



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y**  
**BIOTECNOLOGÍA**



**CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**

---

**TEMA: DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y TIEMPO DE VIDA ÚTIL DE UNA MASA PARA PIZZA ELABORADA A PARTIR DE CULTIVOS ANDINOS Y RESIDUOS AGROINDUSTRIALES**

---

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Este Trabajo de Titulación forma parte del Proyecto “Desarrollo de productos alimenticios libres de trigo y gluten a partir de cultivos andinos infrutilizados y residuos agroindustriales”, financiado por SENESYT mediante la Convocatoria INÉDITA 2018 y coordinado por Mirari Arancibia, Ph.D.

**AUTOR:** Diego Xavier Guanoluisa Chasi

**TUTOR:** Ing. M. Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

**Ambato – Ecuador**

**Septiembre 2020**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

**Ing. M. Sc. Diego Manolo Salazar Garcés**

### **CERTIFICA:**

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizado la presentación de éste Trabajo de titulación, modalidad Proyecto de investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grado de la Facultad.

Ambato, 08 de octubre de 2020

Ing. M. Sc. Diego Manolo Salazar Garcés

CI: 1803124294

TUTOR

## **DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD**

Yo, Diego Xavier Guanoluisa Chasi, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Trabajo de Titulación, previo la obtención del título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Diego Xavier Guanoluisa Chasi

CI: 0503554800

AUTOR

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, el miso que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Presidente del Tribunal

Dr. Homero Vargas

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

Cl: 050187395-4

Lic. MSc. Danae Fernández Rivero

Cl: 175718120-9

Ambato, 8 de octubre de 2020

## **DERECHOS DE AUTOR**

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reducción no suponga ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



Diego Xavier Guanoluisa Chasi

CI: 0503554800

AUTOR

## **DEDICATORIA**

A Dios y la Virgen María por cada plegaria y petición escuchada, por cada vez que me he sentido solo, he encontrado paz y consuelo en una oración.

A mis padres (Segundo Y María), quienes nunca dejaron de creer en mí y me apoyaron para alcanzar este sueño, aun a pesar de todas las veces que falle, quienes con sus consejos y ejemplo me enseñaron el valor de la honestidad, respeto, lealtad, humildad, y principalmente el valor que tiene ser responsable y trabajar duro.

A mis hermanos y hermana (Luis, Cesar, Holguer, Erika, Klever), quienes siempre estuvieron dispuestos a apoyarme, ya sea con sus consejos o su tiempo, a quienes respeto y valoro.

## AGRADECIMIENTOS

A mi madre, quien me despertaba todos los días, y siempre esperaba mi llegada, quien todas las mañanas se preocupaba porque me sirviera cualquier alimento, quien siempre con su abrazo me daba fuerzas para afrontar cada día.

A mi padre, quien se sacrificó trabajando todos estos años para apoyarme a cumplir mi sueño, quien siempre estuvo dispuesto a apoyarme, quien me enseñó a trabajar duro.

Al grupo de investigación G+ Biofood and Engineering, por la oportunidad de formar parte de este gran proyecto y permitirme conocer y aprender aún más poniendo en práctica mis conocimientos.

Al mi tutor, Ing. M.SC Diego Salazar, por ser un ejemplo a seguir como persona y profesional, por ser uno de los docentes más apasionados y dedicados en sus clases y principalmente por toda la paciencia y todo el tiempo que ha invertido para que este proyecto culmine.

A mis amigos Saúl, Viviana, Mary, Karla, Pollo y Eve, con quienes he compartido tantos momentos difíciles y sobre todo momentos de felicidad, quienes siempre estuvieron dispuestos a ayudarme, soportaron mi forma de ser y fueron mi compañía durante todos estos años.

A Landy, una gran compañera y amiga, de quien he aprendido lo importante de la honestidad y alegría, quien a pesar de su mal humor siempre me daba palabras de aliento, me escuchaba e intentaba darme un consejo, con quien conocí nuevos lugares, llenos de arte, cultura y tradición, y a quien estimó mucho.

Un especial agradecimiento a Erika Andrade (Viko), mi amiga inseparable, quien me escuchaba, aconsejaba y sobre todo nunca tuvo miedo a decirme las cosas de frente, con quien hemos reído, peleado, sufrido, y llorado en todo momento, además con quien he formado una gran amistad, y espero siempre tener su amistad.

## ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD.....	iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO .....	iv
DERECHOS DE AUTOR.....	v
DEDICATORIA .....	vi
AGRADECIMIENTOS .....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE IMÁGENES .....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
RESUMEN.....	xi
SUMARY.....	xii
CAPÍTULO I.....	1
EL PROBLEMA .....	1
1.1. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	1
1.2. JUSTIFICACIÓN.....	1
1.3. OBJETIVOS .....	2
CAPITULO II .....	3
MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Antecedentes investigativos .....	3
2.2. Hipótesis.....	7
2.3. Señalamiento de variable de la hipótesis.....	7
CAPITULO III.....	8
MATERIALES Y MÉTODOS .....	8
3.1. Materiales.....	8
3.2. Obtención de la harina.....	8
3.3. Elaboración de masa para pizza .....	8
3.4. Determinación de compuestos bioactivos .....	10
3.5. Determinación del tiempo de vida útil .....	11
CAPITULO IV .....	12
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	12
4.1. Análisis y discusión de resultados.....	12
CAPITULO V .....	20



CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	20
5.1. Conclusiones .....	20
BIBLIOGRAFÍA.....	21
ANEXOS.....	26

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.- Análisis proximal de las muestras de harina de cultivos andinos.....	5
Tabla 2. Formulaciones desarrolladas para cada masa de pizza y sus respectivos controles.....	9
Tabla 3. Contenido de polifenoles en $\mu\text{g}$ Ácido gálico/g de muestra.....	14
Tabla 4. Resultados de conteo microbiológico en masas para pizza.....	17
Tabla 5. Tiempo de vida útil en masas de pizza por el modelo de Monod – Hinshelwood (aerobios mesófilos).....	18
Tabla 6. Materiales Directos e indirectos para masas de pizza .....	28
Tabla 7. Costos de los equipos requeridos para el procesamiento de masas para pizza .....	29
Tabla 8. Costos de insumos básicos para el procesamiento de masas para pizza .....	29
Tabla 9. Costos de personal para el procesamiento de masas para pizza.....	29
Tabla 10. Inversión estimada para la elaboración de masas para pizza pre-cocidas con tubérculos andinos y residuos agroindustriales.....	29
Tabla 11. Balance de materia para masas de pizza P1 .....	31
Tabla 12. Pesos de cada operación de elaboración de masas de pizza P1.....	31
Tabla 13. Balance de materia para masas de pizza P2 .....	32
Tabla 14. Pesos de cada operación de elaboración de masas de pizza P2.....	32

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Desarrollo del Método Folin-Ciocalteu. ....	10
Figura 2. Contenido de polifenoles en $\mu\text{g}$ Ácido gálico/ g de muestra .....	15

## ÍNDICE DE IMÁGENES

Imagen 1. Amasado.....	13
Imagen 3. Masa de pizza (P2) en funda plástica .....	13
Imagen 5. Masas de pizzas precocidas en horno a Gas.....	13

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo A. Diagrama De Proceso de elaboración de masas para pizza .....	26
Anexo B. Calculo de vida útil según el Modelo de Monod – Hinshelwood.....	27
Anexo C. Costo para elaboración de masas para pizza .....	28
Anexo D. Balance de materia para masas de pizza.....	31

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Modelo de Monod – Hinshelwood.....	11
--	----

## RESUMEN

En la actualidad, la industria alimentaria se enfoca no solo en proporcionar a sus clientes productos nutritivos, gustosos al paladar, rápidos y de fácil preparación, también buscando cubrir las necesidades que tienen pequeños grupos, como los intolerantes al gluten, estos consumidores han manifestado la dificultad de encontrar productos de panadería libre de gluten. En este sentido, el presente trabajo de investigación se desarrolla con la finalidad de aprovechar cultivos andinos infrautilizados y residuos generados por la industria bananera (plátano de rechazo), para generar una alternativa de consumo, proporcionando una masa para pizza pre-cocida libre de gluten, con harina de achira (*Canna edulis*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), papa china (*Colocasia esculenta*), chocho (*Lupinus mutabilis*) y harina de plátano. Se obtuvieron dos formulaciones, las cuales incluyeron harina de cultivos andinos, harina de plátano, levadura, agua, huevo, margarina/aceite, sal, azúcar y goma xantan. En la masa para pizza P1 (masa para pizza con harina de cultivos andinos infrautilizados y margarina) y P2 (masa de pizza con harina de cultivos andinos infrautilizados y aceite) se obtuvo un contenido de polifenoles totales de 4.6 y 4.8 microgramo Equivalentes Ácido gálico/gramo respectivamente, mientras el tiempo de vida útil estimado se encuentra alrededor de 52-70 días según el modelo matemático de Monod – Hinshelwood, con ausencia en el recuento de aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras a los 30 días de almacenamiento en congelación. El costo para 200 gramo aproximado fue de 2,19 USD y 2,34 USD para P1 y P2 respectivamente

**Palabras clave:** Cultivos Andinos, Tubérculos Andinos, Compuestos Bioactivos, vida útil de alimentos, Nutrición, Pizzas, Residuos agroindustriales.

