



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MASA MADRE COMO
INSUMO, EN LA INDUSTRIA DE PANIFICACIÓN

Autora

Jenniffer Carolina Suárez Cerón

Año
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE MASA MADRE COMO
INSUMO, EN LA INDUSTRIA DE PANIFICACIÓN

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial y de Alimentos

Profesor guía

MSc. Darío Miguel Posso Reyes

Autora

Jenniffer Carolina Suárez Cerón

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Evaluación del proceso de producción de masa madre como insumo, en la industria de panificación, a través de reuniones periódicas con la estudiante Jenniffer Carolina Suárez Cerón, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”

Darío Miguel Posso Reyes
Máster en Ciencias e Ingeniería de los Alimentos
C.I: 1713040952

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Evaluación del proceso de producción de masa madre como insumo, en la industria de panificación, de la estudiante Jenniffer Carolina Suárez Cerón, en el semestre 2018-2, dado cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación”.

Elsy Paola Carrillo Hinojosa
Máster en Alimentos y Nutrición
C.I: 1708625403

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Jennifer Carolina Suárez Cerón

C.I: 0603966409

AGRADECIMIENTO

A Dios por darme fortaleza y sabiduría. A mis padres Germán y Rocío por ser el pilar fundamental en mi vida, por darme la confianza y soporte para cumplir con mis propósitos. A mi hermana Jhoselin que a pesar de la distancia en estos últimos meses ha sido mi compañía, mejor amiga y consejera. A mi mejor amigo, compañero y apoyo por cada experiencia compartida. A mis abuelos Arturo, Carmen, Juan e Inés, tíos y primos por ser parte de mi formación. A mi profesor y tutor Darío Posso por ser la guía y respaldo para culminar el presente Trabajo de Titulación.

DEDICATORIA

A Dios por ser mi fortaleza en todo momento. A mis padres Germán y Rocío quienes son mi guía y respaldo. A mi hermana Jhoselin mi soporte, amiga y compañera.

RESUMEN

El presente trabajo de titulación consistió en evaluar el proceso de producción de la masa madre como insumo en la industria de panificación. Se elaboró una masa madre tipo artesanal con sacarosa y otra con fructosa, durante tres días se realizaron refrescos, la temperatura de fermentación fue de 20°C, para la conservación se bajó la temperatura a 2-3°C y se refrigeró entre 5 y 7°C, el pH final fue de 3.7 a 3.3. Se realizó la cuantificación de levaduras de la masa madre, se utilizó el insumo para la elaboración de pan, se realizó el análisis de aceptabilidad para evaluar las características organolépticas (olor, color, sabor, textura y sobresabor) del producto final y se realizó el análisis beneficio-costos del insumo. En la cuantificación de levaduras no se presentaron diferencias estadísticamente significativas lo que se pudo dar por la similitud en el proceso de elaboración del insumo y la materia prima. Dentro del análisis de aceptabilidad, el color, olor, sabor, textura y sobresabor tuvieron una calificación entre regular y muy buena lo que determinó que los encuestados prefieren el pan corriente al pan con masa madre. La textura del pan presentó una diferencia estadísticamente significativa posiblemente por la presencia de exopolisacáridos generados por las bacterias ácido lácticas. El beneficio-costos por cada funda de 800 g de masa madre es de \$ 2.11, si el insumo es vendido a un PVP de \$ 23.50.

Palabras clave: Masa madre, sacarosa, fructosa, características organolépticas y beneficio-costos.

ABSTRACT

The aim of this study was to evaluate a sourdough production, as an ingredient in bread industry. It made traditional sourdough with sucrose and fructose, during three days refresh, fermentation temperature was 20°C, for conservation first temperature was lower to 2-3°C and refrigerated between 5 and 7°C, final pH of sourdough was at 3.7-3.3. It made yeast quantification of sourdough, that foodstuff used to make bread, it made acceptability analysis to evaluate sensory evaluation (odor, color, taste, texture and mouth feel) of final product and it made benefit-cost analysis of foodstuff. In yeast quantification did not significant variation that could be produce for process and raw material. Within sensory evaluation, color, odor, taste, texture and mouth feel had regular and very good qualification that determine surveyed prefer ordinary bread than bread with sourdough. Bread texture showed significant variation due to probably presence of exopolysaccharides produced by lactic acid bacteria. Benefit-cost by each plastic cover with sourdough of 800 g is \$ 2.11, if foodstuff is sell to public in \$ 23.50.

