| 2.4.2. | Ceniza | 22 |
| 2.4.3. | Lípidos..... | 22 |

| | | |
|--------|----------------------------------|----|
| 2.4.4. | Proteína | 23 |
| 2.4.5. | Contenido de fibra..... | 24 |
| 2.5. | Rentabilidad | 24 |
| 3. | PRESENTACIÓN DE RESULTADOS | 27 |
| 4. | DISCUSIÓN DE RESULTADOS | 59 |
| | CONCLUSIONES..... | 65 |
| | RECOMENDACIONES..... | 67 |
| | REFERENCIAS | 69 |
| | APÉNDICES..... | 77 |
| | ANEXOS | 85 |

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

| | | |
|----|------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. | Pan tipo bollo con harina de trigo | 28 |
| 2. | Pan tipo bollo con harina de trigo y harina de garbanzo | 31 |
| 3. | Pan tipo bollo con harina de trigo y harina de quinoa | 35 |
| 4. | Pan tipo bollo con harina de trigo y harina de amaranto..... | 39 |
| 5. | Formulaciones con alto puntaje según panelistas expertos; harina de garbanzo | 43 |
| 6. | Formulaciones con alto puntaje según panelistas expertos; harina de quinoa | 46 |
| 7. | Formulaciones con alto puntaje según panelistas expertos; harina de amaranto..... | 49 |

TABLAS

| | | |
|------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| I. | Variables del estudio | XX |
| II. | Composición química del trigo | 8 |
| III. | Composición química del garbanzo | 9 |
| IV. | Composición química del quinoa..... | 11 |
| V. | Composición química del amaranto | 12 |
| VI. | Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo | 27 |
| VII. | Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo y harina de garbanzo..... | 29 |

| | | |
|--------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| VIII. | Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo y harina de quinoa | 33 |
| IX. | Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo y harina de amaranto | 37 |
| X. | Resultados de prueba hedónica con harina de garbanzo con panelistas expertos..... | 41 |
| XI. | Análisis de varianza harina de garbanzo | 42 |
| XII. | Resultados de prueba hedónica con harina de quinoa con panelistas expertos | 44 |
| XIII. | Análisis de varianza harina de quinoa | 45 |
| XIV. | Resultados de prueba hedónica con harina de amaranto con panelistas expertos..... | 47 |
| XV. | Análisis de varianza harina de amaranto | 48 |
| XVI. | Resultados de prueba hedónica con consumidores finales | 50 |
| XVII. | Análisis de varianza consumidores finales..... | 52 |
| XVIII. | Gastos fijos..... | 52 |
| XIX. | Mobiliario y equipo..... | 53 |
| XX. | Precios de referencia según lugar de compra..... | 54 |
| XXI. | Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de trigo..... | 55 |
| XXII. | Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de garbanzo..... | 56 |
| XXIII. | Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de quinoa..... | 57 |
| XXIV. | Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de amaranto..... | 58 |

LISTA DE SÍMBOLOS

| Símbolo | Significado |
|----------------|--------------------|
| FC | Fibra |
| °C | Grados Celsius |
| g | Gramo |
| EE | Grasa total |
| kcal | Kilocalorías |
| Lb | Libra |
| m | Masa |
| mg | Miligramos |
| onz | Onzas |
| R | Rentabilidad |
| T | Temperatura |
| t | Tiempo |

GLOSARIO

| | |
|------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Almidón | Hidrato de carbono complejo polisacárido digerible, del grupo de los glucanos. |
| Amilasas | Enzima que degrada el almidón. También recibe los nombres de sacarasa y ptialina. |
| Aminoácido | Compuestos orgánicos para formar proteínas. |
| ELN | Extracto libre de Nitrógeno. |
| Gramíneas | Familia de plantas herbáceas, o muy raramente leñosas, perteneciente al orden poales de las monocotiledóneas. |
| Lisina | Aminoácido existente en las proteínas sintetizadas que el organismo de los seres vivos necesita para su crecimiento. |
| Macronutrientes | Nutrientes que suministran la mayor parte de la energía metabólica del organismo. Los principales son carbohidratos, proteínas, y lípidos. |
| Micronutrientes | También conocidos como vitaminas y minerales; son sustancias que el organismo necesita en pequeñas |

dosis, no aportan energía, pero se necesitan para que el cuerpo este sano.

MST

Materia seca total.

RESUMEN

Se realiza varias propuestas de formulación de un pan tipo bollo para la determinación de valor proteico y su aceptación por parte del consumidor por medio de un análisis sensorial con distintas variedades de harina.

La determinación del valor proteico se hace por medio de un análisis de bromatología en un laboratorio certificado y los resultados obtenidos presentan un incremento de valor proteico, versus la formulación base. A excepción de las formulaciones del 10 % y 15 % de harina de amaranto y de 10 % de harina de quinoa.

Para definir el grado de aceptabilidad de las distintas formulaciones propuestas se realizó inicialmente una prueba hedónica con panelistas expertos y se determinaron las formulaciones con mayor aceptabilidad; posteriormente estas formulaciones fueron evaluadas por los consumidores finales y la formulación con mayor aceptación fue la formulación con 20 % con harina de quinoa. Todas sus características organolépticas fueron bien evaluadas con un grado de aceptabilidad elevado.

La determinación del cálculo de rentabilidad se utilizó la ecuación de rentabilidad financiera y un margen de utilidad del 30 %, en donde cada quetzal invertido en cada formulación se obtiene una rentabilidad positiva. Este dato puede variar según la cantidad unidades de bollos que se produzcan.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y FORMULACIÓN DE PREGUNTAS

Contexto general

Las enfermedades como la diabetes, obesidad y enfermedades cardiovasculares causan muchas de las muertes cada año alrededor del mundo. El consumo de alimentos y bebidas no saludables como los altamente procesados, con alto contenido de azúcar, sodio, grasas saturadas, grasas trans o alimentos hipercalóricos es uno de los factores de riesgo para el desarrollo de estas enfermedades, mismas que no aportan las vitaminas, minerales y fibras necesarios.

Es bien conocido que el sobrepeso y obesidad, predisponen al desarrollo de aterosclerosis y por ende a enfermedad cardiovascular, los diferentes estudios realizados a la fecha con relación a este tópico específico demuestran que en Guatemala prevalece una distribución bimodal, en donde no se ha erradicado la desnutrición como un problema de salud pública en área rural y se tienen problemas de sobrepeso y obesidad en las áreas urbanas del país (Melgar, 2014).

Según publicaciones del Ministerio de Salud Pública y Asistencia Social, las enfermedades cardiovasculares van en aumento y son la principal causa de muerte no violenta.

Descripción del problema

En las tiendas de conveniencia existen una gran variedad de productos de panificación que no siempre cumplen con los requerimientos de ingesta diaria sana; por su alto contenido de azúcares, su bajo contenido de fibra o porque carecen de vitaminas y minerales necesarios. Diariamente se deben ingerir una variedad de alimentos que brinden los nutrientes necesarios para tener una vida sana y que aporten energía, para ello se deben desarrollar productos innovadores y que puedan aportar los requerimientos nutricionales necesarios y que tenga una buena aceptación con el consumidor.

Formulación del problema

El estudio planteado se orientó hacia la búsqueda de respuestas a las preguntas siguientes:

- Pregunta principal de investigación

¿Qué formulación a base de harina de garbanzo (*Cicer arietinum L.*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) o amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) se debe desarrollar para aumentar el valor proteico manteniendo las funcionalidades operativas que proporciona la masa elaborada a partir del 100 % de harina de trigo?

- Preguntas secundarias de investigación
 - ¿Cuál de las formulaciones cumple con el incremento proteico sin perder las características organolépticas de un pan tipo bollo utilizando harina de garbanzo, quinoa y amaranto?

- ¿Cuál es el grado de aceptabilidad de las distintas formulaciones propuestas con consumidores utilizando una prueba hedónica de 5 puntos?
- ¿Cuál es la rentabilidad del producto al momento de sustituir porcentualmente la harina de trigo por harina de garbanzo, quinoa o amaranto versus una formulación 100 % de harina de trigo?

Limitantes

Dentro de las limitantes que se encuentran dentro de la realización del trabajo de investigación se pueden mencionar las siguientes:

- Equipo de molienda con el que se cuenta para la realización de la harina de garbanzo, quinoa y amaranto.
- Contaminación por trazas de alguna otra harina procesada en el equipo utilizando al momento de elaboración de las harinas.
- Equipo de panificación para la producción del volumen de bollos que se necesita para las pruebas sensoriales.
- Panelistas expertos para realizar el primer análisis sensoriales y poder definir dos formulaciones por la aceptabilidad de cada tipo de harina, previo a realizar el análisis de aceptabilidad general con panelistas no entrenados.

OBJETIVOS

General

Determinar la formulación a base de harina de garbanzo (*Cicer arietinum L.*), quínoa (*Chenopodium quinoa*) o amaranto (*Amaranthus caudatus L.*) que se debe de desarrollar para aumentar el valor proteico manteniendo las funcionalidades operativas que proporciona la masa elaborada a partir del 100 % de harina de trigo para elaborar un pan tipo bollo.

Específicos

- Determinar las formulaciones que cumplan con el incremento proteico sin perder las características organolépticas de un pan tipo bollo, utilizando harina de garbanzo, quinoa y amaranto.
- Definir el grado de aceptabilidad de las distintas formulaciones propuestas con consumidores utilizando una prueba hedónica de 5 puntos.
- Calcular la rentabilidad del producto al momento de sustituir porcentualmente la harina de trigo por harina de garbanzo, quinoa o amaranto versus una formulación 100 % de harina de trigo.

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

Para el siguiente trabajo de graduación se realizó un diseño de investigación no experimental, dado que se utilizaron técnicas estadísticas para identificar y cuantificar los incrementos proteicos que se quieren lograr, como también la aceptación que tiene el bollo con el consumidor con las distintas formulaciones a desarrollar. También se incluyó un análisis de rentabilidad de las formulaciones propuestas versus la formulación de 100 % harina de trigo.

Se realizó cuatro formulaciones por cada variedad de harina, utilizando sustituciones del 10 %, 15 %, 20 % y 25 % de la cantidad de harina de trigo, por la harina de garbanzo, quínoa y amaranto en escala de laboratorio. Para ello se utilizó un estudio mixto cubriendo una investigación tanto cuantitativa como cualitativa.

Se determinó un enriquecimiento proteico de un pan tipo bollo a raíz de las formulaciones que se realizan con las 3 distintas variedades de harina por medio de un análisis bromatológico realizado en la Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Zootecnia; como también un estudio de aceptación del consumidor por medio de la prueba hedónica con panelistas expertos y consumidores finales.

Se hizo un total de 5 estudios con panelistas expertos y 100 estudios con consumidores finales en donde se evaluaron aspectos como: apariencia general, color de la corteza, color de la miga, tamaño de la miga, aroma del producto, sabor general, textura al tacto, textura al morderla, entre otros.

El pan tipo bollo no va enfocado a un perfil de consumidor específico, sino la idea es que el producto lo pueda consumir cualquier persona a cualquier edad, a excepción de un niño lactante o una persona alérgica al gluten del trigo.

Para el cálculo de rentabilidad se utilizó la ecuación de rentabilidad financiera y un margen de utilidad del 30 %, en donde cada quetzal invertido en cada formulación se obtiene una rentabilidad positiva. Este dato puede variar según la cantidad unidades de bollos que se produzcan, ya que los costos de mano de obra, los costos fijos y los activos que se utilizaron al momento de la elaboración se mantienen fijos.

- Variables

Las variables del estudio planteado se pueden observar en la tabla I.

Tabla I. **Variabes del estudio**

| Nombre de la variable | Definición conceptual | Definición operativa |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Formulaciones que cumplan con el incremento proteico sin perder las características organolépticas de un pan tipo bollo utilizando harina de garbanzo, quinoa y amaranto. | Elaboración de pan tipo bollo. Ausencia parcial del gluten. | Análisis bromatológico Prueba hedónica |
| Grado de aceptabilidad de las distintas formulaciones propuestas con consumidores utilizando una prueba hedónica de 5 puntos. | Descripción de las características físicas del pan tipo bollo según lo puedan percibir los sentidos. | Prueba hedónica de 5 puntos: 1: le disgusta mucho 2: le disgusta un poco 3: ni le gusta ni le disgusta 4: le gusta un poco 5: le gusta mucho. |

Continuación tabla I.

| Nombre de la variable | Definición conceptual | Definición operativa |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|
| Rentabilidad del producto al momento de sustituir porcentualmente la harina de trigo por la harina de garbanzo, quínoa o amaranto versus una formulación 100 % de harina de trigo. | Análisis de una formulación 100 % de harina de trigo versus la sustitución parcial con harina de garbanzo, quínoa o amaranto. | Cálculo de rentabilidad: sumatoria de costos de materia prima, empaque y energía, |

Fuente: elaboración propia.

INTRODUCCIÓN

Los productos de panificación hechos a base de harina de trigo se caracterizan por ser bajos en nutrición, “tienen aminoácidos como 398 mg ácido aspártico, 3318 mg ácido glutámico, 303 mg alanina, 347 mg arginina, 467 mg fenilalanina, 398 mg glicina, 181 mg histidina, 702 mg leucina, 191 mg lisina, 1221 mg prolina, 502 mg serina, entre otros” (Ibarra, 2017, p.13). El ser humano necesita consumir nueve aminoácidos esenciales diariamente que el organismo no produce. Por ello es importante la ingesta equilibrada de estos aminoácidos para poder cubrir las recomendaciones dietéticas diarias. La más importante es la proteína ya que es una combinación de aminoácidos. Estas proteínas son usadas por el organismo para formar músculos y son necesarios para mantener la masa muscular.

El trigo es el cereal más utilizado para la elaboración de productos de panificación, pero existe una gran variedad de semillas como el garbanzo, la quinoa y el amaranto que cuentan con propiedades nutricionales que aportan proteínas, minerales, ácidos grasos y vitaminas. El consumo de estas semillas actualmente es de manera directa agregándolo a las comidas o bien, como una preparación. Al adicionar estas semillas como harina en una preparación de un pan, aumento la cantidad proteína y de fibra del pan.

Para considerar un alimento enriquecido, se debe de partir cuando la proporción de uno o varios de los nutrientes que lo componen es superior a su composición normal y cuando esta modificación se realiza de la fórmula de forma inicial en un proceso industrial o bien, posterior a su fabricación y previo a la venta del producto con fines nutritivos o regulatorios.

Por tanto, el objetivo del presente trabajo de graduación fue el desarrollar un pan tipo bollo con varias formulaciones y determinar su valor proteico con harina de garbanzo (*Cicer arietinum L*), quinoa (*Chenopodium quinoa*) o amaranto (*Amaranthus caudatus L*).

Este trabajo consta con un capítulo de marco teórico en donde se documentó la teoría que da el soporte para realizar el trabajo de graduación, también cuenta con un capítulo de presentación de resultados en donde se documentaron todos los resultados obtenidos luego de realizar los análisis bromatológicos, estudios sensoriales y el cálculo de rentabilidad.