## SUMMARY

Currently, the food industry is focusing not only on providing its customers with nutritious, tasty products on the palate, quick and easy-to-prepare foods, where it also seeks to cover the needs of small groups, such as gluten intolerant, this consumer has expressed the difficulty of finding gluten-free bakery products. In this sense, this research work is carried out in order to take advantage of under-utilized Andean crops and the residues generated by the banana industry (reject banana), to generate an alternative for consumption in the bakery sector, providing a dough for gluten-free pre-cooked pizza with achira flour (*Canna edulis*), mashua (*Tropaeolum tuberosum*), oca (*Oxalis tuberosa*), white carrot (*Arracacia xanthorrhiza*), Chinese potato (*Colocasia esculenta*), chocho (*Lupinus mutabilis*) and flour of banana. Two formulations were obtained, which included flour from Andean crops, banana flour, yeast, water, egg, margarine / oil, salt, sugar and xanthan gum. In pizza dough P1 (pizza dough with flour from Andean crops underused and margarine) and P2 (pizza dough with flour from Andean crops underused and oil), total polyphenol content of 4.6 and 4.8 microgram acid. Gallic equivalents/gram respectively, while the estimated useful life is around 52-70 days according to the mathematical model of Monod - Hinshelwood, with absence in the count of mesophilic, coliform, mold and yeast aerobes was obtained at 30 days freezer storage. The cost for approximate 200g was 2.19 USD and 2.34 USD for P1 and P2 respectively.

**Key words:** Andean Crops, Andean Tubers, Bioactive Compounds, food shelf life, Nutrition, Pizzas, Agro-industrial waste.

# CAPÍTULO I

## EL PROBLEMA

### 1.1. TEMA DE LA INVESTIGACIÓN

Determinación de los compuestos bioactivos y el tiempo de vida útil de una masa para pizza elaborada a partir de cultivos andinos y residuos agroindustriales.

### 1.2. JUSTIFICACIÓN

El trigo es el cereal que más se consume en el mundo, tanto en harina como en todos sus derivados (Asghar, Anjum, Butt, Tariq, & Hussain, 2007). Este cereal contiene 80% de proteínas, compuestas principalmente por el denominado gluten, que en realidad es un complejo compuesto de gliadina perteneciente a las prolaminas y glutenina (Paz & Pesantez, 2013). Uno de los trastornos más comunes para toda la vida es, la celiaquía que afecta al 1% de la población en todo el mundo, con diferencias regionales (por ejemplo, 0,9-1,0% en Italia, 0,2% en Alemania, 0,3–1,4% en España, 0,3–0,9% en Estados Unidos, 0,4% en Australia y 0,5% en Brasil), con mayor prevalencia (10% a 15%) entre personas con parientes de primer grado con la condición (Mora Peñaherrera, 2018). Una dieta estricta sin gluten es el único tratamiento para la celiaquía, eliminar los alimentos que contienen gluten generalmente resolverá los trastornos digestivos, la diarrea y restaurará el peso corporal y la mal absorción de nutrientes (Bianchi et al., 2018).

Dentro de las preferencias de los consumidores de la comida rápida en la ciudad de Quito un 90 % de los consumidores acepto que consume comida rápida, así mismo un total de 61 % de la población con edad media de 29 años consume comida rápida por lo menos 3 veces por semana, la aceptación del consumo de pizzas se encuentra en un tercer lugar con un 21 % de la cantidad de consumidores de comida rápida, y sobre ellos las hamburguesas y sánduches. Por lo que en la ciudad de Quito- Ecuador el consumo per capital llega a 25 rebanadas de pizza por año (Fierro Zurita & Ortiz Semanate, 2018).

Buscar un sustituto del gluten representa un reto para la tecnología de alimentos, ya que la mayoría de los productos de panadería están elaborados con harina de trigo, debido a que su presencia influye en las propiedades elásticas, en la consistencia y esponjosidad de los alimentos (Molina-Rosell, 2012; Vincentini et al., 2016). Por otra parte, los cultivos

andinos incluido el chocho, quinua, entre otros se producen en todas las provincias del callejón interandino que atraviesa Ecuador (Jacobsen, 2002). Los cultivos andinos han sido vistos como una alternativa para cubrir las necesidades de los mercados locales (Michael Hermann, 2009), y pueden ser empleados como sustituto de la harina de trigo en la elaboración de pan (Rosell, Cortez, & Repo- Carrasco, 2009).

La mayoría de los productos de panadería, y pastelería esta elaboradas con harina de trigo como principal componente, por lo que las personas con enfermedad celiaca encuentran limitaciones en su alimentación. Bajo el contexto previamente planteado el estudio plantea la evaluación de compuestos bioactivos, tiempo máximo de consumo costos de producción de una masa para pizza elaborada a partir de cultivos andinos y residuos agroindustriales de la industria bananera. Toda esta información permitirá establecer el perfil del alimento previo a ser lanzado al mercado.

### **1.3.OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar compuestos bioactivos y el tiempo de vida útil de una masa para pizza elaborada a partir de cultivos andinos y residuos agroindustriales.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos**

- Establecer una formulación que permita obtener una masa para pizza elaborada con cultivos andinos y residuos agroindustriales.
- Determinar los compuestos bioactivos de la masa para pizza elaborada.
- Determinar el tiempo de vida útil de la masa para pizza elaborada.
- Realizar un estudio económico para establecer el costo de producción de masa para pizza

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes investigativos

##### 2.1.1. Intolerancia al gluten

La celiaquía es una patología provocada por la ingestión del gluten, proteína presente en cereales como el trigo, avena, centeno y cebada, que provoca sintomatología a nivel digestivo, como cuadros de inflamación del intestino delgado (Del Castillo, Lescano, & Armada, 2009). Algunos pacientes con enfermedades celiacas con frecuencia tienen deficiencias nutricionales, más comúnmente en hierro, vitamina D, folato, vitamina B<sub>12</sub>, vitamina B<sub>6</sub> y zinc (Neyra & Elisa, 2019). Debido a estos problemas en la ingesta de gluten algunos autores buscan matrices alimentarias que puedan sustituir la harina de trigo en la producción de productos de panadería, algunos ejemplos de sustitución exitosa se lograron con harina de papa (30% harina de papa) en la elaboración de galletas (Cerón, Bucheli, & Mora, 2014) y de una mezcla de sorgo (*Sorghum sp.*) y mijo perla (*Pennisetum glaucum*) (25% harina de sorgo, 25% harina de mijo, 35% almidón, 5% almidón resistente, 10% almidón de mandioca) en la elaboración de masa para pizza (Aimaretti, Llopart, Codevilla, Baudino, & Clementz, 2011), con lo que se intenta mantener las características viscoelásticas en las masas, los tubérculos han sido una matriz alimentaria que ofrece propiedades similares a las que posee el trigo.

##### 2.1.2. Cultivos tradicionales

En el estudio realizado por Caetano et al. (2015) se menciona que se consideran RTAs (raíces y tubérculos andinos), principalmente la *Arracacia xanthorrhiza* (zanahoria blanca), *Ullucus tuberosum* (melloco u olluco), *Oxalis tuberosa* (oca), *Tropaeolum tuberosum* (mashua) y *Canna edulis* (achira). Donde su siembra ha reducido drásticamente en los últimos 10 a 20 años. Su interés ha disminuido por la no disponibilidad de las semillas, las condiciones climáticas adversas (lanchas/heladas y vientos), la reducción de la fertilidad de los suelos, inaccesibilidad al riego, el alto costo de insumos agrícolas y las plagas que afectan estos cultivos.

La achira (*Canna edulis*), es una monocotiledónea perenne originaria de los trópicos americanos. Sus hojas miden 30×12 cm y son de color verde oscuro con venas café

rojizas. Sus rizomas tienen un diámetro entre 5 y 10 cm, y un largo de entre 10 a 20 cm (Barrera, Espinosa, Tapia, Monteros, & Valverde, 2004). La achira es una planta perenne, pero desde el punto de vista agrícola se recolectan sus rizomas cada año, éstos se venden cocidos en los mercados abiertos de Patate, Baños, Pelileo y Ambato en la provincia de Tungurahua, sin embargo, se pueden encontrar en mercados de la región andina del Ecuador (Acosta-Solís, 1980).

La Mashua (*Tropaeolum tuberosum*) es una especie que presenta un buen desarrollo, por lo que es considerada la especie tuberosa con mayor rusticidad en la Sierra ecuatoriana. Presenta una variada forma de tubérculos, desde cónicas cortas a cónicas largas, curvadas y con un tamaño de medianos a grandes. Se cosechan entre los 150 y 281 días. Tiene un rendimiento que va desde 9375 a 70000 kg/ha. Forma parte de diversos ecosistemas, se cultiva asociada principalmente con papa, melloco y haba en una altitud aproximada a los 3600 m.s.n.m. (Tapia, 1996).

Oca (*Oxalis Tuberosa*) ocupa el tercer puesto en importancia dentro de los cultivos de Ecuador después de la papa y el melloco. Su cultivo es bastante restringido y es poco frecuente encontrar el tubérculo fresco en los mercados. Crece en altitudes de 2900 a 3950 m.s.n.m., aunque se ha encontrado también en forma muy esporádica a 2800 m.s.n.m. Sus tubérculos son de sabor ácido y rendimientos bajos. Su cosecha se da a los 229 días. En cuanto al rendimiento de tubérculos, se encontró un promedio de 14557 kg/ha (Caicedo, 1993).

Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) es una planta que puede alcanzar alturas entre 0.50 y 1.50m Los tubérculos miden de 8 a 20 cm de longitud y de 3 a 8 cm de diámetro. La planta puede producir de 3 a 10 raíces útiles y su ciclo de cultivo es de 290 a 350 días. El contenido de almidón varía entre 10 y 25%, también posee un alto contenido de calcio. Las raíces de pulpa amarilla (con alto contenido de caroteno, responsable de esta pigmentación) son ricas fuentes de vitamina A (Mazón, Castillo, Hermann, & Espinosa, 1996), y se consumen hervidas o como ingredientes en sopas y fritos, también en puré y azadas (M Hermann, 1994).