Key words: sourdough, sucrose, fructose, sensory evaluation and cost-benefit.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1.1 Objetivo General.....	3
1.1.2 Objetivos específicos.....	3
2. MARCO TEÓRICO	4
2.1 Características generales del trigo.....	4
2.2 Masa Madre.....	5
2.2.1 Usos de la masa madre	10
2.3 Características de las levaduras	10
2.3.1 Proceso de fermentación	11
2.3.2 Levaduras Comerciales	12
3. MATERIALES Y MÉTODOS	13
3.1 Materiales de la masa madre.....	13
3.2 Preparación de masa madre.....	14
3.3 Preparación del pan.....	15
3.4 Diseño experimental	16
3.5 Análisis de las levaduras de la masa madre	16
3.6 Análisis sensorial del pan	16
3.7 Análisis de beneficio-costos de la masa madre	17
3.8 Análisis estadístico	17
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17

4.1 Estandarización del proceso de producción de la masa madre.....	17
4.5 Análisis de las levaduras de la masa madre	21
4.6 Análisis de aceptabilidad del pan con masa madre.....	24
4.7 Análisis de beneficio-costo de la masa madre	29
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	32
6.1. Conclusiones	32
6.2 Recomendaciones	33
REFERENCIAS.....	34
ANEXOS	40

1. INTRODUCCIÓN

La masa madre y productos horneados están involucrados en la historia desde el inicio de la civilización humana (Cappelle, Guylaine, Gänzle y Gobbetti, 2013). Las principales civilizaciones que consumían pan eran Babilonia, Egipto, Grecia y Roma desde el año 8000 antes de Cristo (Chavan y Chavan, 2011). Se documentó que la primera producción y el consumo de pan fermentado y acidificado fue en el segundo milenio antes de Cristo. El pan con masa madre tiene una antigüedad de más de 5.000 años y fue encontrado en una excavación en Suiza (Cappelle et al., 2013). Los primeros panes fermentados según estudios se elaboraron en Sumeria (Díaz, 2016).

Posteriormente, los egipcios profundizaron y sistematizaron conocimientos sobre la producción de pan, convirtiéndolo en un alimento de consumo frecuente, y habitual en la dieta (Díaz, 2016). Esta civilización descubrió que al dejar por cierto tiempo una mezcla de harina y agua, se obtiene una masa fermentada, que se usaba para elaborar panes ligeros y suaves (Cappelle et al., 2013). De la misma manera, describieron y establecieron que los panes de trigo y centeno eran los mejores en comparación con panes elaborados a partir de otros cereales. Según los egipcios, el contenido de gluten evitaba que los gases que se forman, se escapen y formen burbujas durante el proceso de fermentación para obtener panes blandos y esponjosos (Díaz, 2016).

La fermentación del pan fue un proceso desconocido hasta el descubrimiento y descripción de las levaduras por parte de Louis Pasteur en Europa. Estas levaduras intervienen particularmente en la transformación de los carbohidratos presentes en la harina en dióxido de carbono y alcohol etílico (Díaz, 2011). La especie *Saccharomyces cerevisiae* es la levadura más usada dentro del proceso de elaboración de pan. Esta es una especie que permite incrementar el volumen

de la masa mediante producción de CO₂, y proporciona sabor y textura al pan (Asyikeen, Ma'aruf, Sahilah, Khan y Aida, 2013).

Aproximadamente 1,8 millones de personas en el mundo consumen distintos tipos de panes dependiendo de sus hábitos culturales. La producción de pan tiene como objetivo transformar la harina de los cereales en alimentos ricos, apetitosos y digeribles. Una variedad de pan es aquella elaborada con masa madre, proceso biotecnológico de fermentación antiguo dentro de la producción de alimentos (Chavan y Chavan, 2011).