Además, cuenta con un capítulo de discusión de resultados en donde se da relevancia los criterios que se tomaron al momento de hacer el estudio, los inconvenientes que se tuvieron al momento de la realización de muestras y el criterio que se tomó en los datos de cálculos de rentabilidad.

1. ANTECEDENTES

En el mercado existe una gran variedad de productos de panificación; es importante recordar que el pan y los cereales, incluyendo pastas y arroces, deben ser la base de una dieta equilibrada. Aunque en la actualidad hay panes más artificiales, a base de masas congeladas y preelaboradas bajo en nutrientes necesarios.

Aguilar y Vélez (2013), realizaron un estudio sobre las propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum L.*) en donde desarrollaron varios productos a base de harina de garbanzo con la finalidad de potencializar propiedades nutricionales. Estas propiedades están determinadas por las condiciones de cultivo y la variedad del garbanzo (*kabuli* y *desi*), pero tienen sus efectos negativos en sus propiedades funcionales por el proceso de elaboración de la harina. Su composición química presenta alto contenido de grasa y fibra, con una un 22 % de proteína, son formadores de geles que están influenciadas por la concentración de proteínas, el pH y el nivel de sal. El artículo aporta que podemos tener algunas dificultades en el proceso de elaboración, pero el utilizar garbanzo cumple con el enriquecimiento proteico que se está buscando para nuestra elaboración del pan tipo bollo.

Barreto, Benavides y Aguilar (2015), realizaron una elaboración de pan gourmet a base de harina de garbanzo y trigo; incorporando albahaca con cualidades nutritivas mejoradas llegaron a una formulación del 25 % harina de trigo y un 75 % de harina de garbanzo, presento un 17.69 % de proteína y 3.3 % de cenizas. También presentó un alto contenido de hierro, fosforo, calcio, potasio y minerales en general. No fue un producto de volumen dado que se usó una

charola para su elaboración y el contenido de gluten en la formulación no es el suficiente para la obtener un pan de volumen. Esta tesis de investigación aportó que se debe de tener en cuenta los porcentajes de sustitución que se van a utilizar en las distintas formulaciones de las harinas propuestas; para no perder las características organolépticas deseadas en especial en la apariencia, ya que se le está restando un porcentaje considerable de gluten. Además, que el sustituir harina de trigo por la harina de garbanzo hay un enriquecimiento proteico.

Bravo y Pérez (2016), realizaron una evaluación del grado de sustitución de harina de avena (*Avena sativa*) y harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) para formular una galleta enriquecida, donde concluyen que una formulación del 80 % de harina de trigo, 4 % de harina de hoja de quinua y 16 % de harina de avena que aumentaron el contenido proteico en un 14.4 %, una humedad del 3.4 %, fibra en un 0.7 % y un 6 % en grasas. Aunque las características organolépticas no fueron del todo agradables por el alto contenido del hierro en las hojas de quinua, el color verde amarillento, olor ligero a hojas y textura semi lisa. En este artículo aporta que debemos de realizar varias formulaciones para un estudio sensorial y que se puede utilizar la prueba hedónica para medir la aceptación global y atributos como sabor, olor y color, apariencia en general. También se debe de realizar un análisis proximal para determinar los valores nutricionales.

Díaz (2013), realizó un estudio sobre la evaluación de la fermentación ácido láctica de la masa para productos de panificación con inclusión de quinua (*Chenopodium quinoa willd*) evaluando tres variedades: Tunkahúan, Facianar Aurora y Blanca de Jericó. La que obtuvo mejores resultados fue la variedad Facianar permitiendo obtener panes de buenas características nutricionales, y de volumen, color y textura con una sustitución máxima del 40 %. Con la utilización de una masa ácida no se obtuvo mejoras en las propiedades, debido a las

posibles modificaciones de la estructura de almidón y del gluten causando un producto con menor volumen, textura dura y colores más oscuros. Esta investigación aporta que existirán diferencias significativas por la sustitución de la harina de quínoa en el producto final. No solo en la apariencia por ausencia parcial del gluten, sino también en el color, volumen y textura. Y que el usar una masa acida no aportó mejoras en las propiedades del pan, sino fueron los que presentaron un menor tamaño, textura más dura y el color más oscuro.

Ibarra (2017), realizó un estudio en dónde se realizó la evaluación de la aceptabilidad de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum astivum*) por harinas de chía (*Salvia hispánica L.*) y haba (*Vicia faba*) mediante optimización por diseño de mezclas en donde expone que realizaron 10 pruebas distintas con distintas combinaciones y tuvo una mayor aceptabilidad la formula con 82.5 % de harina de trigo, 7.5 % de harina de chía y 10 % harina de haba. Se hizo una evaluación sensorial con 100 alumnos y esta formulación fue la que tuvo mayor aceptabilidad. Esta tesis nos aporta que se pueden hacer estudios con otras variedades de semillas y que se pueden obtener un buen valor nutricional, además para el estudio sensorial se debe de evaluar por lo menos con 100 personas para obtener un dato más objetivo de aceptación.

Jiménez, Ortiz y Martínez (2017), evaluaron el desarrollo de una formulación para elaborar un bollo para hamburguesa complementado con harina integral de amaranto (*Amaranthus hypochondriacus L.*) en donde exponen que al adicionar la harina de amaranto mejora la calidad nutricional de los alimentos, realizaron una serie de pruebas en donde sustituyen la harina de trigo por la harina integral de amaranto en una proporción del 20 % hasta un 50 %. La fórmula que obtuvo los mejores resultados nutricionales fue un 70 g de harina de trigo, 20 g de harina integral de amaranto y 10 g de gluten. Este artículo nos aporta que debemos adicionar gluten durante de la elaboración del bollo para conservar sus

características organolépticas del producto final; para obtener las características organolépticas deseadas. También se debe de realizar un estudio sensorial para medir la aceptación del cliente final.

López, Amarilia, y Urbina (2015), evaluaron la formulación, evaluación nutricional y sensorial del pan de molde integral enriquecido con quinoa (*Chenopodium quinoa*), cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) y chía (*Salvia hispánica L.*) en donde la sustitución parcial de la harina de trigo con estos ingredientes tiene algunos beneficios. La utilización de quinoa incrementa en el porcentaje de proteína y la textura del producto final, pero el volumen del producto no fue el esperado. Cuando utilizaron harina de cañihua incrementa en el porcentaje de proteína, pero el volumen del producto y la textura del producto final no fue el esperado. Utilizaron una mezcla del 10 % de harina quinoa, 15 % de harina de cañihua y 3.5 % de chía se obtuvieron los mejores resultados. Este artículo nos aporta que debemos de definir los porcentajes de sustitución a utilizar, para obtener el enriquecimiento de su valor nutritivo como la aceptación con el consumidor.

Montero-Quintero, Moreno-Rojas, Molina, Colina y Sánchez (2015), investigaron acerca de panes enriquecidos con amaranto para regímenes dietéticos en donde exponen que el amaranto es una planta con alto contenido de proteínas, minerales y fibras que pueden ser utilizados para la elaboración de alimentos. Utilizaron varias formulaciones para elaboración de pan con 0 a 20 % de amaranto, los mejores resultados se obtuvieron en formulaciones del 10 % y 20 %, pero con la formulación del 10 % de harina de amaranto se obtuvo una mejor característica física, mejores aportes nutricionales especialmente en proteínas, lípidos y minerales, así como una alta digestibilidad. Este artículo nos aportó que al utilizar harina de amaranto es una opción para la mejora nutricional de los panes. Se debe de considerar que la semilla de amaranto es libre de

gluten; al momento de hacer la sustitución de la harina de trigo por la harina de amaranto, reducimos el volumen del pan y la apariencia puede llegar a ser no la deseada.

Peeples, Lara, Olivia, Mendoza y Carbó (2017), realizaron una investigación sobre la elaboración de un producto de panificación con sustitución parcial de harina de trigo por harina de soya para incrementar el contenido proteico, realizaron varias formulaciones y la que obtuvo mejores resultados fue en donde utilizaron un 70 % de harina de trigo y un 30 % de harina de soya dando un resultado del 6.54 % de valor proteico. La elaboración de la harina de soya se hizo partiendo de un secado de una estufa de aire caliente a una temperatura 55-60 °C, una molienda manual con un mortero y una licuadora casera. Recomiendan realizar un análisis de humedad, cenizas totales, grasas totales, fibras y determinación contenido calórico para corroborar que los resultados obtenidos son los deseados. Este artículo nos aporta que para la elaboración de las harinas de garbanzo, quínoa o amaranto debemos de contar con el equipo de molienda necesario para obtener la granulometría deseada, considerar posibles trazas que se puede tener entre una molienda y una posible contaminación.

Palomino y Danny (2015), en donde se hizo la evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinua willd*) y chia (*Salvia hispanica l.*) y determinaron que a medida que se incrementa la sustitución de la harina de trigo por la harina de quinoa y harina de chía también se incrementa el porcentaje de proteínas, lípidos, cenizas, fibra, pH, acidez y disminuye los carbohidratos. Aunque en las propiedades físicas después del horneado incrementa la dureza, hay formación de miga y disminuye el volumen. La formulación que tuvo mayor aceptación fue la que contiene 20 % de harina de quinoa, 5 % harina de chía y 75 % harina de trigo con un valor proteico del 14.22 %. Este artículo aporta que

debemos definir las propiedades organolépticas que deseamos obtener luego de la elaboración del pan; en cada formulación que se realice puede variar por la sustitución parcial que se está haciendo del gluten y la aceptación de este también pueden variar. Al obtener los resultados de los análisis sensoriales se deben tabular y utilizar métodos estadísticos para poder concluir.

Torres (2015), investigó sobre la elaboración y evaluación nutricional de un cupcake a base de harina de achira (*Canna_ edulis*) fortificado con harina de garbanzo (*Cicer arietinum L*) y papaya (*Carica papaya*), realizaron varias formulaciones y la que obtuvo una mayor aceptación utilizando un método de escala hedónica fue la que contenía un 50 % de harina de achira y un 50 % garbanzo. Además, los resultados nutricionales obtenidos fueron 8.40 % proteína, una humedad del 31.87 %, 1.52 % de cenizas, 5.52 % de grasa, 2.93 % de fibra, 868.49 % de calcio y 57.77 % de vitamina C. Recomiendan realizar un análisis microbiológico como aerobios totales, coliformes totales, mohos y levaduras antes, durante y después de la elaboración, como también un análisis bromatológico. Este artículo nos aporta que podemos utilizar una escala hedónica para poder realizar un análisis sensorial y con esta herramienta podemos determinar la formulación con mayor aceptación.

Esta investigación nos permitió tener una mayor claridad de los procedimientos al momento de desarrollar una formulación con la adición de una harina de semilla con la harina de trigo. Se considero la variedad de la semilla que se utilizó por las propiedades nutricionales que aportaría, las propiedades organolépticas físicas y químicas en el desarrollo del pan. Para ello se consideró realizar un estudio de escala hedónica en donde se evaluó la aceptación de la muestra del pan tipo bollo, el análisis bromatológico para el cálculo de humedad, lípidos, proteínas, fibra y cenizas para determinar la calidad del pan tipo bollo y análisis a escala de laboratorio para determinar la vida anaquel.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Granos en Guatemala

Los granos básicos en Guatemala son representados por el frijol, arroz y maíz. Hay otros cultivos de granos como el café, amaranto, garbanzo que están cultivados en distintas áreas de la región.

2.1.1. Grano de trigo

El grano de trigo es uno de los granos más utilizados para hacer harinas, en donde se derivan una variedad de productos alimenticios.

2.1.1.1. Generalidades

El trigo (*Triticum* spp) pertenece a la familia de las gramíneas que son parte de los principales cereales de alto consumo del ser humano. Está compuesto por el salvado, endospermo y embrión. El endospermo representa el 80 % del total del grano y en el embrión se encuentran los lípidos y las proteínas. Dispone de espigas terminales que están conformadas por tres o más galopadas de granos, a partir de los cuales, una vez triturados, dan como resultado a la harina (Borga, 2018).

2.1.1.2. Harina de trigo

“Por harina de trigo se entiende el producto elaborado con granos de trigo común *Triticum aestivum* L o con trigo ramificado *Triticum compactum* Host o

combinación de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura” (CODEX STAN 152 – 1985, p. 2).

2.1.1.3. Composición

La harina de trigo debe ser apropiado para el consumo humano, suave al tacto, de color natural, sin olores y sabores extraños. Debe presentarse una apariencia uniforme sin puntos negros, libres de contaminación física que pueda presentar algún peligro para su consumo humano (López, 2015).

Tabla II. Composición química del trigo

| Componente | 100 g de muestra |
|-------------------|------------------|
| Grasas (g) | 2.22 |
| Proteína (g) | 12.7 |
| Carbohidratos (g) | 58.28 |
| Calcio (g) | 38.00 |
| Agua (g) | 17.80 |
| Fibra (g) | 9.00 |

Fuente: Ballat, (2014). *Desarrollo de un producto de panificación mediante harina compuesta de trigo, mandioca y soja.*

2.1.2. Grano de garbanzo

El grano de garbanzo pertenece a la familia de las legumbres: es un alimento fundamental en toda dieta saludable, por su alto contenido de proteínas y minerales, además son ricas en fibra.

2.1.2.1. Generalidades

El garbanzo (*Cicer arietinum L.*) pertenece a la familia de las *Leguminosae*. Es una planta anual, tiene raíces profundas, tallos pelosos y ramificados, que alcanza una altura hasta 0.60 m. La planta tiene abundancia de glándulas excretoras; las hojas son pari o imparipinnadas; folios de borde dentado; flores axilares solitarias; frutos en vaina bivalva con una o dos semillas en su interior, ligeramente arrugas (Aguilar, 2013, p. 2).

2.1.2.2. Harina de garbanzo

La harina de garbanzo se obtiene mediante la molienda seca del grano. Esta harina tiene potencial como enriquecedor del contenido de proteína de productos de panificación y se le puede reemplazar muy bien a la harina de trigo; sirve para los enfermos celiacos (Torres, 2015).

2.1.2.3. Composición

Debido a su alto contenido de proteína y la formación cristalina del almidón, esta harina tiene un bajo poder de hinchamiento comparado con otras harinas. La disponibilidad de las proteínas.

Tabla III. **Composición química del garbanzo**

| Componente | 100 g de muestra |
|-------------------|-------------------------|
| Grasas (g) | 6.69 |
| Proteína (g) | 22.39 |
| Carbohidratos (g) | 57.80 |

Continuación tabla III.

| Componente | 100 g de muestra |
|-------------------|-------------------------|
| Agua (g) | 10.80 |
| Fibra (g) | 10.80 |

Fuente: Torres (2015). *Elaboración y evaluación Nutricional de un cupcake a base de harina de achira (Canna_ edulis) fortificado con harina de garbanzo.*

2.1.3. Grano de quinoa

La quinoa es un cereal de grano entero que cuenta con una composición que hace que sea nutritiva, alta en fibra y alta en proteínas. Además, que no contiene gluten.

2.1.3.1. Generalidades

La quinoa (*Chenopodium quinoa*) es un grano nativo considerado importante por su valor nutritivo y agronómico y su capacidad de tolerar diferentes estreses bióticos y abióticos (Deza Denisse, 2018).