Papa china (*Colocasia esculenta*) es conocida como taro o malanga. Pertenece a la familia aráceae y sus tubérculos (cormos), hojas y peciolos son comestible. Sus cormos son reconocidos como una fuente barata de carbohidratos (contenido de almidón de 98.8%),



frente a los cereales u otros cultivos de tubérculos. El rendimiento por hectárea es de 6.5 toneladas (W. Caicedo, 2013). A nivel de Sudamérica, Ecuador presenta una superficie tecnificada destinada a este cultivo de 419 ha, reflejándose un alto consumo, es así que en la amazonía ecuatoriana se ha observado un incremento del 10% anual de dicha superficie, debido al interés de mercados americanos y asiáticos (Orozco, Garcés, & Rivera, 2014).

Chocho (*Lupinus mutabilis*) altramuz, lupino, o chocho como se conoce en Ecuador, es una planta floreciente en la familia de las leguminosas que se cultivan entre 2800 - 3500 m.s.n.m. y entre 7-14°C. Su ciclo de cultivo típico es de 180 a 240 días. Sus semillas contienen más de 40% de proteína y alrededor de 20% de aceite (Horton, 2014). En Ecuador el cultivo de chocho se localiza en la sierra, en las provincias de Cotopaxi, Chimborazo, Pichincha, Bolívar, Tungurahua, Carchi e Imbabura. La provincia de Cotopaxi presenta la mayor superficie cosechada, con 2121 ha, seguidas por la provincia de Chimborazo con 1013 ha (Villacrés, Rubio, Egas, & Segovia, 2006).

El uso de esta leguminosa ha demostrado excelentes efectos en la elaboración de productos de panificación. Por ejemplo la utilización de lenteja (*Lens culinaris*) y fréjol (*Phaseolus vulgaris*) han mostrado excelente efecto sensorial en brownies (Medina, Ramírez, Rangel-Peraza, & Aguayo-Rojas, 2018).

**Tabla 1.- Análisis proximal de las muestras de harina de cultivos andinos.**

	<b>Humedad</b> (%)	<b>Proteína</b> (%)	<b>Grasa</b> (%)	<b>Fibra</b> (%)	<b>Cenizas</b> (%)
<b>Mashua</b>	18,85 ± 0,05 <sup>a</sup>	9,12 ± 0,17 <sup>a</sup>	0,59 ± 0,08	9,63 ± 0,10 <sup>c</sup>	4,93 ± 0,05 <sup>b</sup>
<b>Chocho</b>	7,00 ± 0,03 <sup>d</sup>	52,82 ± 0,0 <sup>b</sup>	17,78 ± 0,69 <sup>a</sup>	12,57 ± 0,06 <sup>e</sup>	2,93 ± 0,07 <sup>d</sup>
<b>P. China</b>	6,33 ± 0,27 <sup>cd</sup>	8,36 ± 0,13 <sup>d</sup>	0,73 ± 0,09	14,86 ± 0,06 <sup>f</sup>	5,53 ± 0,04 <sup>b</sup>
<b>Oca</b>	15,66 ± 1,28 <sup>b</sup>	1,65 ± 0,09 <sup>b</sup>	1,07 ± 0,07	5,35 ± 0,09 <sup>a</sup>	3,08 ± 0,20 <sup>d</sup>
<b>Achira</b>	5,99 ± 0,12 <sup>c</sup>	4,80 ± 0,16 <sup>c</sup>	0,63 ± 0,31	11,53 ± 0,07 <sup>de</sup>	8,06 ± 0,05 <sup>a</sup>
<b>Z. Blanca</b>	6,19 ± 0,14 <sup>cd</sup>	2,10 ± 0,20 <sup>b</sup>	0,69 ± 0,09	9,15 ± 0,14 <sup>b</sup>	4,46 ± 0,15 <sup>c</sup>

**Fuente:** (Ocaña, 2019)

### **2.1.3. Residuos agroindustriales de la industria bananera**

En Ecuador el plátano es uno de los cultivos más comercializados, después del arroz, trigo y maíz; por ende, es una fuente de empleo e ingresos. En Ecuador se cultivan cerca de seis millones de toneladas de plátano, la mayor parte de las cuales son para exportación. La Unión Europea (59%) es el principal destino, seguido por Estados Unidos (29%) y el restante a otros países (Paz & Pesantez, 2013).

Sin embargo, los residuos generados por esta industria bordean el 25% del total de producción. Por este motivo, es primordial buscar alternativas que empleen dichos residuos. En este sentido, se ha trabajado con harina de raquis (residuos del plátano dominico hartón), evidenciando que presenta 12.8% de proteínas, 23.02% fibra y 84.5% carbohidratos; es decir, es idónea para elaborar alimentos (Botero & Mazzeo, 2009).

### **2.1.4. Masa para pizza**

La pizza es un alimento que ha sido consumido desde tiempos remotos. En el antiguo Egipto se comía panes planos sazonados con hierbas, y éstos se consideran un precursor de lo que hoy se conoce como pizza, hasta hoy en día se le ha incorporado varios ingredientes, convirtiéndolo en un alimento de los más consumidos a nivel mundial (Díaz Jiménez, 2016). En estudios realizados a estudiantes universitarios, aproximadamente el 80% de los encuestados consumía pizza con frecuencia (Iacono, 2016).

En los últimos tiempos se ha venido modificando la receta tradicional para la elaboración de masa para pizza, para así satisfacer la demanda y necesidades del consumidor. Entre las variantes encontradas tenemos las ricas en fibra producidas con cáscara de arroz (Díaz Jiménez, 2016), o las preparadas con cultivos tradicionales como el sorgo o el mijo (Aimaretti et al., 2011), estas alternativas buscan proporcionar al consumidor una nueva variedad de productos.

### **2.1.5 Compuestos bioactivos en las matrices alimenticias a utilizar**

La cantidad de compuestos fenólicos de extractos antioxidante de mashua se ha reportado dentro de 311-343 mg de ácido gálico/100 g (Cutimbo, Aro, & Vivanco, 2016). Mientras que, en oca de la variedad amarilla presenta altos valores de vitamina C de 35.4 mg/100g y 47.3 mg/100g en la variedad rosada, mientras Jiménez and Sammán (2014), presenta

un contenido de compuestos fenólicos para oca de 51.9 y 149. mg de ácido gálico/100g para las variedades blanca y colorada respectivamente

### **2.1.6 Estimación del tiempo de vida útil en alimentos**

Al ser un producto perecible, la masa de pizza debe mantenerse en refrigeración (0 a 5°C) por un tiempo aproximado de 12 días después de ser elaborado (Canales Quiñe, Ibárcena Silva, Liu Huapaya, Pastor Portales, & Solorzano Sanchez, 2018). En masas de pizza enriquecidas con salvado de arroz el tiempo de vida útil del producto se determinó hasta un promedio de 7 días sin que se dé crecimiento de moho. Es posible prolongar la vida útil de masas para pizza hasta 21 días con el uso de atmosferas enriquecidas de dióxido de carbono (Díaz Jiménez, 2016).

## **2.2 Hipótesis**

### **2.2.1. Hipótesis nula (H<sub>0</sub>)**

La harina de cultivos andinos y residuos agroindustriales no inciden en la cantidad de compuestos bioactivos, tiempo de vida útil y costo de producción de las masas para pizza.

### **2.2.2 Hipótesis alternativa (H<sub>1</sub>)**

La harina de cultivos andinos y residuos agroindustriales inciden en la cantidad de compuestos bioactivos, tiempo de vida útil y costo de producción de las masas para pizza.

## **2.3 Señalamiento de variable de la hipótesis**

### **Variable independiente**

Harinas de cultivos andinos y residuos agroindustriales Achira (*Canna edulis*), Mashua (*Tropaeolum tuberosum*), Oca (*Oxalis Tuberosa*), Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), Papa china (*Colocasia esculenta*), Chocho (*Lupinus mutabilis*), harina de plátano.

### **Variable Dependiente**

Propiedades

Compuestos Bioactivos

Vida Útil

## CAPITULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1.Materiales

Los tubérculos Achira (*Canna edulis*), Mashua (*Tropaeolum tuberosum*), Oca (*Oxalis Tuberosa*), Zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*), Papa china (*Colocasia esculenta*) fueron adquiridos en mercados de las ciudades de Ambato y Latacunga, los chochos se adquirieron lavados y pasteurizados de una empresa de la ciudad de Ambato, mientras los residuos agroindustriales se obtuvieron de una procesadora de banano.

#### 3.2.Obtención de la harina

Los tubérculos fueron clasificados y lavados con el uso de agua potable y fibra esponja con el fin de eliminar todo tipo de impurezas, principalmente la eliminación de tierra, posteriormente fueron cortados en rodajas de aproximadamente 2mm de espesor, mientras que los chochos fueron desprovistos de la cascara, no se realizó un tratamiento térmico debido a que fueron adquiridos limpios, clasificados y pasteurizados. Posteriormente se sometió a un proceso de deshidratación basado en la metodología de Lalaleo (2017) la cual consistió en secar a 60°C en un secador de bandejas (Gander mtn CD-160) con circulación de aire caliente durante 24 horas hasta obtener una humedad constante (<14%). Al finalizar el proceso de deshidratación las muestras fueron trituradas con la ayuda de un molino clásico semiautomático, posteriormente la harina obtenida en el proceso anterior, se trituro nuevamente con un molino de café (Oster Bvstbmh23- 013), finalmente se tamizo para obtener una harina muy fina, se procedió a envasar en fundas de cierre hermético y se almaceno en un ambiente controlado.