El uso de masa madre se redujo para la elaboración de pan porque descubrieron que al emplear levadura de cerveza (*Saccharomyces cerevisiae*) inducía e incrementaba el volumen de la masa de panificación (Díaz, 2016). Sin embargo, Sadeghi (2008) establece que el pan fresco con levadura presenta un corto tiempo de vida útil por factores como envejecimiento y ataque microbiano. El envejecimiento se produce por variaciones físicas y químicas que provocan un deterioro gradual y se va perdiendo la frescura y textura de la miga (Chavan y Chavan, 2011).

Por esta razón, actualmente se está retomando el uso de masa madre con el fin de mejorar la textura, sabor y disminuir el deterioro del pan (Chavan y Chavan, 2011). Estas características que la masa madre le atribuye al pan se deben a las bacterias ácido lácticas y levaduras como *Saccharomyces exiguus*, *Pichia norvegensis*, entre otras (Rehaman, Paterson y Pigott, 2007). La disminución del deterioro del pan con masa madre se asocia con la producción de ácidos orgánicos y la acidificación del medio, por el aumento de la actividad de las amilasas y proteasas de la harina (Arendt, Liam y Fabio, 2007).

En consecuencia, se requiere facilitar o evitar el proceso complejo para la obtención de masa madre (Chavan y Chavan, 2011). Si no se cuenta con un cultivo inicial bien formado para la fermentación, no va a presentar una textura ni sabor igual entre los productos (Minervini, De Angelis, Di Cagno y Gobbetti, 2014). Esto puede variar dependiendo del tipo de cereal, cantidad de carbohidratos, nutrientes, pH, oxígeno, potencial redox y tiempo (Van Kerrebroeck, Maes y De Vuyst, 2017).

A partir de esta problemática, se pretende caracterizar la producción de masa madre y facilitar su uso como insumo en la fabricación de pan.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivo General

- Evaluar el proceso de producción de masa madre como insumo en la industria de panificación.

1.1.2 Objetivos específicos

- Estandarizar el proceso de producción de la masa madre.
- Determinar el efecto de la población de levaduras en el pH de la masa madre.
- Analizar las características organolépticas del pan elaborado con masa madre.

- Realizar el análisis beneficio-costos de la elaboración de la masa madre.

2. MARCO TEÓRICO

2.1 Características generales del trigo

El cultivo de trigo fue propagado en América a partir de la colonización europea en el siglo XVI. Fray Jodoco Ricke en Ecuador sembró trigo en donde actualmente se localiza la Plaza San Francisco de Quito (Asociación Ecuatoriana de Molineros, 2010). En el Ecuador el trigo, arroz, maíz y cebada son la base de la alimentación de la población (Garófalo, Ponce-Molina, y Abad, 2011). El consumo anual per cápita de trigo es de 43 kilos, utilizado en harina, pan, galletas y fideos (Sistema de información Pública Agropecuaria, 2015).

La producción nacional de trigo provee cerca de 0.5% de la demanda local (Sistema de información Pública Agropecuaria, 2016). Se cultiva en la región interandina entre 2000 a 3000 msnm, en las provincias de Imbabura, Pichincha, Chimborazo, Bolívar, Cañar y Loja (Garófalo et al., 2011).

En el Ecuador las variedades de trigo se han mejorado para adaptarlas a las condiciones de la región Sierra gracias al Instituto Nacional Autónomo de Investigaciones Agropecuarias (INIAP). Entre las variedades vigentes son INIAP-Chimborazo 78, INIAP-Cojitambo 92, INIAP-Zhalao 2003, INIAP-Vivar 2010, INIAP-San Jacinto 2010 e INIAP-Mirador 2010. Se caracterizan por ser resistentes a la roya amarilla y de la hoja, alto rendimiento y calidad industrial (Garófalo et al., 2011).

2.2 Masa Madre

La masa madre es la mezcla entre harina y agua, que se fermenta por bacterias ácido lácticas y levaduras de forma espontánea o a partir de un cultivo iniciador (Lhomme, 2016).

La civilización egipcia observó y determinó que, al mantener una mezcla de harina y agua durante un tiempo, se obtiene una masa fermentada que junto otra masa fresca, producía panes esponjosos y ligeros. En el año 8000 antes de Cristo, Grecia adoptó el uso de masa madre gracias a los egipcios. En América del Norte, la masa madre fue utilizada por los buscadores de oro. Durante aproximadamente 150 años se ha desarrollado y difundido el uso de masa madre en las panaderías de San Francisco (USA) hasta la actualidad (Cappelle et al., 2013).