2.1.3.2. Harina de quinoa

“La harina de quinoa está compuesta por altos contenidos de proteínas que llegan a un 15 % a 18 % (en comparación al trigo que llega al 15 % aproximadamente). Además, las globulinas del amaranto son distintas a las del trigo y de calidad biológica superior” (Monar, F., 2016, p. 8). Este producto se obtiene de la molienda del grano de quinoa.

2.1.3.3. Composición

“La quinua es un cereal rico en lisina. El importante valor de la quinua como planta alimenticia radica en que el grano, las hojas y las inflorescencias son fuentes de proteínas de buena calidad. La importancia de las proteínas de las especies andinas de quinua se basa en su calidad” (Palomino, 2015, p. 15).

Tabla IV. **Composición química de la quinua**

| Componente | 100 g de muestra |
|-------------------|-------------------------|
| Grasas (g) | 2.60 |
| Proteína (g) | 15.40 |
| Carbohidratos (g) | 72.10 |
| Calcio (g) | 18.10 |
| Agua (g) | 13.70 |
| Fibra (g) | 15.00 |

Fuente: Palomino (2015). *Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua.*

2.1.4. Grano de amaranto

El grano de amaranto es considerado un pseudocereal, posee características similares a los cereales, alta en fibra y alta en proteínas.

2.1.4.1. Generalidades

“El amaranto (*Amaranthus caudatus* L.) es un conjunto de granos pertenecientes a los granos andinos y a otras especies de color blanco, crema, rosado o anaranjado. La variedad Alegría tiene la característica de reventar de

manera semejante al maíz canguil y formar palomitas, lo cual es utilizado para transformar en otros alimentos” (Peralta, 2014, p. 5).

2.1.4.2. Harina de amaranto

La harina de amaranto es el producto obtenido de pulverizar finamente el amaranto. Desde el punto de vista nutricional es un alimento rico en proteínas, hidratos de carbono, fibras, minerales y vitaminas (Peralta, 2014, p. 5).

2.1.4.3. Composición

El amaranto es una planta con alto contenido de proteínas, minerales y fibra que podría ser utilizado en la elaboración de alimentos.

Tabla V. **Composición química del amaranto**

| Componente | 100 g de muestra |
|-------------------|-------------------------|
| Grasas (g) | 7.20 |
| Proteína (g) | 17.00 |
| Carbohidratos (g) | 71.80 |
| Calcio (g) | 150.60 |
| Fibra (g) | 8.00 |

Fuente: Montero (2015). *Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regímenes dietéticos.*

2.1.5. Características de las harinas y las mezclas

Las características de las harinas que podemos mencionar son la molienda y granulometría.

2.1.5.1. Molienda

La molienda se refiere a la pulverización y a la dispersión del material sólido como los granos o semillas o cualquier otro material sólido. Si hablamos de un proceso de molienda del trigo consiste en comprimir el grano a través de molinos mediante una serie de procesos para poder separar el salvado del trigo y el germen, reduciéndolo hasta obtener la harina de trigo.

2.1.5.2. Granulometría

“La granulometría de la harina de trigo debe de contar con un límite del: 98 % o más de la harina deberá pasar a través de un tamiz (No. 70) de 212 micras de las harinas compuestas” (CODEX STAN 152-1985, p. 3).

2.2. Desarrollo de producto de panadería

En el desarrollo de los productos de panadería debemos tener en cuenta la funcionalidad de los ingredientes y los métodos de panificación.

2.2.1. Funcionalidades de los ingredientes

Para el desarrollo de un producto de panificación debemos de conocer la funcionalidad de cada ingrediente dentro del proceso de producción.

2.2.1.1. Harina

“Las harinas son la materia básica para la preparación del pan, galletas, pastas alimenticias, entre otros, las cuales se obtienen por molturación del trigo limpio u otros cereales y leguminosas. La harina sin otro calificativo se entiende

siempre como procedente del trigo, por lo que cuando se trata de harinas de otros productos, se debe indicar su procedencia” (Hoyos, 2015, p. 15).

2.2.1.2. Agua

El agua es uno de los ingredientes fundamentales en la elaboración del pan, su calidad tiene una influencia notable en la tecnología de la panificación y en los productos de ella obtenidos. El tipo de agua a utilizar debe ser alcalina, libre de contaminantes y microorganismos. Cuando se amasa con la harina con la adecuada cantidad de agua las proteínas gliadina y glutenina al mezclarse forman el gluten que será el responsable del volumen del pan (Hoyos, 2015, p.16).

2.2.1.3. Levadura

La levadura es el componente biológico que es añadido a la masa para lograr esponjosidad. Estas necesitan de materia orgánica para alimentarse y actúan sobre azúcares simples convirtiéndolos en etanol y dióxido de carbono lo que le llaman fermentación alcohólica (Hoyos, 2015).

Entre las funciones principales de la levadura podemos mencionar:

- Crear volumen al pan por la formación de dióxido de carbono y del alcohol etílico en forma de etanol.
- Desarrollo de parte del aroma mediante la producción de alcoholes, aromas típicos de panificación entre otros.
- La acción de las levaduras se concreta con una reducción de pH.

2.2.1.4. Sal

La sal es un ingrediente fundamental en la elaboración de pan, pues además de ser un saborizante, ya que aporta sabor ligeramente salado y potencia el resto de los sabores, modifica la reología de las masas incrementando su fuerza y tenacidad, dando lugar a migas menos blanquecinas y corteza más brillantes, e igualmente, reduce ligeramente la acción de las levaduras. El efecto sobre la reología se debe a la modificación de la red de gluten, incrementando el tiempo necesario del amasado. Su efecto sobre el color de la miga se debe a sus propiedades antioxidantes (Hoyos, 2015, p.17).

2.2.1.5. Azúcar

“Los azúcares tienen una función edulcorante, pero también constituyen un substrato para la fermentación” (Hoyos, 2015, p.17). Entre las funciones principales de la azúcar podemos mencionar:

- El color café de la corteza es característico de la caramelización de los azúcares residuales en la superficie después del proceso de fermentación. También, ayuda a la rápida formación de la corteza.
- El azúcar sirve para la formación de aromas.
- Al momento que entra en contacto con la levadura esta empieza a consumirse y se tiene una fermentación más pareja.
- Ayuda a retardar el proceso de endurecimiento, manteniendo la suavidad inicial del pan.

2.2.1.6. Grasas

La adición de grasa en las masas tiene efectos importantes en el procesado de estas y en la calidad del producto terminado. Estas masas son más extensibles, más estables y resistentes al final de la fermentación, presentan un incremento mayor del volumen durante el horneado, ya que la grasa retrasa la gelatinización del almidón y la desnaturalización del gluten, por lo que se obtienen panes con mayor volumen y una textura más suave y jugosa (Hoyos, 2015, p.17).

2.2.1.7. Mejorador enzimático de harinas

Las enzimas son catalizadores biológicos presentes en la naturaleza y, por tanto, son capaces de acelerar la velocidad de ciertas reacciones químicas. Suelen ejercer su máxima actividad a temperaturas entre 40 – 60 °C inactivándose cuando la temperatura alcanza cierto nivel. Estas empiezan actuar desde el amasado, al ponerse en contacto con los sustratos y continúan durante la fermentación hasta la primera fase de cocción. También dependerán del pH de la masa y del tiempo. Las enzimas más utilizadas son las amilasas (Hoyos, 2015, p.18).

2.2.2. Métodos de panificación

Existen distintos métodos de panificación que dependerá del producto a elaborar los cuales se pueden mencionar los siguientes:

- Esponja o masa madre: una parte de la masa se somete a un periodo de fermentación más extenso y este se agrega al resto de los ingredientes.

Esto se hace con la finalidad de conseguir un volumen final deseado (Hoyos, 2015).

- Método directo: es un método en donde todos los ingredientes se mezclan en un solo paso, la masa se deja reposar para la formación de un volumen previo (Hoyos, 2015).

2.2.2.1. Proceso de elaboración del producto

El proceso de elaboración del producto comienza desde el momento del pesaje de los ingredientes hasta obtener el producto final, según Hoyos (2015) lo podemos detallar de la siguiente manera:

- Amasado: tiene como objetivo mezclar e hidratar los ingredientes de la masa, simultáneamente la integración de aire en la masa. El objetivo principal es la formación del gluten, pero si el amasado se da en exceso puede haber un rompimiento de la red gluteica.
- Boleado: es un proceso intermedio que va amarrado a un pesaje y división de la masa en un peso específico con la finalidad de obtener un rendimiento uniforme. Luego es figurado para formar bolas con una superficie lisa y regular.
- Reposo intermedio: luego de la formación de bollos, se reposa por un periodo pequeño antes de su moldeado definitivo. Esto influye en la miga final del producto. Depende de una temperatura de 27 – 29 °C y debe de contar con una humedad en el entorno del 75 %.
- Moldeo: su objetivo es darle la forma final al producto. Dentro del proceso la masa sufre una desgasificación por la presión generada en la manipulación.
- Fermentación: se logra con el apoyo de un equipo fermentador y el parámetro más importante que se debe de controlar es la temperatura. A

mayor temperatura de fermentación mayor acción de las levaduras, por ende, mayor formación de gases y volumen del producto final.

- Horneado: este proceso contribuye al incremento del volumen del pan, el sabor y aromas finales, el color y la formación de texturas de la corteza e internamente. Posterior al horneado, se debe dejar enfriar a temperatura ambiente para que exista la retrogradación del almidón y se termine de formar la miga.

2.2.2.2. Formulación de las distintas harinas

Para la formulación de las distintas harinas se realizará las sustituciones del 10 %, 15 %, 20 % y 25 % de la cantidad de harina de trigo, por la harina de garbanzo, quínoa y amaranto. Realizando así un total de 12 formulaciones y se tomara como base la siguiente receta:

- Harina de trigo
- 15.72 % de agua
- 5.71 % de manteca
- 4.28 % de azúcar
- 1.41 % de levadura fresca
- 1.26 % de sal
- 0.19 % - 0.38 % de mejorador magno pan súper 25SMD por base de harina

2.3. Evaluaciones sensoriales del producto

Se establecen criterios para la selección de los alimentos con base en la calidad sensorial. El ser humano acepta o rechaza el producto según su experiencia al consumirlo. La evaluación sensorial del producto nos puede dar un panorama del análisis organoléptico del producto con el consumidor final.

2.3.1. Color

Esta propiedad es la percepción de la luz de una cierta longitud de onda reflejada por un objeto. El objetivo del color tiene tres características:

- Tono: está determinado por el valor exacto de la longitud de onda de la luz reflejada.
- Intensidad: depende de la concentración de las sustancias colorantes dentro del objeto o alimento.
- Brillo: depende de la cantidad de luz que es reflejada por el cuerpo, en comparación con la luz natural sobre el producto.

2.3.2. Sabor

El sabor de un alimento puede ser ácido, dulce, amargo, salado o puede ser una combinación de varios sabores. Es importante que para las evaluaciones sensoriales se tomen sabores básicos dado que no todas las personas tienen la misma agudeza de percibir los sabores. A veces pueden ser casi nulas (Hoyos, 2015).

2.3.3. Textura

Un aspecto de importante para la determinación de la calidad del producto es el volumen, igual que la apariencia, el color y la forma de la corteza. La textura de la miga del producto se determina por la firmeza y elasticidad del producto final. Para el análisis debemos considerar los siguientes aspectos según Hoyos (2015).

- Dureza: es la fuerza que se necesita para comprimir un alimento.

- Elasticidad: al momento de comprimir un producto, la facilidad que el mismo retorne a su estado original.
- Fragilidad: al momento de aplicarle fuerza, la facilidad que el producto se quiebre.

2.3.4. Olor

El olor o aroma es el principal componente del sabor de los alimentos dado que se generan sustancias aromáticas y olorosas durante el consumo del producto. Cuando se realizan evaluaciones sensoriales se recomienda que el evaluador este sin padecimientos de salud (gripe o resfriado) por la pérdida de sensibilidad en la percepción de aromas. Como también, personas bajo efecto del alcohol, si previo a la evaluación realizaron el consumo de un alimento picante o muy condimentado, se debe de descartar al evaluador.

2.3.5. Prueba hedónica

En las pruebas hedónicas se le pide al consumidor que valore el grado de satisfacción general que le produce un producto utilizando una escala que le proporciona el analista. Estas pruebas son una herramienta muy efectiva en el diseño de productos y cada vez se utilizan con mayor frecuencia en las empresas debido a que son los consumidores, quienes, en última estancia, convierten un producto en éxito o fracaso (González, 2014, p. 4).

Los aspectos destacables que tenemos que tomar en consideración al momento de realizar una prueba con los consumidores que podemos detallar según González (2014) son los siguientes:

- Población objetivo: se debe de conocer a la población que va dirigida el estudio; si es para adultos o para niños, si es para una edad específica o algún tipo de mercado.
- Tipos de escala: es necesario obtener datos cuantitativos para poder aplicar técnicas estadísticas.
- Escala hedónica: listado de posibles respuestas correspondientes a distintos grados de satisfacción.

2.4. Análisis bromatológico de la harina

Dentro de los datos de un análisis bromatológico que se pueden obtener podemos mencionar el dato de humedad, ceniza, lípidos, proteína y contenido de fibra.

2.4.1. Humedad

“Método gravimétrico: consiste en la determinación de la pérdida de masa experimentada por la muestra cuando es sometida a la acción de la temperatura” (Bravo, 2016, p. 7).

Para el cálculo de contenido de humedad de la muestra, se utilizará la siguiente ecuación Bravo (2016):

$$H = \frac{m - m_1}{2m} * 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

Siendo:

- H = porcentaje de humedad.

- m = masa inicial, en gramos de la muestra (g).
- m_1 = masa, en gramos del producto seco (g).

2.4.2. Ceniza

“Método gravimétrico de calcinación: después de calcinar la muestra generalmente a 500 – 550 °C, queda como residuo la materia mineral, cuya cantidad se determina por la diferencia de las cenizas” (Bravo, 2016, p. 7).

Para el cálculo de cenizas de la muestra, se utilizará la siguiente ecuación Bravo (2016):

$$C = 100 * \frac{(m_2 - m_1)}{m} * \frac{100}{100 - h} \quad (\text{Ec. 2})$$

Siendo:

- C = porcentaje de ceniza.
- m = masa de la muestra (g).
- m_1 = masa del crisol vacío (g).
- m_2 = masa del crisol con ceniza (g).
- h = porcentaje de humedad de la muestra.

2.4.3. Lípidos

“La grasa se extrae de la muestra desecada por medio del éter etílico. El solvente se elimina por evaporadores, luego se seca el residuo y finalmente se determina la masa” (Bravo, 2016, p. 7). La grasa también es conocida como lípido.

Para el cálculo de contenido de lípido de la muestra, se utilizará la siguiente ecuación Bravo (2016):

$$G = \frac{(P_1 \pm P_2)}{m} * 100 \quad (\text{Ec. 3})$$

Siendo:

- G = porcentaje de grasa.
- m = masa de la muestra de harina empleada (g).
- P₁ = peso de la cápsula con harina tras extracción (g).
- P₂ = peso de la cápsula vacía (g).