#### 3.3.Elaboración de masa para pizza

Para la elaboración de las masas se tomaron en cuenta 2 formulas base (elaboradas con harinas de tubérculos y harina de plátano) con sus respectiva muestra control (empleando harina de trigo) ver en la tabla 2. Se inició con el pesado de las materias primas requeridas, en una superficie limpia y desinfectada se procedió a colocar la fracción solida junto con la fracción liquida, se amaso hasta que todos los componentes estén completamente integrados y la masa muestre una consistencia y textura adecuada, se dejó leudar por aproximadamente 10 minutos, luego de este tiempo se colocó la masa en el interior de

una bolsa plástica, y con la ayuda de un bolillo de madera se procede a extender hasta tener una espesor de aproximadamente 5 mm, empleando un cortador se procede a realizar cortes circulares de 10 cm de diámetro, se envía al horno a 180°C durante 8-10 minutos, se procedió a enfriar y empacar en bolsas de cierre hermético para finalmente almacenar en refrigeración, anexo A.

**Tabla 2. Formulaciones desarrolladas para cada masa de pizza y sus respectivos controles**

<b>FRACCIÓN SÓLIDA</b>				
<b>Materia prima</b>	<b>P1</b>	<b>C1</b>	<b>P2</b>	<b>C2</b>
Harina de trigo	-	100	-	100
Achira ( <i>Canna edulis</i> )	28.38	-	28.38	-
Papa China ( <i>Colocasia esculenta</i> )	28.38	-	28.38	-
Zanahoria Blanca ( <i>Arracacia xanthorrhiza</i> )	28.38	-	28.38	-
Oca ( <i>Oxalis Tuberosa</i> )	0.66	-	0.66	-
Mashua ( <i>Tropaeolum tuberosum</i> )	7.57	-	7.57	-
Plátano	1.89	-	1.89	-
Chocho ( <i>Lupinus mutabilis</i> )	4.73	-	4.73	-
Goma Xantan (g)	0.3	-	0.3	-
<b>FRACCIÓN LIQUIDA</b>				
Levadura Fresca (g)	1.02	1.02	1.02	1.02
Agua (ml)	40	40	40	40
Huevo (ml)	50	50	50	50
Margarina (g)	30	30	-	-
Aceite (ml)	-	-	30	30
Azúcar (g)	0.06	0.06	0.06	0.06
Sal (g)	0.4	0.4	0.5	0.5

P1 (Formulación de masa para pizza con margarina), P2 (Formulación de masa para pizza con aceite), C1 (Control de la formulación masa para pizza con margarina), C2 (Control de la formulación masa para pizza con aceite).

### 3.4. Determinación de compuestos bioactivos

#### 3.4.1 Determinación de polifenoles

Previo al análisis se trituro las muestras P1, C1, P2 y C2 empleando un mortero hasta obtener un tamaño de partícula adecuado, en vasos de precipitación de 50 ml se pesó por separado 250 mg de cada muestra y se agregó 10 ml de agua destilada; luego se homogenizó, se filtró cada suspensión, se colocó en balones de 25 ml y se aforo con agua destilada. Para la cuantificación de compuestos fenólicos se aplicó la metodología descrita por García Martínez, Fernández Segovia, and Fuentes López (2015) y con ciertas modificaciones aplicadas por Ocaña (2019), ambas metodologías basadas en el método Folin-Ciocalteu. Se colocó en un matraz aforado de 10 ml una alícuota de 2.5 ml de muestra preliminarmente tratada, se le agregó 1 ml del reactivo Folin-Ciocalteu y se dejó en reposo durante 1 hora, luego de transcurrido el tiempo se añadió 5 ml de carbonato de sodio al 35 % hasta llevar a volumen de 25 ml con agua destilada, luego se homogenizó y se dejó en reposo a temperatura ambiente por 1 hora. Este proceso se realizó con las muestras P1, C1, P2 y C2 por triplicado.

Finalmente, las lecturas se realizaron por duplicado en un espectrofotómetro UV/vis (Boeckel Co S-220) a una longitud de onda de 765 nm. La curva de calibración fue preparada con un patrón de ácido gálico con diluciones de 0.1, 2.5, 5.0, 7.5, 10, y 15 ppm. Se cuantificó la concentración de polifenoles totales, interpolando en la curva de calibración de ácido gálico, usando el promedio de las absorbancias obtenidas para cada muestra de estudio.



**Figura 1.** Desarrollo del Método Folin-Ciocalteu.

### 3.5.Determinación del tiempo de vida útil

La evaluación de vida útil se realizó tomando en consideración la carga microbiana del producto, considerando la NTS (2003), norma técnica para la determinación de la vida útil por carga microbiana, además según datos presentados para productos congelados por FoodSafety (2019).

El análisis microbiológico se realizó a todos los tratamientos siguiendo la metodología reportada por Silva (2019). Se pesó 5 g de cada muestra, se colocó en bolsas estériles (Sterilin Stone, Staffordshire, Reino Unido) con 45 ml de agua peptonada (Difco, Le Pont de Claix, France) y se homogenizo cuidadosamente con un Stomacher (400C, Seward, Londres, Reino Unido) por 1 minuto a 200 rpm.

Para el recuento de aerobios mesófilos se sembró en agar para recuento en placa (PCA, Difco, Le Pont de Claix, France) y se incubaron a 37°C por 24 horas. Para mohos y levaduras se sembró en placas de agar Rosa de Bengala (RBC, Difco, Le Pont de Claix, France) y se incubó a 26°C por 5 días. Para coliformes se usó Chromocult Coliformen Agar y se incubó a 37°C por 24 horas, finalmente para *staphylococcus aureus* se usó agar Baird Parker y se incubó a 37°C por 24 horas. Todos los ensayos fueron realizados por triplicado durante 30 días a excepción de *staphylococcus aureus*, los recuentos expresados como el logaritmo de las UFC por gramo (log UFC/g).

Con los resultados microbiológicos se realizó la predicción del tiempo de vida útil, siguiendo el modelo cinético de primer orden reportado por Casp and Abril (2003), según estos autores la mayoría de las reacciones de deterioro en alimentos han sido caracterizadas como de orden cero o de primer orden, además se empelo el modelo de Monod – Hinshelwood (Herrera, 2013), ecuación 1, que permite establecer el tiempo de vida útil.

#### Ecuación 1. Modelo de Monod – Hinshelwood

$$t = \frac{\text{Log } C - \text{Log } C_0}{\text{Log } 2} \times Tg$$

(Ec. 1)

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Análisis y discusión de resultados

##### 4.1.1 Elaboración de masas para pizza

Las masas para pizza (P1 y P2) se elaboraron a partir de harinas de cultivos andinos (mashua, oca, papa china, achira, zanahoria blanca), residuos agroindustriales (plátano de rechazo), chocho, agua, sal, goma xantan, margarina, aceite, huevo, azúcar y levadura activa, las masas control se sustituyó las harinas de tubérculos andinos por harina de trigo comercial; las formulaciones se detallan en la Tabla 2.

Se realizó la mezcla de todos los ingredientes con su fracción líquida, se procedió a realizar un amasado de forma manual, Imagen 1. El amasado permite convertir los azúcares en gas carbónico, para formar los alveolos de la miga. Principalmente los parámetros de textura de P1 y P2 van a depender de la retrogradación del almidón, harinas como el de la papa china y zanahoria blanca son una fuente rica de almidón según Ocaña (2019). Adicionar margarina en la masa P1 y aceite en la masa P2, para mejorar las características reológicas y sensoriales, según Mora and Ruano (2013), la adición de estas grasas hace que el producto sea más suave y la cubierta se tueste mejor, además aumenta el volumen de las masas.

Durante el amasado los ingredientes de las masas (P1 y P2) se incorporaron rápidamente para obtener una masa esponjosa y suave a comparación de las masas (C1 y C2), las cuales se adherían a las manos, posteriormente las masas fueron laminadas usando un rodillo de madera y una funda plástica evitando que la masa se pegue y sea fácil de manejar, Imágenes 2 y 3, para posteriormente ser cortadas con un molde circular, para que adquiriera una forma tradicional de masa para pizza. Imagen 4, finalmente las masas fueron horneadas en horno industrial a gas con aireación y rotación, por 8-10 min a una temperatura de 180°C, Imagen 5, en el horneado, el principal fenómeno que se desarrolla es la gelatinización del almidón, debido a la absorción de agua por parte de los gránulos de almidón por la pérdida de la estructura cristalina de los gránulos y el desorden de las cadenas poliméricas. También se da el proceso de caramelización, donde a través del calor las sustancias presentes en la masa se convierten en compuestos de color café



oscuro, en la reacción de Maillard ocurre a partir de la interacción de las proteínas aminoras con los carbohidratos (Ureta, 2015), este efecto se observó en las masas, ya que el color se intensificó, tomando una coloración rojiza. Finalmente, se obtuvo como resultado final masas de pizza, las cuales fueron almacenadas en fundas ziploc aluminizadas en congelación a una temperatura aproximada de  $-2.2^{\circ}\text{C}$ .



**Imagen 1.** Amasado



**Imagen 2.** Masa de pizza (P1)



**Imagen 3.** Masa de pizza (P2) en funda plástica



**Imagen 4.** Laminado pizza (P1)



**Imagen 5.** Masas de pizzas pre cocidas en horno a Gas

#### 4.1.2 Determinación de polifenoles

Los resultados del análisis de polifenoles totales empleando el método Folin-Ciocalteu en masas para pizza elaboradas con harinas de tubérculos andinos y residuos agroindustriales, se presentan en la Tabla 3 y Figura 2, los resultados obtenidos mediante un análisis univariante de bloques completamente al azar permiten establecer diferencias significativas ( $p < 0.05$ ).