2.4.4. Proteína

“Método de micro Kjeldahl: mediante el uso de micro Kjeldahl se considera como factor de conversión de nitrógeno a proteínas” (Bravo, 2016, p. 7).

Para el cálculo de proteínas de la muestra, se utilizará la siguiente ecuación Bravo (2016):

$$P = \frac{G * 0.0014 * 100 * F}{m} \quad (\text{Ec. 4})$$

Siendo:

- P = porcentaje de proteínas.
- G = Vol. Gastado de HCL 0.1N
- F = factor de conversión 5.70
- m = 0.1 g de muestra.

2.4.5. Contenido de fibra

“Después de lavar el filtrado de la muestra con agua destilada caliente cada digestión, una con H₂SO₄ y la otra con NaOH, se lava el residuo con etanol caliente, del cual se obtiene: humedad y ceniza y el resultado es la diferencia de las masas” (Bravo, 2016, p. 8).

Para el cálculo de fibra de la muestra, se utilizará la siguiente ecuación Bravo (2016):

$$F.C. = \frac{m_1 - m_2}{P} * 100 \quad (\text{Ec. 5})$$

Siendo:

- m = peso en gramos de la muestra.
- m₁ = peso en gramos de la cápsula con el residuo seco
- m₂ = peso en gramos de la cápsula con las cenizas

2.5. Rentabilidad

“La rentabilidad es una medida relativa de las utilidades, es la comparación de las utilidades netas obtenidas en la empresa con las ventas, con la inversión realizada, y con los fondos aportados por sus propietarios” (Morillo, 2011, p. 36). Se puede obtener dos resultados: positivo que el producto si está generando la rentabilidad deseada y negativo que el producto únicamente está generando pérdidas y no es rentable seguir con el proyecto.

Para el cálculo de rentabilidad del producto, se utilizará la siguiente ecuación Morillo (2011):

$$R = \frac{Utilidad\ Neta}{Activos} * 100 \quad (\text{Ec. 6})$$

3. PRESENTACION DE RESULTADOS

Para la determinación de incremento proteico del pan tipo bollo, se debe de comparar con una formulación base de un pan tipo bollo con harina 100 % de trigo, el cual se obtiene el siguiente resultado según el análisis bromatológico que se detalla en la tabla VI.

Tabla VI. **Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo**



| Descripción | Base | Porcentaje de agua | Porcentaje de M.S.T. | Porcentaje de E.E. | Porcentaje de F.C. |
|--------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 100 % Trigo | Seca | 25.39 | 74.61 | 7.90 | 0.64 |
| | Como Alimento | --- | --- | 5.90 | 0.47 |

| Descripción | Base | Porcentaje de proteína | Porcentaje de cenizas | Porcentaje de E.L.N. |
|--------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 100 % Trigo | Seca | 15.02 | 2.33 | 74.11 |
| | Como Alimento | 11.21 | 1.74 | --- |

Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Zootecnia (2019) *Informe de resultado de análisis bromatológico.*

En la figura 1 se observa la apariencia de la formulación base, el aroma del pan se desarrolló por la producción de alcoholes de la levadura, el sabor esta potencializado por la sal y la coloración de la corteza es característico a la caramelización de la azúcar.

Figura 1. **Pan tipo bollo con harina de trigo**

| Formulación | Pan tipo bollo | Miga |
|-------------|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 100 % Trigo |  |  |

Fuente: elaboración propia.

Según las propuestas de formulación y los resultados obtenidos en el análisis bromatológico con harina de garbanzo, todas las formulaciones presentan un incremento de valor proteico versus la formulación base. Tanto el alimento, como la muestra seca la cual se detalla en la tabla VII.

Además, haciendo una comparación de las tablas VI y VII con la sustitución del porcentaje de la harina de trigo por la harina de garbanzo también hay un incremento en los resultados de grasas totales y en el contenido de fibra; que también se puede observar en las composiciones químicas de las distintas harinas según las tablas II y III.

Tabla VII. **Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo y harina de garbanzo**

| Descripción | Base | Porcentaje de agua | Porcentaje de M.S.T. | Porcentaje de E.E. | Porcentaje de F.C. |
|--------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Garbanzo | Seca | 22.84 | 77.16 | 8.64 | 3.29 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.67 | 2.54 |
| 80 % Trigo 20 % Garbanzo | Seca | 24.58 | 75.42 | 8.60 | 3.21 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.49 | 2.42 |
| 85 % Trigo 15 % Garbanzo | Seca | 28.76 | 71.24 | 9.45 | 4.02 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.73 | 2.86 |
| 90 % Trigo 10 % Garbanzo | Seca | 21.84 | 78.16 | 8.23 | 3.99 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.43 | 3.12 |

| Descripción | Base | Porcentaje de proteína | Porcentaje de cenizas | Porcentaje de E.L.N. |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Garbanzo | Seca | 23.30 | 2.82 | 61.94 |
| | Como Alimento | 17.98 | 2.18 | --- |
| 80 % Trigo 20 % Garbanzo | Seca | 22.72 | 2.74 | 62.74 |
| | Como Alimento | 17.13 | 2.07 | --- |







Continuación tabla VII.

| Descripción | Base | Porcentaje de proteína | Porcentaje de cenizas | Porcentaje de E.L.N. |
|--------------------------------|------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 85 % Trigo 15 % Garbanzo | Seca | 21.86 | 2.67 | 62.00 |
| | Como Alimento | 15.56 | 1.91 | --- |
| 90 % Trigo 10 % Garbanzo | Seca | 18.88 | 2.43 | 66.47 |
| | Como Alimento | 14.76 | 1.90 | --- |



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Zootecnia (2019) *Informe de resultado de análisis bromatológico.*

En la figura 2 se observa la apariencia de las formulaciones con sustituciones parciales de harina de garbanzo, entre mayor el porcentaje de sustitución de harina de trigo por la harina de garbanzo hay un menor desarrollo del gluten por su baja formación cristalina del almidón. Su textura es afectada por la granulometría de la harina de garbanzo.

Figura 2. Pan tipo bollo con harina de trigo y harina de garbanzo

| Formulación | Pan tipo bollo | Miga |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Garbanzo |  |  |
| 80 % Trigo 20 % Garbanzo |  |  |
| 85 % Trigo 15 % Garbanzo |  |  |

Continuación figura 2.

| Formulación | Pan tipo bollo | Miga |
|-----------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 90 % Trigo 10 % Garbanzo |  |  |

Fuente: elaboración propia.

Según las propuestas de formulación y los resultados obtenidos en el análisis bromatológico con harina de quinoa, las formulaciones que presentan un incremento de valor proteico versus la formulación base, son las que tienen sustitución del 15 %, 20 % y 25 % con harina de quinoa. Tanto el alimento, como la muestra seca la cual se detalla en la tabla VIII.

Además, haciendo una comparación de la tabla VI y VIII con la sustitución del porcentaje de la harina de trigo por la harina de quinoa también hay un incremento en los resultados de grasas totales y una disminución en el contenido de fibra; que también lo podemos observar en las composiciones químicas de las distintas harinas según las tablas II y IV.

Tabla VIII. **Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo y harina de quinoa**

| Descripción | Base | Porcentaje de agua | Porcentaje de M.S.T. | Porcentaje de E.E. | Porcentaje de F.C. |
|---------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Quinoa | Seca | 29.40 | 70.60 | 8.71 | 0.46 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.15 | 0.33 |
| 80 % Trigo 20 % Quinoa | Seca | 29.80 | 70.20 | 8.60 | 0.27 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.04 | 0.19 |
| 85 % Trigo 15 % Quinoa | Seca | 29.47 | 70.53 | 8.70 | 0.32 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.13 | 0.23 |
| 90 % Trigo 10 % Quinoa | Seca | 24.69 | 75.31 | 8.53 | 0.55 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.42 | 0.41 |

| Descripción | Base | Porcentaje de proteína | Porcentaje de cenizas | Porcentaje de E.L.N. |
|---------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Quinoa | Seca | 19.30 | 2.72 | 68.81 |
| | Como Alimento | 13.63 | 1.92 | --- |
| 80 % Trigo 20 % Quinoa | Seca | 17.68 | 2.76 | 70.70 |
| | Como Alimento | 12.41 | 1.94 | --- |







Continuación tabla VIII.

| Descripción | Base | Porcentaje de proteína | Porcentaje de cenizas | Porcentaje de E.L.N. |
|---------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 85 % Trigo 15 % Quinoa | Seca | 16.08 | 2.56 | 72.34 |
| | Como Alimento | 11.34 | 1.81 | --- |
| 90 % Trigo 10 % Quinoa | Seca | 14.54 | 2.31 | 74.08 |
| | Como Alimento | 10.95 | 1,74 | --- |



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Zootecnia (2019) *Informe de resultado de análisis bromatológico.*

En la figura 3 se observa la apariencia de las formulaciones con sustituciones parciales de harina de quinoa, entre mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo por la harina de quinoa hay un menor desarrollo del gluten, el olor no solo se ve desarrollado por la azúcar sino por el olor característico de la harina de quinoa y el mejorador enzimático de harina aporto al desarrollo del olor y suavidad de las formulaciones.

Figura 3. Pan tipo bollo con harina de trigo y harina de quinoa

| Formulación | Pan tipo bollo | Miga |
|---------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Quinoa |  |  |
| 80 % Trigo 20 % Quinoa |  |  |
| 85 % Trigo 15 % Quinoa |  |  |

Continuación figura 3.

| Formulación | Pan tipo bollo | Miga |
|---------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
| 90 % Trigo 10 % Quinoa |  |  |

Fuente: elaboración propia.

Según las propuestas de formulación y los resultados obtenidos en el análisis bromatológico con harina de amaranto, las formulaciones que presentan un incremento de valor proteico versus la formulación base, son las que tienen sustitución 20 % y 25 % con harina de amaranto. Tanto el alimento, como la muestra seca como la muestra seca la cual se detalla en la tabla IX.

Además, haciendo una comparación de las tablas VI y IX con la sustitución del porcentaje de la harina de trigo por la harina de amaranto también hay un incremento en los resultados de grasas totales y una disminución en el contenido de fibra; que también lo podemos observar en las composiciones químicas de las distintas harinas según las tablas II y V.

Tabla IX. **Resultados de análisis bromatológico de un pan tipo bollo con harina de trigo y harina de amaranto**

| Descripción | Base | Porcentaje de agua | Porcentaje de M.S.T. | Porcentaje de E.E. | Porcentaje de F.C. |
|--------------------------------|---------------|---------------------------|-----------------------------|---------------------------|---------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Amaranto | Seca | 24.98 | 75.02 | 9.58 | 0.67 |
| | Como Alimento | --- | --- | 7.19 | 0.50 |
| 80 % Trigo 20 % Amaranto | Seca | 24.84 | 75.16 | 9.28 | 0.45 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.97 | 0.34 |
| 85 % Trigo 15 % Amaranto | Seca | 25.65 | 74.35 | 9.42 | 0.37 |
| | Como Alimento | --- | --- | 7.00 | 0.27 |
| 90 % Trigo 10 % Amaranto | Seca | 26.33 | 73.67 | 9.21 | 0.14 |
| | Como Alimento | --- | --- | 6.79 | 0.10 |

| Descripción | Base | Porcentaje de proteína | Porcentaje de cenizas | Porcentaje de E.L.N. |
|--------------------------------|---------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Amaranto | Seca | 16.78 | 2.86 | 70.11 |
| | Como Alimento | 12.59 | 2.15 | --- |
| 80 % Trigo 20 % Amaranto | Seca | 15.18 | 2.65 | 72.44 |
| | Como Alimento | 11.41 | 1.99 | --- |







Continuación tabla IX.

| Descripción | Base | Porcentaje de proteína | Porcentaje de cenizas | Porcentaje de E.L.N. |
|--------------------------------|------------------|------------------------|-----------------------|----------------------|
| 85 % Trigo 15 % Amaranto | Seca | 14.17 | 2.49 | 73.55 |
| | Como Alimento | 10.53 | 1.85 | --- |
| 90 % Trigo 10 % Amaranto | Seca | 12.65 | 2.47 | 75.53 |
| | Como Alimento | 9.32 | 1.82 | --- |

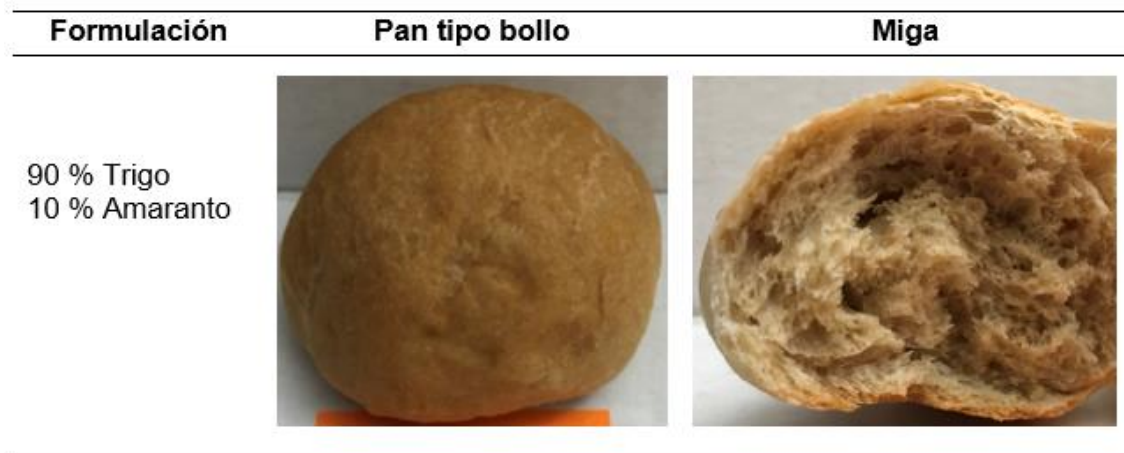
Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Zootecnia (2019). *Informe de resultado de análisis bromatológico.*

En la figura 4 se observa la apariencia de las formulaciones con sustituciones parciales de harina de amaranto también se vio afectado por la sustitución del porcentaje de harina de trigo por la harina de amaranto con un menor desarrollo del gluten. Su color es más oscuro al compararla con la formulación base.

Figura 4. Pan tipo bollo con harina de trigo y harina de amaranto

| Formulación | Pan tipo bollo | Miga |
|-----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 75 % Trigo 25 % Amaranto |  |  |
| 80 % Trigo 20 % Amaranto |  |  |
| 85 % Trigo 15 % Amaranto |  |  |

Continuación figura 4.



Fuente: elaboración propia.

Para definir el grado de aceptabilidad de las distintas formulaciones propuestas, primero se trabajó con panelistas expertos. Se utilizó la prueba hedónica y de los resultados obtenidos, se hizo un análisis ANOVA para determinar las 2 formulaciones con mayor aceptación.

La primera formulación que se evaluó fue la de harina de garbanzo; las formulaciones con alto puntaje según los panelistas expertos fueron con los porcentajes 15 % y 20 % de harina de garbanzo según se puede observar en la tabla ANOVA la cual se detalla en la tabla X.

Tabla X. **Resultados de prueba hedónica con harina de garbanzo con panelistas expertos**

| Resumen | 10 % Garbanzo | 15 % Garbanzo | 20 % Garbanzo | 25 % Garbanzo | Total |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|
| Apariencia | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 23 | 25 | 23 | 22 | 93 |
| Promedio | 3.833 | 4.167 | 3.833 | 3.667 | 3.875 |
| Varianza | 0.967 | 0.567 | 0.567 | 1.067 | 0.723 |
| Textura | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 17 | 20 | 24 | 21 | 82 |
| Promedio | 2.833 | 3.333 | 4.000 | 3.500 | 3.417 |
| Varianza | 0.967 | 0.667 | 0.800 | 1.500 | 1.036 |
| Sabor | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 23 | 25 | 21 | 21 | 90 |
| Promedio | 3.833 | 4.167 | 3.500 | 3.500 | 3.750 |
| Varianza | 0.567 | 0.167 | 0.700 | 0.700 | 0.543 |
| Olor | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 23 | 26 | 24 | 22 | 95 |
| Promedio | 3.833 | 4.333 | 4.000 | 3.667 | 3.958 |
| Varianza | 0.567 | 0.267 | 0.400 | 1.067 | 0.563 |
| Total | | | | | |
| Cuenta | 24 | 24 | 24 | 24 | |
| Suma | 86 | 96 | 92 | 86 | |
| Promedio | 3.583 | 4.000 | 3.833 | 3.583 | |
| Varianza | 0.862 | 0.522 | 0.580 | 0.949 | |

Fuente: elaboración propia.

Los comentarios más relevantes de los panelistas expertos fueron:

- Mejor sabor, olor y textura en la formulación de 20 % de garbanzo.
- El sabor de garbanzo no se percibe en su totalidad, pero si se siente agradable en el paladar al momento de su ingesta.
- La coloración es oscura, pero no se percibe como un pan con harina de integral.

El valor crítico para F es mayor que la F en la tabla XI, entonces se concluye que no todas las proporciones son iguales y que el factor influye en las diferencias de cada muestra.



Tabla XI. **Análisis de varianza harina de garbanzo**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|-------|--------------|----------------------|
| Muestra | 4.083 | 3 | 1.361 | 1.888 | 0.138 | 2.718 |
| Columnas | 3.000 | 3 | 1.000 | 1.387 | 0.252 | 2.718 |
| Interacción | 5.250 | 9 | 0.583 | 0.809 | 0.609 | 1.999 |
| Dentro del grupo | 57.666 | 80 | 0.720 | | | |
| Total | 70 | 95 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 5 se observa las formulaciones con mayor aceptación por los panelistas expertos de la sustitución del porcentaje de la harina de garbanzo.

Figura 5. **Formulaciones con alto puntaje según panelistas expertos;
harina de garbanzo**

| Formulación 80 % Trigo 20 % Garbanzo | Formulación 85 % Trigo 15 % Garbanzo |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

Fuente: elaboración propia.

La segunda formulación que se evaluó fue la de harina de quinoa; las formulaciones con alto puntaje según los panelistas expertos fueron con los porcentajes 15 % y 20 % de harina de garbanzo según se puede observar en la tabla ANOVA la cual se detalla en la tabla XII.

Tabla XII. **Resultados de prueba hedónica con harina de quinoa con panelistas expertos**

| Resumen | 10 % Quinoa | 15 % Quinoa | 20 % Quinoa | 25 % Quinoa | Total |
|-------------------|------------------------|------------------------|------------------------|------------------------|--------------|
| Apariencia | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 21 | 26 | 24 | 24 | 95 |
| Promedio | 3.500 | 4.333 | 4.000 | 4.000 | 3.958 |
| Varianza | 1.900 | 0.267 | 0.800 | 0.400 | 0.824 |
| Textura | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 13 | 27 | 24 | 23 | 87 |
| Promedio | 2.167 | 4.500 | 4.000 | 3.833 | 3.625 |
| Varianza | 1.367 | 0.300 | 0.400 | 1.367 | 1.549 |
| Sabor | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 18 | 22 | 24 | 25 | 89 |
| Promedio | 3.000 | 3.667 | 4.000 | 4.167 | 3.708 |
| Varianza | 0.400 | 1.067 | 1.600 | 0.567 | 0.998 |
| Olor | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 20 | 25 | 24 | 22 | 91 |
| Promedio | 3.000 | 4.167 | 4.000 | 3.667 | 3.792 |
| Varianza | 0.400 | 1.067 | 0.800 | 1.067 | 0.781 |
| Total | | | | | |
| Cuenta | 24 | 24 | 24 | 24 | |
| Suma | 72 | 100 | 96 | 94 | |
| Promedio | 3.00 | 4.17 | 4.00 | 3.92 | |
| Varianza | 1.22 | 0.58 | 0.78 | 0.78 | |

Fuente: elaboración propia.

Los comentarios más relevantes de los panelistas expertos fueron:

- Mejor sabor y textura en la formulación de 15 % de quinoa.
- La textura en la formulación de 15 % se percibe más blanda, más suave en el tacto. Su presentación se percibe más comercial, más tipo pan francés.

El valor crítico para F es mayor que la F en la tabla XIII, entonces se concluye que no todas las proporciones son iguales y que el factor influye en las diferencias de cada muestra.



Tabla XIII. **Análisis de varianza harina de quinoa**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Muestra | 1.458 | 3 | 0.486 | 0.575 | 0.633 | 2.719 |
| Columnas | 19.792 | 3 | 6.597 | 7.800 | 0.000 | 2.719 |
| Interacción | 8.042 | 9 | 0.894 | 1.056 | 0.404 | 1.999 |
| Dentro del grupo | 67.667 | 80 | 0.846 | | | |
| Total | 96.958 | 95 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 6 se observa las formulaciones con mayor aceptación por los panelistas expertos de la sustitución del porcentaje de la harina de quinoa.

Figura 6. **Formulaciones con alto puntaje según panelistas expertos; harina de quinoa**

| Formulación 80 % Trigo 20 % Quinoa | Formulación 85 % Trigo 15 % Quinoa |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

Fuente: elaboración propia.

La tercera formulación que se evaluó fue la de harina de amaranto; las formulaciones con alto puntaje según los panelistas expertos fueron con los porcentajes 10 % y 20 % de harina de amaranto según se puede observar en la tabla ANOVA la cual se detalla en la tabla XIV.

Tabla XIV. **Resultados de prueba hedónica con harina de amaranto con panelistas expertos**

| Resumen | 10 % Amaranto | 15 % Amaranto | 20 % Amaranto | 25 % Amaranto | Total |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------|
| Apariencia | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 25 | 25 | 24 | 22 | 96 |
| Promedio | 4.167 | 4.167 | 4.000 | 3.667 | 4.000 |
| Varianza | 0.167 | 0.567 | 0.000 | 1.067 | 0.435 |
| Textura | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 21 | 23 | 27 | 24 | 95 |
| Promedio | 3.500 | 3.833 | 4.500 | 4.000 | 3.958 |
| Varianza | 0.300 | 0.567 | 0.300 | 0.800 | 0.563 |
| Sabor | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 27 | 24 | 23 | 22 | 96 |
| Promedio | 4.500 | 4.000 | 3.833 | 3.667 | 4.000 |
| Varianza | 0.300 | 0.400 | 0.567 | 0.267 | 0.435 |
| Olor | | | | | |
| Cuenta | 6 | 6 | 6 | 6 | 24 |
| Suma | 26 | 24 | 26 | 25 | 101 |
| Promedio | 4.333 | 4.000 | 4.333 | 4.167 | 4.208 |
| Varianza | 0.267 | 0.000 | 0.267 | 0.567 | 0.259 |
| Total | | | | | |
| Cuenta | 24 | 24 | 24 | 24 | |
| Suma | 99 | 96 | 100 | 93 | |
| Promedio | 4.125 | 4.000 | 4.167 | 3.875 | |
| Varianza | 0.375 | 0.348 | 0.319 | 0.636 | |

Fuente: elaboración propia.

Los comentarios más relevantes de los panelistas expertos fueron:

- Mejor apariencia y olor en la formulación de 10 % de amaranto.
- En general la masa se percibe pesada, pero tiene una buena coloración y textura de la migaja.
- El sabor no es intenso, la presentación en general es comercial.

El valor crítico para F es mayor que la F en la tabla XV, entonces se concluye que no todas las proporciones son iguales y que el factor influye en las diferencias de cada muestra.



Tabla XV. **Análisis de varianza harina de amaranto**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|----------------------------------|--------------------------|---------------------------|----------------------------------|----------|---------------------|-----------------------------|
| Muestra | 0.916 | 3 | 0.305 | 0.763 | 0.517 | 2.718 |
| Columnas | 1.250 | 3 | 0.416 | 1.041 | 0.378 | 2.718 |
| Interacción | 5.666 | 9 | 0.629 | 1.574 | 0.137 | 1.999 |
| Dentro del grupo | 32.000 | 80 | 0.400 | | | |
| Total | 39.833 | 95 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

En la figura 7 se observa las formulaciones con mayor aceptación por los panelistas expertos de la sustitución del porcentaje de la harina de amaranto.

Figura 7. **Formulaciones con alto puntaje según panelistas expertos;
harina de amaranto**

| Formulación 80 % Trigo 20 % Amaranto | Formulación 90 % Trigo 10 % Amaranto |
|-----------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------|
|  |  |

Fuente: elaboración propia.

Con los resultados obtenidos de los panelistas expertos se realizó la prueba hedónica con los consumidores finales; se entregaron las 2 formulaciones con alto puntaje de cada variedad de harina y se obtienen los siguientes resultados la cual se detalla en la tabla XVI:

Tabla XVI. **Resultados de prueba hedónica con consumidores finales**

| Resumen | 15 % Garbanzo | 20 % Garbanzo | 15 % Quínoa | 20 % Quínoa | 10 % Amaranto | 20 % Amaranto |
|-------------------|--------------------------|--------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------|
| Apariencia | | | | | | |
| Cuenta | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Suma | 355 | 378 | 359 | 386 | 390 | 379 |
| Promedio | 3.550 | 3.780 | 3.590 | 3.860 | 3.900 | 3.790 |
| Varianza | 0.936 | 0.840 | 0.789 | 0.535 | 0.793 | 0.784 |
| Textura | | | | | | |
| Cuenta | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Suma | 339 | 361 | 339 | 386 | 376 | 389 |
| Promedio | 3.390 | 3.610 | 3.390 | 3.860 | 3.760 | 3.890 |
| Varianza | 0.906 | 1.048 | 1.028 | 0.929 | 0.547 | 0.624 |
| Sabor | | | | | | |
| Cuenta | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Suma | 322 | 359 | 348 | 368 | 364 | 370 |
| Promedio | 3.220 | 3.590 | 3.480 | 3.667 | 3.640 | 3.700 |
| Varianza | 1.042 | 1.173 | 1.060 | 1.310 | 0.980 | 0.757 |
| Olor | | | | | | |
| Cuenta | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 | 100 |
| Suma | 355 | 383 | 373 | 390 | 386 | 377 |
| Promedio | 3.550 | 3.830 | 3.730 | 3.900 | 3.860 | 3.770 |
| Varianza | 1.159 | 1.071 | 0.845 | 0.858 | 0.707 | 0.764 |
| Total | | | | | | |
| Cuenta | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 | 400 |
| Suma | 1371 | 1481 | 1419 | 1530 | 1516 | 1515 |
| Promedio | 3.427 | 3.702 | 3.547 | 3.825 | 3.790 | 3.787 |
| Varianza | 1.022 | 1.036 | 0.940 | 0.961 | 0.697 | 0.734 |

Fuente: elaboración propia.

Haciendo el análisis de la tabla XVI se observa que la formulación con mayor aceptación fue la de 20 % con harina de quinoa; luego le siguen la formulación con 10 % y 20 % de harina de amaranto. Las propuestas que tuvieron menos aceptación dentro de los consumidores finales fue la de 15 % de harina de garbanzo y 15 % de harina de quinoa.

Los comentarios más relevantes de los consumidores finales fueron:

- La formulación de 20 % de quinoa es más suave, tiene mejor textura y el sabor es más agradable que el resto de las muestras.
- De la percepción de un bollo poco hidratado, duro y poco atractivo al consumo. Esto ocurrió en formulaciones con alto porcentaje de sustitución por otro tipo de harina.
- Si existe sensorialmente diferencia en todas las formulaciones, el sabor y el olor son distintas, no desagrada, sino que incitan al consumirlas.

El valor crítico para F es menor que la F en la tabla XVII, entonces se concluye que no hay diferencia significativa entre las proporciones de cada de las muestras de acuerdo con este factor.

Tabla XVII. **Análisis de varianza consumidores finales**

| Origen de las variaciones | Suma de cuadrados | Grados de libertad | Promedio de los cuadrados | F | Probabilidad | Valor crítico para F |
|---------------------------|-------------------|--------------------|---------------------------|--------|--------------|----------------------|
| Muestra | 18.183 | 3 | 6.061 | 6.778 | 0.000 | 2.608 |
| Columnas | 50.600 | 3 | 10.120 | 11.317 | 0.000 | 2.217 |
| Interacción | 8.856 | 9 | 0.590 | 0.660 | 0.825 | 1.670 |
| Dentro del grupo | 2124.600 | 2376 | 0.894 | | | |
| Total | 2202.24 | 2399 | | | | |

Fuente: elaboración propia.

Para el cálculo de rentabilidad del producto al momento de sustituir porcentualmente la harina de trigo por la harina de garbanzo, quínoa o amaranto se deben de considerar primero los gastos fijos que se tienen al momento de elaboración, lo cual se detalla en la tabla XVIII.

Tabla XVIII. **Gastos fijos**

| Descripción | Valor Monetario |
|------------------------------------|-----------------|
| Servicios | |
| Agua | Q. 30.00 |
| Energía eléctrica (Q. 1.21 Q/kWh) | Q. 80.00 |
| Materiales y utensilios | |
| Bolsas tipo sándwich (Q. 3.50 c/u) | Q. 42.00 |

Continuación tabla XVIII.

| Descripción | Valor Monetario |
|---------------------------------|------------------------|
| Sueldo panadero (Q. 11.77/hora) | Q. 178.51 |
| Total de gastos | Q. 330.51 |

Fuente: elaboración propia.

En donde, se consideró un sueldo mínimo no agrícola según información publicada en la página del Ministerio de Trabajo y Previsión Social (2021); la eficiencia de elaboración es de 2 bollos por minuto y se paga al panadero Q. 0.0981 por cada unidad producida. También vamos a enlistar los activos que se utilizaron al momento de la elaboración del pan tipo bollo, lo cual se detalla en la tabla XIX.

Tabla XIX. **Mobiliario y equipo**

| Descripción | Precio |
|----------------------|--------------------|
| Horno | Q. 4,949.00 |
| Batidora | Q. 3,000.00 |
| Balanza | Q. 150.00 |
| Bandejas | Q. 50.00 |
| Utensilios de cocina | Q. 15.00 |
| Total | Q. 8,164.00 |

Fuente: elaboración propia.