El contenido de polifenoles en las masas de pizza para P1, P2 y C1 fue de  $4.6 \pm 0.090$ ,  $4.8 \pm 0.056$  y  $4.5 \pm 0.109$   $\mu\text{g}$  equivalente Ácido gálico/g de muestra respectivamente, según el análisis estadístico no presentan una diferencia significativa, estos resultados fueron menores a los reportados por Moore, Luther, Cheng, and Yu (2009) en su estudio usando harina de trigo integral, en la corteza de masas de pizza obtuvo  $1.01 \pm 0.09$  mg equivalentes de ácido gálico/g en corteza de pizza. Iqbal, Butt, Saeed, and Suleria (2018) obtuvo  $66.92 \pm 3.0209$  mg equivalentes de ácido gálico/100 g, mientras Cheung, Tomita, and Takemori (2018) obtuvo un contenido de polifenoles en masa de pizza comercial de  $1.95 \pm 0.08$  mg equivalentes de ácido gálico/g en miga.

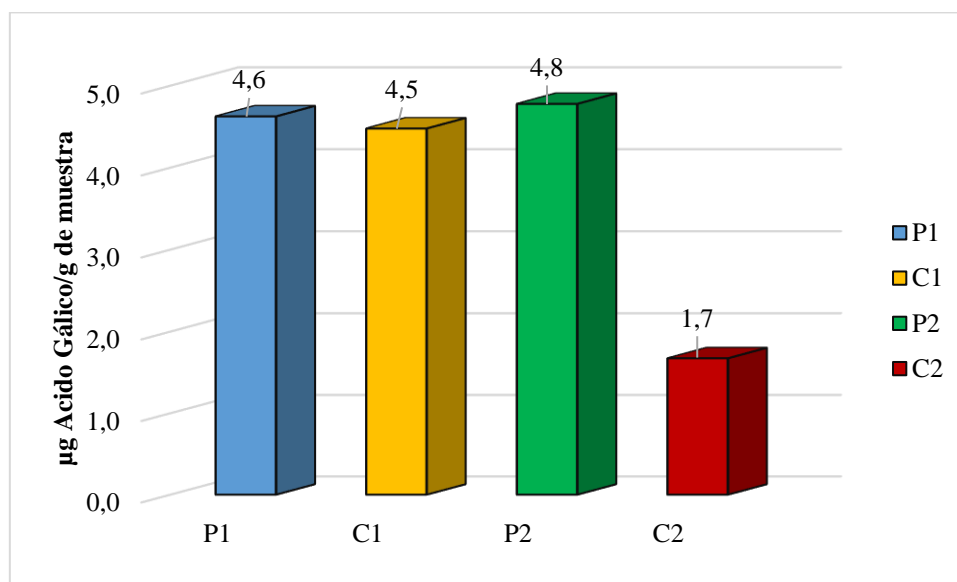
Huaccho (2016) en su estudio de capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenos y antocianinas de 84 cultivares de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz y Pavón), obtuvo valores de compuestos fenólicos entre 6.4 mg equivalentes ácido gálico/g y 16.8 mg equivalentes ácido gálico/g, mientras que en el caso de las masas de piza elaboradas con cultivos andinos, la mayor cantidad de polifenoles se observa en P2 con 4,8  $\mu\text{g}$  Ácido gálico/g de muestra, esto se debe posiblemente a que el contenido de polifenoles en las harinas de los tubérculos empleados poseen un mayor contenido que la harina de trigo que esta alrededor de 43.71 mg/100 g (Sánchez Gavilán, 2016).

Con respecto a mashua que es una de las harinas empleadas en mayor proporción, el cual su contenido de fenoles es mayor a datos reportados Sánchez Gavilán (2016), Palacios Castillo (2012) para harina de trigo tendrían concordancia con los valores obtenidos en masas para pizza, donde se obtuvo valores altos para las masas P1, P2 y C1 referente a C2, el valor alto de fenoles en C1 se puede atribuir a la cantidad de antioxidantes que se incorpora en la elaboración de margarina.

**Tabla 3.** Contenido de polifenoles en  $\mu\text{g}$  Ácido gálico/g de muestra

Muestra	Concentración de polifenoles totales ( $\mu\text{g}$ Equivalentes Ácido gálico/g de muestra)
P1	$4.6 \pm 0.090^{\text{axs}}$
C1	$4.5 \pm 0.109^{\text{axc}}$
P2	$4.8 \pm 0.056^{\text{aws}}$
C2	$1.7 \pm 0.044^{\text{bzd}}$

a y b: muestra que existe diferencias significativas entre las muestras estudiadas, x: muestra que no existe diferencias significativas entre la formulación y su respectivo control (P1 y C1), w y z: muestra que existe diferencias significativas entre la formulación y su respectivo control (P2 y C2), s: muestra que no existe diferencias significativas entre las formulaciones (P1 y P2), c, d: muestra que existe diferencias significativas entre los tratamientos control (C1 y C2)



**Figura 2.** Contenido de polifenoles en  $\mu\text{g}$  Ácido gálico/ g de muestra

### 4.1.3 Determinación de tiempo de vida útil

#### 4.1.3.1 Análisis microbiológico

En la Tabla 4 se muestran los valores de los análisis microbiológicos realizados, donde se puede apreciar baja carga microbiológica llegando a la ausencia en el recuento de coliformes y *Staphylococcus aureus* a los 30 días. Las masas elaboradas con harina de

tubérculos andinos y sus respectivos controles se mantuvieron en congelación, con el fin de mantener condiciones similares a las masas para pizza tradicionales.

El conteo de aerobios mesófilos muestra el día 1 de almacenamiento P1 en ausencia, mientras P2 posee  $1.0 \cdot 10^2$  UFC/g, al día 30 de almacenamiento la carga de microbiana tanto para P1 y P2 aumentó considerablemente hasta llegar a  $3.0 \cdot 10^3$  y  $2.0 \cdot 10^2$  UFC/g respectivamente. En masas para pizza pre-cocidas de harina de trigo al transcurrir 31 días se reporta 7.0 log UFC/g según Rodríguez, Del Moral, Cortés, and Cárdenas (2013) y según Anderson and Calderón (1999), tasas superiores a  $10^7$  gérmenes por gramo de aerobios mesófilos, lo que suele ser indicios de descomposición, así pues las muestras P1 y P2 se encuentran dentro límite permitido.

Chavarri, Rojas, Rumbos, and Narcise (2014), mencionan que las bacterias coliformes han sido siempre el principal indicador de calidad en distintos alimentos por lo que en todas las muestras analizadas están dentro de límite permisible al encontrarse ausencia de coliformes totales luego de transcurrir 30 días, mostrando un correcto manejo de higiene al realizar las masas, lo que asegura que el alimento es apto para el consumo humano.

En relación a *Staphylococcus aureus* se los puede encontrar en las fosas nasales, la piel y lesiones, se utiliza como componente de criterio microbiológico para alimentos cocidos, para productos que son sometidos a manipulación excesiva durante su preparación y para productos que son sometidos a manipulación después del proceso térmico, estos microorganismos se destruye a  $60^\circ\text{C}$  (Duran, 2020), al realizar una pre cocción en las masas de pizza a  $180^\circ\text{C}$  por 8-10 minutos se demuestra la ausencia de este microorganismo, lo que se traduce en un buen manejo de la higiene durante la manipulación de las masas.

En la tabla 4, se observa una carga microbiana de  $10^2$  logaritmos UFC/g de mohos y levaduras para todas las muestras estudiadas, según la norma NOM-187-SSA1/SCFI- (2002) establece límites entre  $10^3$ - $10^4$  logaritmos UFC/g, para que el producto sea considerado como inaceptable, en galletas elaborados con tubérculos andinos se obtuvo ausencia para dichos microorganismos durante 3-4 meses (López Madrid, 2019), por lo que las masas P1 y P2 cumplirían con los límites establecidos en bibliografía.

Dicha ausencia de microorganismos patógenos podría atribuirse a la presencia de agentes antimicrobianos de los tubérculos, en la mashua los glucosinolatos y los isotiocianatos

han mostrado un amplio efecto antimicrobiano (Loteró, Gil, Londoño, Jiménez, & Valenzuela, 2018), cabe mencionar que la temperatura de horneado, el tipo de envase (fundas aluminizadas) y la temperatura de almacenamiento también pueden ser responsables de la baja flora microbiana, debido a que en el rango de temperatura de conservación se inhibe el crecimiento de los mismos (Ribotta, 2002), (Fuentetaja, 2014).

**Tabla 4.** Resultados de conteo microbiológico en masas para pizza

Muestra	Aerobios Mesófilos (UFC/g)		Coliformes Totales (UFC/g)		Mohos y levaduras (UFC/g)		<i>Staphylococcus Aureus</i> (UFC/g)
	Día 1	Día 30	Día 1	Día 30	Día 1	Día 30	Día 1
<b>P1</b>	Ausencia	3.0*10 <sup>2</sup>	Ausencia	Ausencia	3.0*10 <sup>2</sup>	2.5*10 <sup>2</sup>	Ausencia
<b>C1</b>	1.4*10 <sup>3</sup>	4.0*10 <sup>2</sup>	Ausencia	Ausencia	6.0*10 <sup>2</sup>	1.5*10 <sup>2</sup>	Ausencia
<b>P2</b>	1.0*10 <sup>2</sup>	2.0*10 <sup>2</sup>	Ausencia	Ausencia	2.5*10 <sup>2</sup>	1.0*10 <sup>2</sup>	Ausencia
<b>C2</b>	6.5*10 <sup>2</sup>	2.5*10 <sup>2</sup>	Ausencia	Ausencia	4.5*10 <sup>2</sup>	3.0*10 <sup>2</sup>	Ausencia

P1 (Formulación de masa para pizza con margarina), P2 (Formulación de masa para pizza con aceite), C1 (Control de la formulación masa para pizza con margarina), C2 (Control de la formulación masa para pizza con aceite).