Los precios de los ingredientes pueden variar según el lugar de compra, tomando de referencia al momento de la elaboración las distintas formulaciones, los precios se detalla en la tabla XX.

Tabla XX. **Precios de referencia según el lugar de compra**

| Producto | Presentación | Precio |
|------------------------------------------|---------------------|---------------|
| Harina dura | 50 libras | Q. 116.00 |
| Harina de garbanzo | 400 g | Q. 30.00 |
| Harina de quinoa | 340 g | Q. 82.00 |
| Harina de amaranto | 454 g | Q. 28.00 |
| Sal fina | 400 g | Q. 2.50 |
| Azúcar granulada | 2,500 g | Q. 16.40 |
| Manteca vegetal | 454 g | Q. 7.45 |
| Levadura fresca | 1 Kg | Q. 9.00 |
| Mejorador de harina magno pan súper 25SD | 0.4 Kg | Q. 27.02 |
| Agua pura | 2 litros | Q. 5.80 |

Fuente: elaboración propia.

Se utilizó la ecuación (Ec. 6) para el cálculo de rentabilidad; por cada formulación se estimó una producción de 140 bollos de un peso de 1.5 onzas. A continuación, se detalla en la tabla XXI, tabla XXII, tabla XXIII y tabla XXIV el cálculo para cada una de las formulaciones propuestas:

Tabla XXI. **Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de trigo**

| Descripción | 100 % Harina de trigo |
|------------------------------|------------------------------|
| Total de bollos | 140 |
| Total de libras | 12.83 |
| Costo total libras | Q. 31.90 |
| Costo de mano de obra | Q. 13.73 |
| Costos de elaboración | Q. 45.63 |
| Costos fijos | Q. 25.42 |
| Costo total | Q. 71.05 |
| Margen de utilidad 30 % | Q. 21.32 |
| Precio de venta | Q. 92.37 |
| Rentabilidad | 0.2611 |

Fuente: elaboración propia.

Esto quiere decir que, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.2611 de rentabilidad. Este dato puede variar según las unidades de bollos que se produzcan.

Tabla XXII. Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de garbanzo

| | 10 % Harina garbanzo 90 % Harina de trigo | 15 % Harina garbanzo 85 % Harina de trigo | 20 % Harina garbanzo 80 % Harina de trigo | 25 % Harina garbanzo 75 % Harina de trigo |
|----------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|
| Total de bollos | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Total de libras | 12.83 | 12.83 | 12.83 | 12.83 |
| Costo total libras | Q. 57.26 | Q. 69.94 | Q. 82.61 | Q. 95.29 |
| Costo de mano de obra | Q. 13.73 | Q. 13.73 | Q. 13.73 | Q. 13.73 |
| Costos de elaboración | Q. 70.99 | Q. 83.67 | Q. 96.35 | Q. 109.03 |
| Costos fijos | Q. 25.42 | Q. 25.42 | Q. 25.42 | Q. 25.42 |
| Costo total | Q. 96.41 | Q. 109.09 | Q. 121.77 | Q. 134.45 |
| Margen de utilidad 30 % | Q. 28.92 | Q. 32.73 | Q. 36.53 | Q. 40.34 |
| Precio de venta | Q. 125.33 | Q. 141.82 | Q. 158.30 | Q. 174.79 |
| Rentabilidad | 0.3543 | 0.4008 | 0.4475 | 0.4940 |

Fuente: elaboración propia.

Esto quiere decir que, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.5758 de rentabilidad en la formulación con sustitución 10 %, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.7332 de rentabilidad en la formulación con sustitución 15 %, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.8906 de rentabilidad en la formulación con sustitución 20 % y por cada quetzal invertido se obtuvo 1.0480 de rentabilidad en la formulación con sustitución 25 %. Este dato puede variar según las unidades de bollos que se produzcan en cada formulación.

Tabla XXIII. Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de quinoa

| | 10 % Harina quinoa 90 % Harina de trigo | 15 % Harina quinoa 85 % Harina de trigo | 20 % Harina quinoa 80 % Harina de trigo | 25 % Harina quinoa 75 % Harina de trigo |
|------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|----------------------------------------------------|
| Total de bollos | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Total de libras | 12.83 | 12.83 | 12.83 | 12.83 |
| Costo total libras | Q. 117.56 | Q. 160.39 | Q. 203.22 | Q. 246.05 |
| Costo de mano de obra | Q. 13.73 | Q. 13.73 | Q. 13.73 | Q. 13.73 |
| Costos de elaboración | Q. 131.29 | Q. 174.12 | Q. 216.95 | Q. 259.78 |
| Costos fijos | Q. 25.42 | Q. 25.42 | Q. 25.42 | Q. 25.42 |
| Costo total | Q. 156.71 | Q. 199.54 | Q. 242.37 | Q. 285.20 |
| Margen de utilidad 30 % | Q. 47.01 | Q. 59.86 | Q. 72.71 | Q. 85.56 |
| Precio de venta | Q. 203.73 | Q. 259.40 | Q. 315.08 | Q. 370.76 |
| Rentabilidad | 0.5758 | 0.7332 | 0.8906 | 1.0480 |

Fuente: elaboración propia.

Esto quiere decir que, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.5758 de rentabilidad en la formulación con sustitución 10 %, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.7332 de rentabilidad en la formulación con sustitución 15 %, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.8906 de rentabilidad en la formulación con sustitución 20 % y por cada quetzal invertido se obtuvo 1.0480 de rentabilidad en la formulación con sustitución 25 %. Este dato puede variar según las unidades de bollos que se produzcan en cada formulación.

Tabla XXIV. Rentabilidad del pan tipo bollo con harina de amaranto

| | 10 % Harina amaranto 90 % Harina de trigo | 15 % Harina amaranto 85 % Harina de trigo | 20 % Harina amaranto 80 % Harina de trigo | 25 % Harina amaranto 75 % Harina de trigo |
|------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| Total de bollos | 140 | 140 | 140 | 140 |
| Total de libras | 12.83 | 12.83 | 12.83 | 12.83 |
| Costo total libras | Q. 52.44 | Q. 62.71 | Q. 72.98 | Q. 83.26 |
| Costo de mano de obra | Q. 13.73 | Q. 13.73 | Q. 13.73 | Q. 13.73 |
| Costos de elaboración | Q. 66.17 | Q. 76.44 | Q. 86.72 | Q. 96.99 |
| Costos fijos | Q. 25.42 | Q. 25.42 | Q. 25.42 | Q. 25.42 |
| Costo total | Q. 91.60 | Q. 101.87 | Q. 112.14 | Q. 122.41 |
| Margen de utilidad 30 % | Q. 27.48 | Q. 30.56 | Q. 33.64 | Q. 36.72 |
| Precio de venta | Q. 119.07 | Q. 132.43 | Q. 145.78 | Q. 159.13 |
| Rentabilidad | 0.3365 | 0.3743 | 0.4120 | 0.4498 |

Fuente: elaboración propia.

Esto quiere decir que, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.3365 de rentabilidad en la formulación con sustitución 10 %, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.3743 de rentabilidad en la formulación con sustitución 15 %, por cada quetzal invertido se obtuvo 0.4120 de rentabilidad en la formulación con sustitución 20 % y por cada quetzal invertido se obtuvo 0.4498 de rentabilidad en la formulación con sustitución 25 %. Este dato puede variar según las unidades de bollos que se produzcan en cada formulación.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En el proceso de elaboración del pan tipo bollo, una de las principales complicaciones que se tuvieron fue la de obtener una masa homogénea con estas distintas harinas; entre mayor era la sustitución de harina de trigo por la harina de garbanzo, quinoa y amaranto la masa se volvía más sólida, menos flexible y más tenaz, este efecto fue causado por la reducción porcentual del gluten. Hay que tener en cuenta que al no tener gluten esto afecta al amasado y la plasticidad de las masas. Las harinas de garbanzo, quinoa y amaranto se suelen emplear en las dietas sin gluten como un sustituto de la harina de trigo.

Otra complicación que se tuvo al momento de la elaboración fue que a mayor sustitución porcentual de la harina de trigo por las distintas harinas fue una mayor necesidad de líquido; una primera causa que se puede mencionar es que se utilizaron harinas con alto contenido de almidón. El almidón cuando se pone en contacto con el agua comienza a absorberla y los gránulos de almidón empiezan a hidratarse por lo que hay menor presencia aparente de humedad en la masa. Otra segunda causa que podemos mencionar es que las harinas que se utilizaron para sustituir la harina de trigo también tienen un alto contenido de fibra natural, tienden a absorber más el agua y necesitan una mayor hidratación durante su proceso. Una tercera causa fue por volumen del peso de la harina de sustitución, aunque el cambio se hizo porcentualmente para llegar al peso que se estaba sustituyendo de harina de trigo, el volumen de las harinas de garbanzo, quinoa y amaranto era mayor por su granulometría. Esto es respaldado a través del Informe final del análisis de bromatología del anexo 1.

Esto hace que la manipulación sea más difícil y la consistencia fuera más sólida; lo que provocó una textura más dura en el producto final y esto se hizo evidente al momento de realizar el análisis sensorial.

Se realizó un estudio de vida anaquel con las mismas condiciones de un consumidor final para determinar si utilizando el mejorador dentro de la formulación se obtienen mejores resultados que una formulación sin mejorador. Las condiciones que se utilizaron para el estudio fueron una temperatura ambiente, colocando las muestras del bollo en una bolsa tipo ziploc para garantizar el cierre hermético de la muestra y que no se tuviera ningún tipo de contaminación; también fueron colocadas en una caja con tapadera alejada de la luz solar. Con el mejorador que se utilizó no solo nos ayudó en el manejo, estabilidad, calidad de la masa y aumentar el volumen, sino también para mantener más suave el pan por más tiempo. Todas las formulaciones se les dio 10 días promedio y las que presentaron menos daños de calidad fueron las formulaciones con harina de amaranto a los 8 días después de su elaboración, las formulaciones de quinoa y amaranto presentaron daños de calidad a los 6 días después de su elaboración. Las formulaciones sin el mejorador tienen una vida anaquel promedio de 4 días.

El pan tipo bollo a la salida del horno se encuentra estéril, pero el tiempo de enfriado y la manipulación que se tiene posterior al enfriado, puede facilitar a la contaminación con hongos y generar problemas durante la vida anaquel del producto. Las razones de contaminación de hongos se pueden dar al momento del contacto con las superficies, aire con esporas que es muy probable en este tipo de ambientes por no estar esterilizados y la manipulación humana. El tipo de hongos que se evidencio en el pan tipo bollo fue el moho tipo *Aspergillus* por su coloración verde o negro y que es el tipo más común que se puede encontrar en productos de panadería. Las condiciones de humedad y ambientes cálidos,

favorece su aparición y crecimiento a través de las esporas de los alimentos; un factor determinante para su desarrollo es la humedad relativa del aire que es necesario en un 90 % para el desarrollo de moho. El pan se constituye por su contenido en agua y por ser un medio para el desarrollo de numerosas especies microbianas.

El estudio de aceptación del consumidor se utilizó como herramienta la prueba hedónica con los dos grupos de personas; primero con panelistas expertos en donde se buscó un perfil de personas con experiencia y conocimientos en panificación y segundo con consumidores finales en donde se buscó que las personas por lo menos gustaran de consumir variedad de pan tanto hombres como mujeres y también hayan sido parte de varios análisis sensoriales de diversos productos; para ello se utilizó los formularios de los apéndices 1 y 2. Las muestras no contaban con más de 24 horas de elaboración para no tener una desviación en los resultados. Ya que, si se utilizaba una muestra con muchos días de elaboración, estos mismos pudieron haber sufrido algún deterioro y los resultados serían ambiguos.

Las pruebas hedónicas en cada grupo se realizaron en 3 fases evaluando las distintas propuestas de sustitución de harina de trigo por las harinas de garbanzo, quinoa y amaranto. El primer grupo que se evaluó fueron los panelistas expertos y tuvo una duración de 3 semanas en la realización de los análisis; la primera variedad de harina que se evaluó fue la harina de garbanzo en donde los porcentajes con mayor aceptación fueron 15 % y 20 % de sustitución; la segunda variedad de harina que se evaluó fue la harina de quinoa en donde los porcentajes con mayor aceptación fueron 15 % y 20 % de sustitución; la tercer variedad de harina que se evaluó fue la harina de amaranto en donde los porcentajes con mayor aceptación fueron 10 % y 20 % de sustitución.

Tomando de referencias los porcentajes de mayor aceptación en las pruebas hedónicas de los panelistas expertos, se realizó otro estudio con el segundo grupo de consumidores finales, el cual tuvo una duración de 3 semanas en la realización de los análisis; la primera variedad con mayor aceptación fue la harina de quinoa con un 20 % de sustitución, la segunda variedad con mayor aceptación fue la harina de amaranto con un 10 % de sustitución y la tercer variedad con mayor aceptación fue la harina de amaranto con un 20 % de sustitución. La variedad con menos aceptación que se obtuvo fue la harina de garbanzo con un 15 % de sustitución.

Al momento de elegir entre formulaciones, los consumidores finales destacaron la formulación con sustitución del 20 % con harina de quinoa por su textura suave al momento de consumirlo, este efecto se logra por la grasa utilizada en la formulación; hay un retraso en la gelatinización del almidón y una desnaturalización del gluten. Un pan con una corteza firme que es característico de la caramelización de los azúcares residuales en la superficie después del proceso de fermentación, un olor fuerte y agradable que el azúcar ayudó a intensificar y de la harina de amaranto. El color también fue característico por la variedad de harina que se utilizó en la sustitución.

Para tener una mejor percepción de la textura y miga del pan tipo bollo es recomendable que al momento de hacer la evaluación sensorial los panelistas cuenten con el apoyo de un cuchillo de sierra y puedan realizar un corte limpio por la mitad; así les puede ayudar a tener una mejor visibilidad del efecto que se obtuvo al reducirle porcentualmente el gluten, si la miga que se desarrolló adecuadamente o si se desmiga por un exceso de cocción, a una masa con demasiada harina o a una temperatura del horno demasiado elevada.

La formulación con mayor aceptación también tiene un incremento en su valor proteico. Si vemos el análisis de bromatología del anexo 5 las propuestas con sustitución parcial de la harina de garbanzo presentan en su totalidad un incremento de valor proteico versus la harina de trigo, las propuestas de harina de quinoa en las sustituciones de 15 %, 20 % y 25 % presentan un incremento de valor proteico versus la harina de trigo y las propuestas de harina de amaranto en las sustituciones de 20 % y 25 % presentan un incremento de valor proteico versus la harina de trigo.

Para todas las pruebas hedónicas se realizó un análisis de varianza en donde se concluye que no todas las proporciones son iguales y que el factor influye en las diferencias de cada muestra. También se puede realizar una prueba dúo-trío entre dos propuestas de sustitución porcentual y colocamos como referencia la formulación con mayor aceptación con niveles de significancia del 5 %, 1 % y 0.1 % para poder obtener diferencias más significativas en el análisis sensorial. Esta prueba es otra forma de verificar si dos productos se perciben iguales.