#### 4.1.3.2. Vida Útil

Un indicador de una muestra deteriorada es la presencia de levaduras, mohos o un alto recuento de bacterias que hagan inaceptable los productos muestras (De la Cruz, 2009). Por lo que el tiempo de vida útil en las masas de pizza libres de gluten y sus respectivos controles fueron determinadas empleando las bacterias más significativas, donde el crecimiento de aerobios mesófilos y mohos permiten la aplicación de modelos matemáticos para determinar el tiempo de vida útil en el producto. Así pues, se evidencia un menor tiempo de vida útil tanto en P1 como en su control, respecto del P2 y su control esto posiblemente por su formulación.

En la Tabla 5 se presenta los resultados de vida útil para P1 y P2, los valores oscila entre 52 a 70 días respectivamente (Anexo B). Según Asghar et al. (2012), los productos de masa congelada enfrentan un desafío de vida útil relativamente corta con características de calidad decreciente que parecen aproximadamente a las cuatro semanas de almacenamiento en congelación, al igual que en las masas de pan libre de gluten que

presentaron deterioro a los 8 días (Manobanda Cunalata, 2017), mientras en masas de pizza con harina de trigo presentaron deterioro después de los 30 días llegando hasta los 60 días (Asghar et al., 2007), por lo que los datos obtenidos con los controles coinciden con los reportados en bibliografía.

Fuentetaja (2014) en su ficha técnica para pizzas congeladas indica una duración de 30 días en condiciones adecuadas a temperaturas entre 0-5°C, por lo que las masas fueron sometidas a las mismas temperaturas para poder comparar con la bibliografía

**Tabla 5.** Tiempo de vida útil en masas de pizza por el modelo de Monod – Hinshelwood (aerobios mesófilos)

<b>P1</b>	<b>C1</b>	<b>P2</b>	<b>C2</b>
52	40	70	60

P1 (Formulación de masa para pizza con margarina), P2 (Formulación de masa para pizza con aceite), C1 (Control de la formulación masa para pizza con margarina), C2 (Control de la formulación masa para pizza con aceite).

#### **4.1.4. Estimación de costos**

##### **Costo estimado de masas para pizza elaboradas con tubérculos andinos y residuos agroindustriales**

Se realizó un análisis de costos para las masas de pizza, tomando en cuenta 1000g de harinas de tubérculos andinos, harina de plátano, huevos, aceite/margarina, levadura, sal, azúcar, y aditivos, en la tabla 6 se muestra los costos de materia prima necesaria para su elaboración, costos que se encuentra entre 4-5 dólares aproximadamente para la producción de 1kg de producto.

Mientras tanto en la tabla 7 se puede ver los costos de las maquinarias necesarias para la elaboración y empaqueo en pequeña escala, por lo que se omitió equipos como un amasador. Debido a que estos procedimientos se realizaron a escala de laboratorio, los costos son tanto para la elaboración de P1 y P2, los cuales son 0,064 USD aproximadamente para 5 empaques de 200g.

En la tabla 8 se detallan los costos de servicios básicos como luz y agua potable empleados para la elaboración, cuyos montos ascienden a 0.034 USD. Mientras tanto en

la tabla 9, se muestra el costo de mano de obra directa, El costo de un empleado puede llegar a costar 2,50 USD/hora.

Finalmente, se puede deducir el costo unitario para un empaque de 200g de masas para pizza de P1 y P2 en 2,19 USD y 2,34 USD respectivamente. Los costos encontrados en este estudio son superiores a los reportados por Escobar Meléndez (2015) en masas de harina de trigo, cuyo costo es de 0,55 USD, mientras Mesías (2018) en su plan de negocios para creación de una pizzería en la ciudad de Riobamba estima un costo de 8.50 USD en pizzas medianas completamente armadas, mientras en una encuesta realizada por Mora Peñaherrera (2018) los habitantes de la ciudad de Guayaquil estarían dispuestos a gastar en productos sin gluten alrededor de 7 USD. Los costos obtenidos para P1 y P2 podrían considerarse elevados en comparación con pizzas de masas de harina de trigo, pero cabe recalcar que la elaboración de productos sin gluten cubriría la necesidad de un mercado de personas que no pueden consumir gluten.

#### **4.1.5. Verificación de la hipótesis**

Se rechaza la hipótesis nula por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa: La mezcla de harinas de cultivos andinos y residuos agroindustriales afecta sobre los compuestos bioactivos, la vida útil y el costo de producción de las masas para pizza.

## CAPITULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se desarrolló y caracterizó dos masas de pizza elaboradas con cultivos andinos (Achira, papa china, zanahoria blanca, oca, mashua, chocho) y residuos agroindustriales (plátano), en la formulación (P1) con margarina y en la formulación (P2) con aceite vegetal, logrando obtener dos formulaciones de masas precocidas con características diferentes y recuperando cultivos andinos, con los que a su vez se generó una nueva alternativa de producto libre de gluten para personas celiacas y también no celiacas que buscan alimentos diferentes.

Para la cuantificación de polifenoles totales se obtuvo mayor contenido en las masas elaboradas con cultivos andinos y residuos agroindustriales a comparación de los controles hechas con harina de trigo comercial, donde P2 obtuvo el mayor resultado con  $4.8 \pm 0.056 \mu\text{g}$  equivalentes de ácido gálico/g de muestra, esta caracterización es relevante debido a que la presencia de polifenoles está relacionada con su carácter antioxidante, por su habilidad para quelar metales, inhibir la actividad de la enzima lipooxigenasa y actuar como atrapadores de radicales libres por lo que ayudan a reducir enfermedades relacionadas con la edad, además de tener efecto antiinflamatorio.

Se obtuvo masas de pizza con un tiempo de vida útil aproximado entre 52- 70 días, empleando en modelo de Monod – Hinshelwood, mientras que en función de la calidad microbiológica, se realizó recuento de aerobios mesófilos, coliformes, mohos y levaduras, en los que se obtuvo ausencia durante los 30 días de almacenamiento.

El costo aproximado es de 2,19 USD y 2,34 USD para P1 y P2 con una masa de 200g podría representar un costo elevado a comparación de las masas tradicionales elaboradas con harina de trigo, pero accesible para los consumidores de productos libres de gluten que están dispuestos a pagar más.



## BIBLIOGRAFÍA

- Acosta-Solís, M. (1980). *Tubérculos, raíces y rizomas cultivados en el Ecuador*. Paper presented at the II Congreso Internacional de Cultivos Andinos. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Facultad de Ingeniería Agronómica. Riobamba-Ecuador. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas, OEA.
- Aimaretti, N., Llopart, E., Codevilla, A., Baudino, C., & Clementz, A. (2011). Desarrollo de una pre-mezcla para pizza a base de harina de grano entero de sorgo y mijo. *Invenio*, 14(26), 133-140.
- Anderson, M. d. R. P., & Calderón, V. (1999). *Microbiología alimentaria: metodología analítica para alimentos y bebidas*: Ediciones Diaz de Santos.
- Asghar, A., Anjum, F. M., Butt, M. S., Randhawa, M. A., Akhtar, S. J. F. S., & Research, T. (2012). Effect of polyols on the rheological and sensory parameters of frozen dough pizza. 18(6), 781-787.
- Asghar, A., Anjum, F. M., Butt, M. S., Tariq, M. W., & Hussain, S. (2007). Rheological and storage effect of hydrophillic gums on the quality of frozen dough pizza. *Food science and technology research*, 13(2), 96-102.
- Barrera, V. H., Espinosa, A., Tapia, B., Monteros, A., & Valverde, F. (2004). Caracterización de las raíces y los tubérculos andinos en la ecoregión andina del Ecuador.
- Bianchi, D. M., Maurella, C., Gallina, S., Gorrasi, I. S. R., Caramelli, M., & Decastelli, L. (2018). Analysis of Gluten Content in Gluten-Free Pizza from Certified Take-Away Pizza Restaurants. *Foods*, 7(11), 180.
- Botero, J. D., & Mazzeo, M. H. (2009). Obtención de harina de ráquis del plátano dominico hartón, y evaluación de su calidad con fines de industrialización. *Vector*, 83-95.
- Caetano, C. M., Cuellar, R. D. P., Juajibioy, J. L. M., Ávila, L. N. V., Nunes, D. G. C., & de Pazdiora, B. R. C. N. (2015). Mejoramiento participativo: herramienta para la conservación de cultivos subutilizados y olvidados. *Acta Agronómica*, 64(3sup), 307-327.
- Caicedo, C. (1993). Estudio y promoción de las tuberosas andinas dentro del agroecosistema andino en Ecuador. *El agroecosistema andino: problemas, limitaciones, perspectivas: anales del Taller Internacional sobre el Agroecosistema Andino, Lima, marzo 30-abril 2, 1992*, 155.
- Caicedo, W. (2013). Tubérculos de papa china (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) como una fuente energética tropical para alimentar cerdos. Una reseña corta sobre las características de la composición química y de los factores antinutricionales. *Revista Computadorizada de Producción Porcina Volumen*, 20(1).