Para el cálculo de rentabilidad se consideran gastos fijos con un valor de total de Q. 328.08, un activo de mobiliario y equipo con un valor total de Q. 8,164.00, los precios de referencia de compra de la materia prima varían según el lugar de compra o por el volumen de compra. Se tienen costos por unidad de bollo producido de: Q. 0.0967 de mano de obra y Q. 0.18 de costos fijos unidad de bollo. Se produjeron 140 unidades por cada formulación propuesta. También se consideró un 30 % de margen de utilidad para poder determinar el precio de venta al consumidor final.

Entre más unidades de bollos se produzcan, la rentabilidad se incrementará. El valor de los activos de mobiliario y equipo se mantienen, los costos de mano

de obra y los costos fijos por unidad producida se mantienen y el único dato que tendría variación sería la utilidad neta. Si vemos las tablas XXII, XXIII y XXIV de las propuestas de sustitución porcentual de harina de trigo por las harinas de garbanzo, quínoa y amaranto son rentables. Esto quiere decir que por cada quetzal invertido se obtuvo una rentabilidad deseada.

CONCLUSIONES

1. Las propuestas de formulación presentan un incremento de valor proteico versus la formulación base. Tanto el alimento, como la muestra seca, a excepción de las formulaciones del 10 % y 15 % de harina de amaranto y de 10 % de harina de quinoa. El incremento proteico mínimo obtenido fue 11.34 % con la formulación del 15 % de sustitución de harina de quinoa y el máximo obtenido fue de 17.98 % con la formulación del 25 % de sustitución de harina de garbanzo.
2. Se obtuvo una mayor aceptación a través de escala hedónica de 5 puntos con la formulación del 20 % de harina de quinoa en donde destacaron una corteza firme y un olor fuerte y agradable.
3. Las propuestas de sustitución porcentual de harina de trigo por las harinas de garbanzo, quinoa y amaranto son rentables y dicha rentabilidad se incrementa a medida que se hacen más unidades de pan. La rentabilidad mínima obtenida fue del 0.3365 con la formulación del 10 % de sustitución de harina de amaranto y la máxima obtenida fue 1.0480 con la formulación del 25 % de sustitución de harina de quinoa.

RECOMENDACIONES

1. Realizar el análisis sensorial con un número mayor de muestras; con la finalidad de poder contar con datos más significativos.
2. Determinar si el proceso de molienda de los distintos granos propuestos es más rentable que adquirir la harina procesada. Con la finalidad de poder reducir los costos de producción por unidad de bollo y hacer aún más rentables las formulaciones propuestas.
3. Evaluar la biodisponibilidad proteica a través de estudios con ratas para obtener datos más exactos del beneficio de agregar estas harinas al pan.
4. Realizar un análisis sensorial para comparar la muestra del pan tipo bollo con harina 100 % de trigo y la propuesta de la formulación con 20 % con harina de quínoa para determinar la aceptabilidad del consumidor final.

REFERENCIAS

1. Aguilar Raymundo, V. G., y Vélez Ruiz, J. F. (2013). Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (*Cicer arietinum L.*). *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(2), 25 - 34.
2. Altuve, G. y José, G. (2014). Rentabilidad de la variable activo corriente o circulante. *Actualidad contable faces*, 17(29), 1- 14.
3. Alvarado, L., Moreira, J. P. y Chocó, J. A. (2014). Correlación clínica entre los diferentes parámetros antropométricos y bioquímicos en pacientes con obesidad. *Revista de Medicina Interna de Guatemala*. 18(03),1-6. Recuperado de <http://bibliomed.usac.edu.gt/revistas/revmedi/2014/18/3/02.pdf>
4. Análisis sensorial de alimentos (julio, 2014). *PADI Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI*, 2(3), 20-24. Recuperado de <https://repository.uaeh.edu.mx/revistas/index.php/icbi/issue/view/27>
5. Ballat, M. F. (2014). *Desarrollo de un producto de panificación mediante harina compuesta de trigo, mandioca y soja*. (Tesis de maestría). Pamplona, España. Universidad Pública de Navarra. Recuperado de <https://academica-e.unavarra.es/xmlui/handle/2454/13723>

6. Barreto Martinez, M. (2015). *Elaboración de un pan gourmet a base de harina de garbanzo y trigo; incorporando albahaca con cualidades nutritivas mejoradas*. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Mexico. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/7677>
7. Borja Monar, E. G. (2018). *Evaluación de la calidad nutricional de diferentes formulaciones a base de las harinas de trigo (*Triticum aestivum*), quinua (*Chenopodium quínoa*) y oca (*Oxalis tuberosa*) y su utilización en la elaboración de panecillos*. (Tesis de licenciatura) Universidad Estatal de Bolívar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Recursos Naturales y del Ambiente, Bolivia. Recuperado de <http://dspace.ueb.edu.ec>
8. Bravo, J., Pérez, J. (2016). Evaluación del grado de sustitución de harina de avena (*Avena sativa*) y harina de hoja de quinua (*Chenopodium quinoa*) para formular una galleta enriquecida. *Ingeniería: Ciencia, Tecnología e Innovación volumen 3/N° 2, ISSN: 2313-1926*.
9. Deza Montoya, D. P. (2018). *Rendimiento y calidad de la quinua (*Chenopodium quinoa*) con dos densidades de siembra y dos sistemas de fertilización en condiciones de La Molina*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria La Molina, Facultad de Agronomía, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/3222>
10. Díaz Salcedo, R. O. (2013). *Evaluación de la fermentación acidoláctica de la masa para productos de panificación con inclusión de quinua (*Chenopodium quinoa Willd*)* (Tesis de maestría). Universidad

Nacional de Colombia, Colombia. Recuperado de <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/20060>

11. Dixit, A. (marzo, 2015). Alimentarse mejor: la labor de Guatemala para controlar la doble carga de la malnutrición. *Boletín del OIEA*, (9), 8-9.
12. Donoso, S. (diciembre, 2014). Determinación de Deterioro de Lípidos en Alimentos. *Revista de la Facultad de Ciencias Químicas*, (8), 24 - 27
13. Espitia-Rangel, E., Villaseñor-Mir, H. E., Martínez-Cruz, E., Santa-Rosa, R. H., Lozano-Grande, A., y Limón-Ortega, A. (2017). Análisis de la estabilidad del volumen del pan de trigo harineros (*Triticum aestivum* L.) mexicanos de secano. *Agrociencia*, 51(7), 743 – 754.
14. González Regueiro, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., y Vila, S. (2014). *Introducción al Análisis Sensorial: Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros*. (Tesis de licenciatura). Instituto de Educación Secundaria IES de Mugaros, España. Recuperado de <http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>
15. Hoyos, D. y Palacios, A. G. (2015). *Utilización de harinas compuestas de maíz y garbanzo adicionadas con fibra de cáscara de piña para la sustitución de harina de trigo en productos de panificación*. (Tesis de licenciatura). Universidad del Valle, Colombia. Recuperado de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/handle/10893/8889>

16. Ibarra Atanacio, K. J. (2017). *Evaluación de la aceptabilidad de las galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum astivum*) por harinas de chía (*Salvia hispánica* L) y haba (*Vicia faba*) mediante optimización por diseño de mezclas*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo, Perú. Recuperado de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/1951>
17. Inungaray, M. L. C., y Reyes, A. (enero – junio, 2013). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Biológicas y Agropecuarias: CIBA*, 2(3), 3–24. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5063620>
18. Jiménez-Vera, V., Ortiz Quintero, L. A., y Martínez-Manrique, E. (2018) *Desarrollo de una Formulación para Elaborar un Bollo para Hamburguesa Complementado con Harina Integral de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus* L). Aportaciones a las Ciencias Alimentarias*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. México. Recuperado de https://repositorio.unam.mx/contenidos/elaboracion-de-un-bollo-para-hamburguesa-complementado-con-harina-integral-de-amaranto-amaranthus-hypochondriacus-414345?c=r3QZAY&d=false&q=*&i=1&v=1&t=search_0&as=0
19. León G., R. (2014). *Respuesta del cultivo de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) línea mutante La Molina 89-77 a tres regímenes de riego en condiciones de La Molina*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú. Recuperado de <http://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/UNALM/1387>

20. López, L., Amarilia, A., y Urbina Castillo, K. Y. (2015). *Formulación, evaluación nutricional y sensorial del pan de molde integral enriquecido con quinua (Chenopodium quinoa), cañihua (Chenopodium pallidicaule) y chia (Salvia hispánica l.)*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional del Santa, Perú. Recuperado de <http://repositorio.uns.edu.pe/handle/UNS/1982>
21. Melgar, G. (Noviembre, 2014). Estado actual de los factores de riesgo Cardiovascular en población general en Guatemala. *Revista Guatemalteca de Cardiología*, 24(1), 53-58.
22. Ministerio de Trabajo y Prevención Social (2021). *Salario Mínimo 2021*. Autor. Recuperado de <https://www.mintrabajo.gob.gt/>
23. Monar, F. M. G., Cadena, J. P. T., y Martínez, L. V. Y. (diciembre, 2016). Valor Nutricional de las galletas a base de Amaranto y Quinoa asociado a la aceptabilidad de Microbiológica. *Revista Caribeña de Ciencias Social*. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/348619332_valor_nutricional_de_las_galletas_a_base_de_amaranto_y_quinoa_asociado_a_la_aceptabilidad_microbiologica_Para_citar_esto_articulo_puedes_utilizar_el_siguiete_formato/link/6007ad0d92851c13fe23aba6/download
24. Montero-Quintero, K. C., Moreno-Rojas, R., Molina, E. A., Colina, M. S., y Sánchez-Urdaneta, A. B. (julio, 2015). Evaluación de panes enriquecidos con amaranto para regímenes dietéticos. *Interciencia*, 40(7), 473 – 478.

25. Morillo, M. (junio, 2011). Rentabilidad financiera y reducción de costos. *Actualidad contable FACES*, 4(4), 35-48.
26. Norma del CODEX para determinadas legumbres CODEX STAN 171-1989 (Rev. 1-1995). Recuperado de <http://www.fao.org/3/a1392s/a1392s.pdf>
27. Norma del CODEX para la harina de trigo CODEX STAN 152-1985. Recuperado de http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?Ink=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252FStandards%252FCXS%2B152-1985%252FCXS_152s.pdf
28. Norma del CODEX para la harina de trigo y sémola de maíz sin germen CODEX STAN 155-1985. Recuperado de http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/155-1995.PDF
29. Palomino, A., y Danny, H. (2015). *Evaluación de las propiedades físicas, químicas y organolépticas del pan tipo molde enriquecido con harina de quinua (*Chenopodium quinua willd*) y chia (*Salvia hispanica l.*)*. (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional José María Arguedas, Perú. Recuperado de https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/UNAJ_afbfc090f1d804b19bbcb804aca5a4ab
30. Peeples Onofre, M. D. L., Lara, F., Olivia-Asesor, L., Mendoza, B., y Carbó, A. (2017). *Elaboración de un Producto de Panificación con Sustitución Parcial de Harina de Trigo por Harina de Soya Para*

Incrementar el Contenido Protéico. (Tesis de licenciatura). Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, Mexico. Recuperado de <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/123456789/42306/K%2064822%20MAR%C3%8DA%20DE%20LA%20LUZ%20PEEPLES%20ONOFRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

31. Peralta, I., Mazón, N., Murillo, I., y Rodríguez Ortega, D. G. (2014). *Manual agrícola de granos andinos: Chocho, quinua, amaranto y ataco. Cultivos, variedades, costos de producción.* Recuperado de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/2418>.
32. Tirado, D. F., Montero, P. M., y Acevedo, D. (2015). Estudio comparativo de métodos empleados para la determinación de humedad de varias matrices alimentarias. *Información tecnológica*, 26(2), 03-10.
33. Torres Alberca, M. R. (2015). *Elaboración y Evaluación Nutricional de un Cupcake a base de harina de Achira (Canna_ edulis) fortificado con harina de Garbanzo (Cicer arietinum l) y Papaya (Carica papaya).* (Tesis de licenciatura). Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador. Recuperado de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/4024>
34. Villafranca, R. R., y Ramajo, L. R. Z. (2013). *Métodos estadísticos para Ingenieros.* España: Editorial Universitat Politècnica de València.

APÉNDICES

Apéndice 1. Formulación de prueba hedónica para panelistas expertos

PRUEBA HEDÓNICA PARA UN PAN TIPO BOLLO

TIPO DE HARINA: _____



Nombre: _____ Edad: _____

Instrucciones:

1. Beba un poco de agua.
2. Se le proporcionara 4 muestras distintas que debe evaluar según escala adjunta.
3. Registre su evaluación en los casilleros correspondientes.



Le disgusta mucho

1



Le disgusta un poco

2



Ni le gusta ni le disgusta

3



Le gusta un poco

4



Le gusta mucho

5

Muestra No. _____

Apariencia ¿Qué le cambiaría a la apariencia? _____

Textura ¿Qué le cambiaría a la textura? _____

Sabor ¿Qué le cambiaría al sabor? _____

Olor ¿Le cambiaría algo del olor? _____

4. Beba un poco de agua (enjuague la boca).

5. Pruebe la segunda muestra, evaluela y registre su evaluación.

Muestra No. _____

Apariencia ¿Qué le cambiaría a la apariencia? _____

Textura ¿Qué le cambiaría a la textura? _____

Sabor ¿Qué le cambiaría al sabor? _____

Olor ¿Le cambiaría algo del olor? _____

Continuación apéndice 1.

6. Beba un poco de agua (enjuaguese la boca).

7. Pruebe la tercera muestra, evaluela y registre su evaluación.

Muestra No. _____

Apariencia ¿Qué le cambiaría a la apariencia? _____

Textura ¿Qué le cambiaría a la textura? _____

Sabor ¿Qué le cambiaría al sabor? _____

Olor ¿Le cambiaría algo del olor? _____

8. Beba un poco de agua (enjuaguese la boca).

9. Pruebe la tercera muestra, evaluela y registre su evaluación.

Muestra No. _____

Apariencia ¿Qué le cambiaría a la apariencia? _____

Textura ¿Qué le cambiaría a la textura? _____

Sabor ¿Qué le cambiaría al sabor? _____

Olor ¿Le cambiaría algo del olor? _____

De las 4 muestras evaluadas, ¿Cuáles serían las dos con mejor aceptación? Y ¿Por qué?

¡Muchas gracias!

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Formulación de prueba hedónica para consumidores finales

PRUEBA HEDÓNICA PARA UN PAN TIPO BOLLO

TIPO DE HARINA: _____



Nombre: _____ Edad: _____



Instrucciones:

1. Beba un poco de agua.
2. Pruebe la primera muestra, evalúela utilizando para ello la escala que se adjunta.
3. Registre su evaluación en los casilleros correspondientes.