- Canales Quiñe, R. G., Ibárcena Silva, E. R., Liu Huapaya, J. E., Pastor Portales, S. A., & Solorzano Sanchez, S. C. (2018). Pizza sin gluten.
- Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservacion de Alimentos* (Vol. Segunda). Madrid Mundi-Prensa.
- Cerón, A. F., Bucheli, M. A., & Mora, O. O. (2014). Elaboración de galletas a base de harina de papa de la variedad Parda Pastusa (*Solanum tuberosum*). *Acta Agronómica*, 63(2), 1-12.
- Cutimbo, M. C., Aro, J. M. A., & Vivanco, Z. L. T. (2016). Evaluación de la eficacia de antioxidantes de Isaño (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz&Pavón) en la oxidación de Aceite de Soya. *Revista de Investigaciones Altoandinas-Journal of High Andean Research*, 18(2), 143-150.
- Chavarri, M., Rojas, V., Rumbos, N., & Narcise, R. J. R. d. I. S. V. d. M. (2014). Detección de microorganismos en maíz tierno molido comercializado en Maracay, estado Aragua, Venezuela. 34(1), 33-37.
- Cheung, L. K., Tomita, H., & Takemori, T. (2018). A heating method for producing frozen pizza ingredients with increased total polyphenol content and 2, 2-diphenyl-1-picrylhydrazyl radical scavenging activity. *Food Science & Nutrition*, 6(3), 627-637.
- De la Cruz, W. J. U. N. A. I. M., Lima-Perú. (2009). Complementación proteica de harina de trigo (*triticum aestivum* L.) por harina de quinua (*chenopodium quinoa willd*) y suero en pan de molde y tiempo de vida útil.
- Del Castillo, V., Lescano, G., & Armada, M. (2009). Formulación de alimentos para celíacos con base en mezclas de harinas de quínoa, cereales y almidones. *Archivos latinoamericanos de nutricion*, 59(3), 332-336.
- Díaz Jiménez, J. D. (2016). Desarrollo de una masa para pizza enriquecida con fibra, proveniente del salvado de arroz generado como subproducto durante el procesamiento del grano de arroz entero.
- Duran, R. (2020). Microbiología de los alimentos.
- Escobar Meléndez, F. L. (2015). *Diseño de un estudio de factibilidad para la creación de una pizzería en la parroquia Huachi Chico de la ciudad de Ambato*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.
- Fierro Zurita, M. d. R., & Ortiz Semanate, E. L. (2018). *Proyecto de inversión para la elaboración y comercialización de la pizza artesanal en cono, para el sector norte de la ciudad de Quito*. Quito: UCE.
- FoodSafety. (2019). Tabla de conservación de alimentos fríos. from [https://espanol.foodsafety.gov/tablas-de-seguridad-alimentaria-mfu8/Tabla-de-conservaci% c3% b3n-de-alimentos-fr% c3% ados](https://espanol.foodsafety.gov/tablas-de-seguridad-alimentaria-mfu8/Tabla-de-conservaci%c3%b3n-de-alimentos-fr%c3%ados)
- Fuentetaja. (2014). Ficha Técnica Pizza Jamón Y Queso 400g. from <http://exclusivasdiper.com/download/19113.pdf>

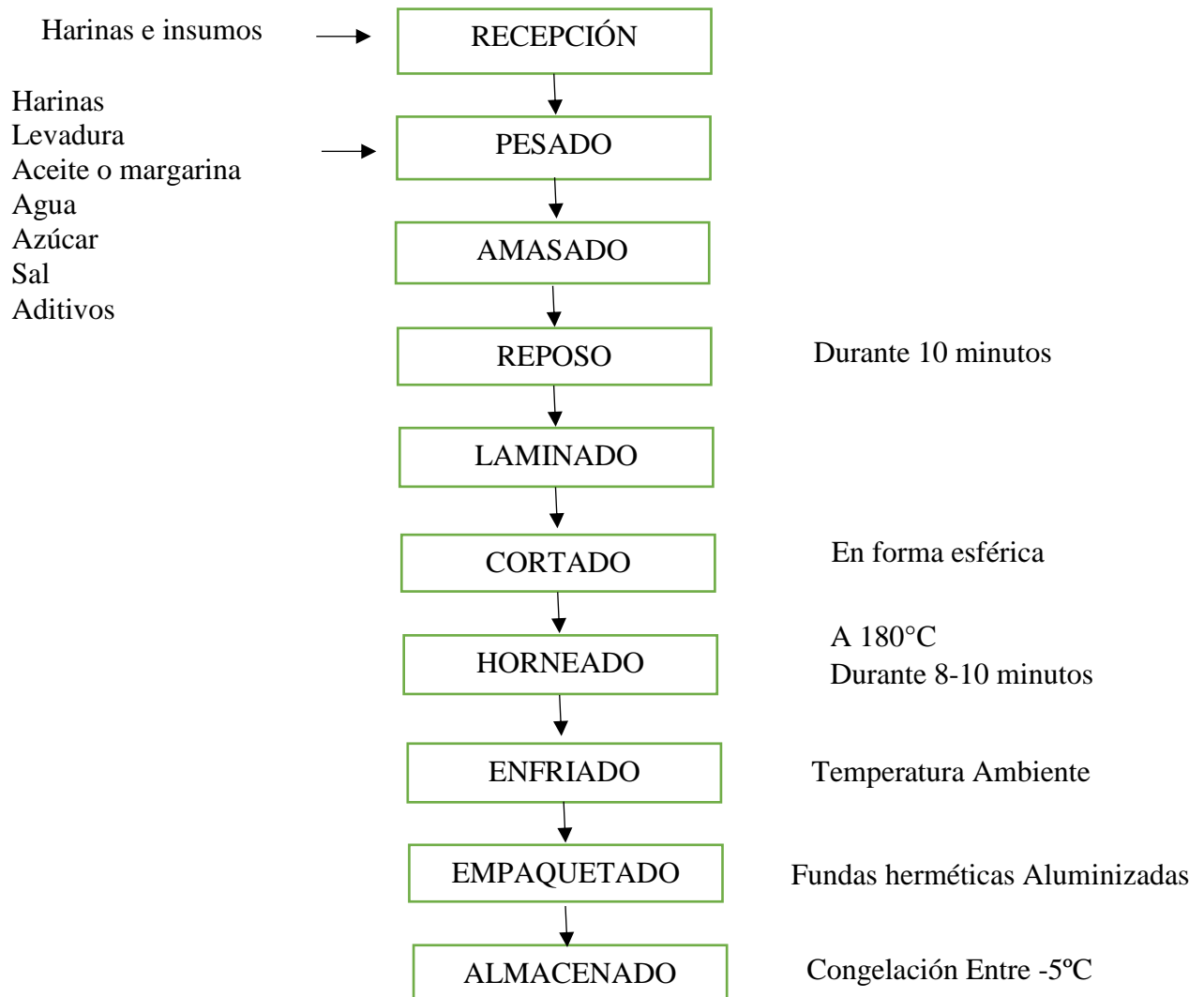
- García Martínez, E. M., Fernández Segovia, I., & Fuentes López, A. (2015). Determinación de polifenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu.
- Hermann, M. (1994). La achira y la arracacha: procesamiento y desarrollo de productos. *Circular CIP*, 20(3), 11-12.
- Hermann, M. (2009). The impact of the European Novel Food Regulation on trade and food innovation based on traditional plant foods from developing countries. *Food policy*, 34(6), 499-507.
- Herrera, E. A. C. (2013). Aplicación de la Microbiología Predictiva para la determinación de la vida útil de los alimentos.
- Horton, D. (2014). Investigación colaborativa de granos andinos en Ecuador.
- Huaccho, C. (2016). *Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón)*. Tesis Mg. Sc. Lima, Perú, UNALM.
- Iacono, D. (2016). Estado nutricional, patrones de consumo alimentario y ejercicio físico en alumnos universitarios.
- Iqbal, M. J., Butt, M. S., Saeed, I., & Suleria, H. A. R. (2018). Physicochemical and Antioxidant Properties of Pizza Dough-base Enriched with Black Cumin (*Nigella sativa*) Extracts. *Current Nutrition & Food Science*, 14, 1-8.
- Jacobsen, S.-E. (2002). *Cultivo de granos andinos en Ecuador: Informe sobre los rubros quinua, chocho y amaranto*: Editorial Abya Yala.
- Jiménez, M. E., & Sammán, N. (2014). Caracterización química y cuantificación de fructooligosacáridos, compuestos fenólicos y actividad antirradical de tubérculos y raíces andinos cultivados en el noroeste de Argentina. *Archivos latinoamericanos de nutrición*, 64(2), 131-138.
- Lalaleo, D. (2017). Caracterización reológica de suspensiones elaboradas a partir harina y residuos de banano de rechazo: Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ....
- López Madrid, K. A. (2019). *Desarrollo y caracterización de galletas elaboradas a partir de harina de camote (Ipomoea batatas), harina de zapallo (Curcubita maxima) y harina de oca (Oxalis tuberosa)*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ....
- Lotero, F. M. M., Gil, J. E. S., Londoño, S. V., Jiménez, J. A. S., & Valenzuela, L. S. T. (2018). Capacidad antioxidante y antimicrobiana de tubérculos andinos (*Tropaeolum tuberosum* y *Ullucus tuberosus*). *U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*. doi: <https://doi.org/10.31910/rudca.v21.n2.2018.1083>

- Manobanda Cunalata, N. A. (2017). *Formulación y caracterización de un pan libre de gluten elaborado a partir de cultivos nativos del Ecuador*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ....
- Mazón, N., Castillo, T., Hermann, M., & Espinosa, A. (1996). La Arracacha ó zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) en Ecuador.
- Medina, J. J. R., Ramírez, K., Rangel-Peraza, J. G., & Aguayo-Rojas, J. (2018). Incremento del valor nutrimental, actividad antioxidante y potencial inhibitorio de  $\alpha$ -glucosida en brownies a base de leguminosas cocidas. *Arch. Latinoam. Nutr*, 68.
- Mesías, A. N. (2018). *Plan de negocios para la creación de una pizzería con productos personalizados en la ciudad de Riobamba*. Quito: Universidad de las Américas, 2018.
- Molina-Rosell, C. (2012). Alimentos sin gluten derivados de cereales. *OmniaScience Monographs*.
- Moore, J., Luther, M., Cheng, Z., & Yu, L. (2009). Effects of baking conditions, dough fermentation, and bran particle size on antioxidant properties of whole-wheat pizza crusts. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 57(3), 832-839.
- Mora, A. M., & Ruano, T. M. (2013). *Incidencia de la masa de oca (*Oxalis tuberosa*) como sustituto parcial de la harina de trigo (*Triticum spp.*) para la elaboración de pan dulce*.
- Mora Peñaherrera, A. D. (2018). Productos sin gluten: un nuevo mercado por explotar en Guayaquil.
- Neyra, M., & Elisa, C. (2019). Efecto del consumo de dieta sin gluten sobre el estado oxidativo/antioxidante en niños celíacos.
- NOM-187-SSA1/SCFI-, N. O. M. (2002). Productos y servicios. Masa, tortillas, tostadas y harinas prepa radas para su elaboración y establecimientos donde se procesan. Especificaciones sanitarias. Información comercial. Métodos de prueba: Diario Oficial de la Federación México.
- NTS, N. (2003). MINSA/DIGESA-V. 01. Norma Sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano. *Ministerio de Salud del Perú*. [www.minsa.gob.pe](http://www.minsa.gob.pe).
- Ocaña, I. A. (2019). *Caracterización fisicoquímica, nutricional y reológica de cultivos andinos infrautilizados*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ....
- Orozco, M. C. A., Garcés, C. L. S., & Rivera, C. H. (2014). Valoraciones agronómicas y de rendimiento en la cosecha de “papa china”(Colocasia esculenta L.) en el trópico húmedo colombiano. *RIAA*, 5(2), 169-180.
- Palacios Castillo, M. (2012). Influencia del blanqueado y secado a dos temperaturas en el contenido de compuestos fenólicos carotenoides y capacidad antioxidante de los tubérculos de mashua (*Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pavón).

- Paz, R., & Pesantez, Z. (2013). Potencialidad del plátano verde en la nueva matriz productiva del Ecuador. *Yachana Revista Científica*, 2(2).
- Ribotta, P. D. (2002). *Estudio de las transformaciones físico-químicas que se producen durante el procesamiento de masas congeladas*. Universidad Nacional de La Plata.
- Rodríguez, A. I. B., Del Moral, J. B., Cortés, H. V. S., & Cárdenas, J. R. A. (2013). Propuesta metodológica para analizar la competitividad de redes de valor agroindustriales. *Revista mexicana de agronegocios*, 32, 231-244.
- Rosell, C. M., Cortez, G., & Repo-Carrasco, R. (2009). Breadmaking use of andean crops quinoa, kañiwa, kiwicha, and tarwi. *Cereal chemistry*, 86(4), 386-392.
- Sánchez Gavilán, I. (2016). Nutrientes y compuestos bioactivos del trigo: fibra y polifenoles.
- Silva, D. (2019). *Aprovechamiento de cultivos andinos tradicionales infrutilizados para el desarrollo de un producto de pastelería tipo muffin*. Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos ....
- Tapia, C. (1996). *Catálogo de recursos genéticos de raíces y tubérculos andinos en Ecuador*: INIAP Archivo Histórico.
- Ureta, M. M. (2015). *Estudio del proceso de horneado de productos panificados dulces*. Universidad Nacional de La Plata.
- Villacrés, E., Rubio, A., Egas, L., & Segovia, G. (2006). Usos alternativos del chocho: Chocho (*Lupinus mutabilis* sweet) alimento andino redescubierto.
- Vincentini, O., Izzo, M., Maialetti, F., Gonnelli, E., Neuhold, S., & Silano, M. (2016). Risk of cross-contact for gluten-free pizzas in shared-production restaurants in relation to oven cooking procedures. *Journal of food protection*, 79(9), 1642-1646.

## ANEXOS

### Anexo A. Diagrama De Proceso de elaboración de masas para pizza



**Anexo B.** Calculo de vida útil según el Modelo de Monod – Hinshelwood

Dónde:  $C_0$  es UFC/g inicial,  $C$  es UFC/g máximo establecido en la norma NTE INEN 1375 y  $Tg$  es el tiempo de generación de la carga microbiana más alta encontrada.

**Masa de Pizza P1**

$$t = \frac{\text{Log } C - \text{Log } C_0}{\text{Log } 2} \times Tg$$

$$t = \frac{\text{Log } 1000 - \text{Log } 300}{\text{Log } 2} \times 30 \text{ días}$$

$$t = 52 \text{ días}$$

**Masa de Pizza P2**

$$t = \frac{\text{Log } C - \text{Log } C_0}{\text{Log } 2} \times Tg$$

$$t = \frac{\text{Log } 1000 - \text{Log } 200}{\text{Log } 2} \times 30 \text{ días}$$

$$t = 70 \text{ días}$$

**Anexo C.** Costo para elaboración de masas para pizza

**Tabla 6.** Materiales Directos e indirectos para masas de pizza

Materiales	Unidad	P1		P2			
		Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)	Cantidad	Costo unitario (\$)	Costo total (\$)
Mashua	g	75,69	0,0336	0,003	75,69	0,034	0,003
Oca	g	6,62	6,60E-05	0,000	6,62	0,000	0,000
Papa China	g	283,82	0,042	0,012	283,82	0,042	0,012
Achira	g	283,82	0,112	0,032	283,82	0,112	0,032
<b>Zanahoria</b>							
Blanca	g	283,82	0,59	0,167	283,82	0,590	0,167
Plátano	g	18,92	1,20E-03	0,000	18,92	0,001	0,000
Chocho	g	47,30	0,16	0,008	47,30	0,160	0,008
Aceite	ml	0,00	0	0,000	300	2,00	2,000
Margarina	g	300,00	2	2,000	0	0	0,000
Huevo	unidad	5	0,15	0,750	10	0,15	1,500
Azúcar	g	250	0,5	0,500	250	0,5	0,500
Levadura	g	25	0,03	0,030	25	0,03	0,030
Goma	g	3	0,036	0,108	0,02	0,036	0,001
Sal	g	25	0,03	0,030	25	0,03	0,030
<b>Fundas</b>							
aluminizadas	Unidad	5	0,075	0,375	5	0,075	0,375
				<b>Total (\$)</b>	4,014		
						<b>Total (\$)</b>	4,657



**Tabla 7.** Costos de los equipos requeridos para el procesamiento de masas para pizza

Descripción	Costo unitario (\$)	Depreciación años	Costo anual (\$)	Costo día (\$)	Costo hora (\$)	Horas utilizable	Total (\$)
Balanza	20,00	10	2,00	0,008	0,001	0,5	0,001
cocina	250,00	10	25,00	0,100	0,013	4	0,050
Horno	450,00	10	45,00	0,180	0,023	0,5	0,011
Selladora	15,00	10	1,50	0,006	0,001	0,5	0,000
Mesa	20,00	5	4,00	0,016	0,002	0,5	0,001
Utensilios	15,00	5	3,00	0,012	0,002	0,5	0,001
<b>Total (\$)</b>							<b>0,064</b>

**Tabla 8.** Costos de insumos básicos para el procesamiento de masas para pizza

Servicios	Cantidad	Unidad	Costo Unitario (\$)	Costo Total (\$)
Electricidad	0,25	kWh	0,09	0,0225
Agua	0,025	m3	0,45	0,01125
<b>Total (\$)</b>				<b>0,034</b>

**Tabla 9.** Costos de personal para el procesamiento de masas para pizza

Personal	Sueldo	Tiempo utilizable	Costo/hora (\$)	Costo total (\$)
1	400,00	2	2,50	5,00
<b>Total (\$)</b>				<b>5,00</b>

**Tabla 10.** Inversión estimada para la elaboración de masas para pizza pre-cocidas con

tubérculos andinos y residuos agroindustriales

<b>Capital de trabajo</b>	<b>Monto P1</b>	<b>Monto P2</b>
<b>Materiales directos e indirectos</b>	4,014	4,657
<b>Equipos requeridos</b>	0,064	0,064
<b>Insumos básicos</b>	0,03375	0,03375
<b>Personal</b>	5,00	5,00
<b>Total (\$)</b>	9,112	9,755
<b>Cantidad de empaque</b>	5	5
<b>Costo Unitario (\$)</b>	1,82	1,95
<b>Tasa de Rentabilidad (20%)</b>	0,36	0,39
<b>Precio de Venta (\$)</b>	<b>2,19</b>	<b>2,34</b>

## Anexo D. Balance de materia para masas de pizza

**Tabla 11.** Balance de materia para masas de pizza P1

<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>
A: Harina de tubérculos y residuos agroindustriales	I: Desperdicios
B: Agua	
C:Huevo	J: Agua
D:Sal	
E:Levadura	K: Masas de pizza
F: Margarina	
G:Azúcar	
H: Goma	

**Tabla 12.** Pesos de cada operación de elaboración de masas de pizza P1

<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>
A: 100g	I: 5g
B: 40g	
C:50g	J: 45g
D:0.4g	
E:1.02g	K: Masas de pizza
F: 30g	
G:0.06	
H: 0.3	

Balance de materia P1

$$A+B+C+D+E+F+G+H=I+J+K$$

$$100+40+50+0.4+1.02+30+0.06+0.3=5+45+k$$

$$K=171.48g$$

**Tabla 13.** Balance de materia para masas de pizza P2

<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>
A: Harina de tubérculos y residuos agroindustriales	I: Desperdicios
B: Agua	
C:Huevo	J: Agua
D:Sal	
E:Levadura	K: Masas de pizza
F: aceite	
G:Azúcar	
H: Goma	

**Tabla 14.** Pesos de cada operación de elaboración de masas de pizza P2

<b>Entradas</b>	<b>Salidas</b>
A: 100g	I: 4g
B: 40g	
C:50g	J: 47g
D:0.4g	
E:1.02g	K: Masas de pizza
F: 30ml	
G:0.06	
H: 0.3	

**Balance de materia P2**

$$A+B+C+D+E+F+G+H=I+J+K$$

$$100+40+50+0.4+1.02+30+0.06+0.3=4+47+k$$

$$K=170.48g$$