Muestra No. _____

| | | | |
|------------|----------------------|------------------------------------|-------|
| Apariencia | <input type="text"/> | ¿Qué le cambiaría a la apariencia? | _____ |
| Textura | <input type="text"/> | ¿Qué le cambiaría a la textura? | _____ |
| Sabor | <input type="text"/> | ¿Qué le cambiaría al sabor? | _____ |
| Olor | <input type="text"/> | ¿Le cambiaría algo del olor? | _____ |

4. Beba un poco de agua (enjuague la boca).
5. Pruebe la segunda muestra, evalúela y registre su evaluación.

Muestra No. _____

| | | | |
|------------|----------------------|------------------------------------|-------|
| Apariencia | <input type="text"/> | ¿Qué le cambiaría a la apariencia? | _____ |
| Textura | <input type="text"/> | ¿Qué le cambiaría a la textura? | _____ |
| Sabor | <input type="text"/> | ¿Qué le cambiaría al sabor? | _____ |
| Olor | <input type="text"/> | ¿Le cambiaría algo del olor? | _____ |

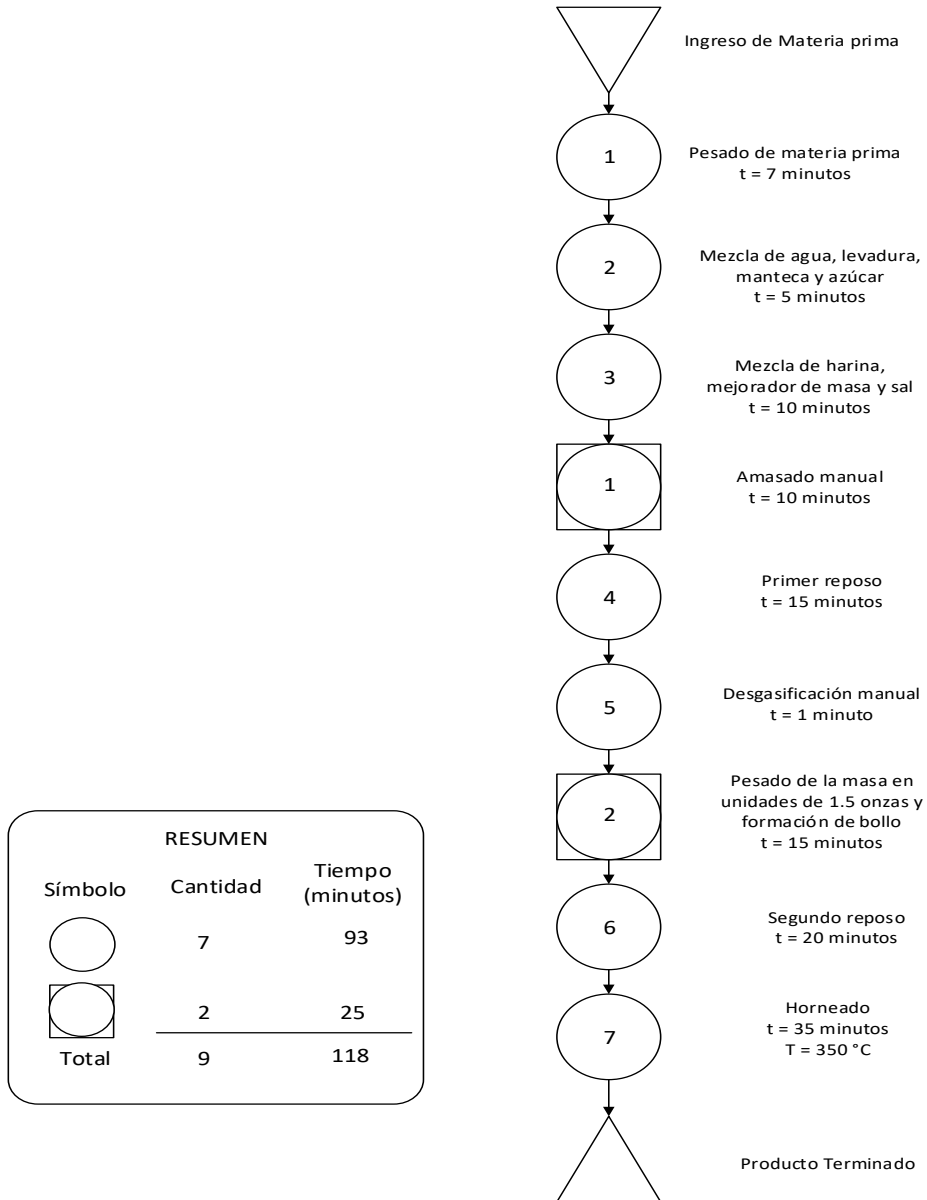
¿Cuál de las dos muestras le gusta más? Y ¿Por qué?

¡Muchas gracias!

Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. Diagrama de proceso de la elaboración de un pan tipo bollo

| DIAGRAMA DE PROCESO ELABORACIÓN DE UN PAN TIPO BOLLO | | |
|---------------------------------------------------------|---------------|----------------|
| ELABORADO POR: | Güisel García | DIAGRAMA No: 1 |
| FECHA DE ELABORACIÓN: | Marzo/2019 | VERSIÓN: 1A |
| TERMINO DEL DIAGRAMA: | Producción | HOJA: 1 / 1 |



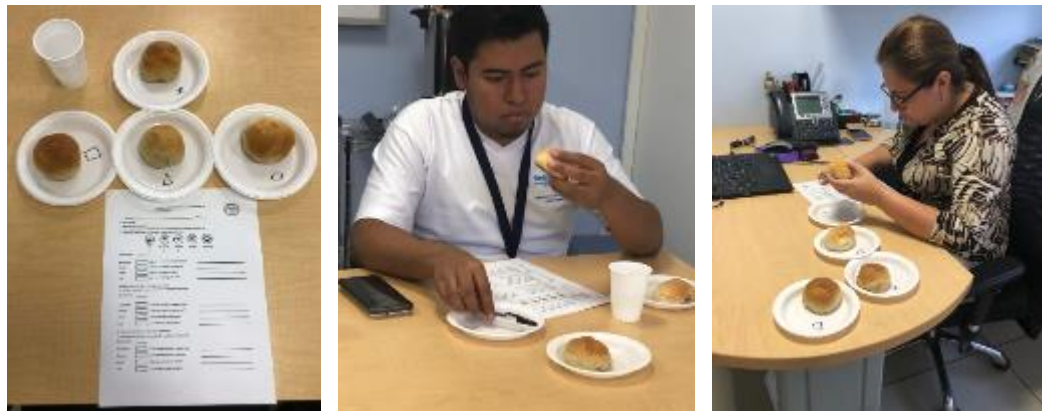
Fuente: elaboración propia.

Apéndice 4. **Proceso de elaboración**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 5. **Prueba hedónica con panelistas expertos**



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 6. Prueba hedónica con consumidores finales



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 7. Apariencia de masas de las distintas harinas



Garbanzo

Quínoa

Amaranto

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo 1. Análisis bromatológicos



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal Solicitado por:

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS

OSIEL SANCIA Dirección CIUDAD GUATEMALA No. 282

Fecha de recibida la muestra: 11-02-2019 Fecha de realización: DEL 11 AL 12-02-2019



Edificio M6, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 161
E-mail: bromato001@yahoo.es

| Reg. | Descripción de la muestra | BASE | Agua % | H.S.T. % | E.E. % | F.C. % | PROTEINA % | Carbón % | E.L.R. % | Calcio % | Fósforo % | F.A.S. % | F.N.D. % | Lipidos % | Dig. En BSH % | A.S.L. % | TND % | E.D. Mcal/Kg |
|------|---------------------------|---------------|--------|----------|--------|--------|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---------------|----------|-------|--------------|
| 003 | SEMEN | SECA | 25.56 | 74.61 | 7.39 | 0.94 | 10.00 | 0.20 | 24.11 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 0.90 | 0.87 | 11.20 | 1.04 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | SECA | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SECA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | COMO ALIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | SECA | | | | | | | | | | | | | | | | |
| | | COMO ALIMENTO | | | | | | | | | | | | | | | | |

OBSERVACIONES:

Calcular resultados fueron elaborados en base a humedad seca 100% y fresco. Se provide la producción por litro y total de cada litro, para mayor información comuníquese al teléfono 24188307.

T. L. Hans A. Hoya R.
Laboratorista

Lic. Miguel Angel Sandoval
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2019/082
15/03/19



Continuación anexo 1.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M5, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 13
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 161
Email: bromato300@yahoo.es

Solicitado por: **SUZEL GARCÍA** Dirección: **Ciudad Guatemala** No. **115**
Fecha de recibir la muestra: **18-03-2019** Fecha de realización: **DEL 18 AL 22-03-2019**

| Reg. | Descripción de la muestra | BASE | Agua % | H.S.V. % | E.E. % | F.C. % | PROTEINA % | Carbohidratos % | E.L.N. % | Calcio % | Fósforo % | F.A.D. % | F.N.D. % | Lípidos % | Dig. En KOH % | A.G.L. % | TND % | E.D. Mcal/Kg |
|------|---------------------------|---------------|--------|----------|--------|--------|------------|-----------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---------------|----------|-------|--------------|
| 206 | 100% TRIGO 10% SARRAJO | SECA | 22.84 | 77.16 | 8.85 | 3.28 | 25.32 | 2.82 | 81.28 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.87 | 3.28 | 17.98 | 2.78 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 207 | 80% TRIGO 20% SARRAJO | SECA | 24.38 | 75.62 | 8.85 | 3.21 | 22.73 | 2.74 | 82.74 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.88 | 3.42 | 17.13 | 2.87 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 208 | 60% TRIGO 40% SARRAJO | SECA | 28.76 | 71.24 | 8.45 | 4.32 | 21.86 | 2.87 | 82.28 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.73 | 3.88 | 18.37 | 2.81 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 209 | 40% TRIGO 60% SARRAJO | SECA | 31.84 | 68.16 | 8.23 | 3.32 | 18.58 | 2.45 | 85.47 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.43 | 3.12 | 14.75 | 1.98 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Observaciones: **INDICE REACTIVO FUERTE CALCULADO EN BASE A MATERIAL SECA TOTAL Y TRIGO. SE PROFITA LA PROTEINA PORQUE A LO LARGO DE ESTE INFORME, PARA MAYOR INFORMACIÓN CONSULTAR EN EL ANEXO 24188307.**

T. L. José A. Mirales S.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2019/119
28/03/19



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M5, 2º Nivel, Ciudad Universitaria zona 13
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 161
Email: bromato300@yahoo.es

Solicitado por: **SUZEL GARCÍA** Dirección: **Ciudad Guatemala** No. **561**
Fecha de recibir la muestra: **11-03-2019** Fecha de realización: **DEL 11 AL 13-03-2019**

| Reg. | Descripción de la muestra | BASE | Agua % | H.S.V. % | E.E. % | F.C. % | PROTEINA % | Carbohidratos % | E.L.N. % | Calcio % | Fósforo % | F.A.D. % | F.N.D. % | Lípidos % | Dig. En KOH % | A.G.L. % | TND % | E.D. Mcal/Kg |
|------|---------------------------|---------------|--------|----------|--------|--------|------------|-----------------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---------------|----------|-------|--------------|
| 108 | 100% TRIGO 10% SARRAJO | SECA | 28.42 | 71.58 | 8.71 | 3.48 | 18.34 | 2.73 | 85.81 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.18 | 3.21 | 18.23 | 1.92 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 109 | 80% TRIGO 20% SARRAJO | SECA | 28.82 | 71.18 | 8.65 | 3.27 | 17.28 | 2.78 | 78.75 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.24 | 3.18 | 12.41 | 1.94 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 101 | 60% TRIGO 40% SARRAJO | SECA | 33.47 | 66.53 | 8.78 | 3.37 | 18.28 | 2.38 | 73.34 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.13 | 3.23 | 13.34 | 1.81 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| 102 | 40% TRIGO 60% SARRAJO | SECA | 34.82 | 65.18 | 8.81 | 3.33 | 14.74 | 2.21 | 74.58 | — | — | — | — | — | — | — | — | — |
| | | COMO ALIMENTO | — | — | 8.42 | 3.41 | 12.35 | 1.79 | — | — | — | — | — | — | — | — | — | — |

Observaciones: **INDICE REACTIVO FUERTE CALCULADO EN BASE A MATERIAL SECA TOTAL Y TRIGO. SE PROFITA LA PROTEINA PORQUE A LO LARGO DE ESTE INFORME, PARA MAYOR INFORMACIÓN CONSULTAR EN EL ANEXO 24188307.**


T. L. Irma A. Hoya R.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Rodenas
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2019/081
15/03/19




Continuación anexo 1.



Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia
Escuela de Zootecnia
Unidad de Alimentación Animal

FORMULARIO BROMATO 7 INFORME DE RESULTADO DE ANÁLISIS



Edificio M8, 2° Nivel, Ciudad Universitaria zona 12
Ciudad de Guatemala
Teléfono: 24188307 Teléfono: 24188307 ext. 181
E-mail: bromato2005@usac.gm

Unidad de Alimentación Animal

Fecha de recepción de muestra: **18-03-2019.**

WISSEL GARCÍA Dirección

Ciudad, Guatemala, No. 091

Fecha de redacción: **DEL 18 AL 22-03-2019.**


| Reg. | Descripción de la muestra | BASE | Agua % | H.E.T. % | E.E. % | F.C. % | PROTEINA % | Carbón % | E.L.N. % | Calcio % | Fósforo % | F.A.S. % | F.N.S. % | Lípidos % | Dig. En RDN % | A.S.L. % | TND % | E.D. Mod/Ng |
|------|---------------------------|------|--------|----------|--------|--------|------------|----------|----------|----------|-----------|----------|----------|-----------|---------------|----------|-------|-------------|
| 168 | 80% TRIGO 20% ARROZADO | SECA | 10.80 | 75.02 | 0.99 | 0.07 | 15.75 ✓ | 0.04 | 10.11 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | COMO ALIMENTO | --- | --- | --- | --- | 7.12 | 0.03 | 13.28 ✓ | 0.12 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 170 | 80% TRIGO 20% ARROZADO | SECA | 10.24 | 75.14 | 0.28 | 0.05 | 15.12 ✓ | 0.02 | 10.04 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | COMO ALIMENTO | --- | --- | --- | --- | 0.07 | 0.04 | 11.41 ✓ | 1.00 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 171 | 80% TRIGO 20% ARROZADO | SECA | 10.05 | 75.35 | 0.42 | 0.07 | 14.17 | 0.08 | 10.08 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | COMO ALIMENTO | --- | --- | --- | --- | 7.00 | 0.07 | 10.00 | 1.00 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 172 | 80% TRIGO 20% ARROZADO | SECA | 10.01 | 73.87 | 0.21 | 0.14 | 10.00 | 0.07 | 10.00 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| | COMO ALIMENTO | --- | --- | --- | --- | 0.79 | 0.10 | 0.02 | 1.01 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

OBSERVACIONES:
Todos resultados fueron obtenidos en base y materia seca total y fresca. Se permite la producción parcial o total de sus lactantes, para mayor información comunicarse al teléfono (069000).

T. L. HANA A. HOYO R.
Laboratorista

Lic. Miguel Ángel Pacheco
Jefe Laboratorio de Bromatología

Resultados 2019/091
22/03/19



Fuente: Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Zootecnia (2019). *Informe de resultado de Análisis Bromatológico.*