En varios países como China, Francia, Estados Unidos, Bélgica se han realizado estudios sobre la composición microbiológica de la masa madre, mediante técnicas como secuenciación de alto rendimiento, métodos de cultivo dependientes y electroforesis permitiendo aislar las diversas especies. La carga microbiana de las masas madre dependen de distintos factores como harina y medio ambiente (Liu et al., 2018).

La composición microbiológica de la masa madre alrededor del mundo es distinta. En países como Estados Unidos predominan las especies *Lactobacillus sanfranciscensis* y *Candida humilis*, en Rusia *Lb. brevis*, en Mexico *Lb. confusa*, en Italia *Lb. fermentum* y *Kazachstania exigua* y en Belgica *Lb. acidifarinae* y *S. cerevisiae* (De Vuyst et al., 2014). La ubicación geográfica puede influenciar en

la diversa composición microbiológica de la masa madre y también el proceso de muestreo e identificación específica de los microorganismos (Liu et al., 2018).

Existen distintos parámetros que influyen la composición microbiológica de la masa madre, como potencial de hidrógeno, potencial redox, hidratación, tiempo de fermentado, cantidad de refrescos de la masa, temperatura de conservación y uso de cultivos iniciadores (Lattanzi et al., 2013).

Las levaduras y bacterias ácido lácticas que componen la masa madre (Gänzle y Ripari, 2016), presentan una actividad metabólica que al combinarse con la actividad enzimática de los cereales determinan la calidad de la masa madre (Gänzle, 2014). Para mantener los microorganismos de la masa madre tanto a nivel artesanal como industrial se realizan refrescos continuos. Los refrescos son un proceso de reactivación de las levaduras y bacterias ácido lácticas, mediante la adición de harina y agua a la masa madre obtenida el día anterior. El control de la acidez, acidificación o capacidad fermentativa de la masa madre puede conservar los microorganismos, pero no siempre se mantiene constante (Gänzle y Ripari, 2016).

Los microorganismos de la masa madre cumple con las actividades metabólicas que se observan en la tabla 1.

Tabla 1

Actividades metabólicas de los microorganismos de la masa madre.

Microorganismos	Actividades Metabólicas		
	Acidificación	Sabor	Fermentación

Levaduras		X	X
Bacterias ácido lácticas	X	X	
Bacterias ácido lácticas especie heterofermentativa			X

Adaptada de (De Vuyst, Harth, Van Kerrebroeck, y Leroy, 2016).

La mayor parte de bacterias aisladas de la masa madre son de los géneros *Lactobacillus*, *Leuconostoc*, *Weissella*, *Pediococcus* y *Enterococcus*. Las especies de bacterias que se puede encontrar son *L. sakei*, *L. crustorum*, *L. buchneri*, *L. nantensis*, *L. mindensis*, *L. brevis*, *L. plantarum*, *L. reuteri*, *L. pontis*, *L. casei*, *L. kimchi*, *L. curvatus*, *L. sanfranciscensis*, *L. spicheri*, *L. amylovorus*, *W. cibaria* y *W. confusa* (Michel et al., 2016).

Las levaduras presentes con mayor frecuencia en las masas madre son *Saccharomyces cerevisiae*, *Kazachstania exigua*, *Candida humilis*, *Pichia kudriavzevii*, *Meyerozyma guilliermondii*, *Torulaspora delbrueckii* y *Wickerhamomyces anomalus* (De Vuyst et al., 2014). Una masa madre por lo general cuenta con una o dos especies de levaduras, principalmente las agrupaciones son *C. humilis* y *K. exigua*, *P. kudriavzevii* y *S. cerevisiae* (Vrancken et al., 2010).

Las levaduras como *Meyerozyma guilliermondii* y *Wickerhamomyces anomalus* poseen una actividad antifúngica permitiendo alargar el tiempo de vida útil del pan. El efecto contra los hongos se le atribuye por la formación de etanol y acetato de etilo durante la elaboración de la masa madre (Debonne et al., 2018) Las levaduras y bacterias ácido lácticas de la masa madre generadas en el proceso de fermentación producen diversos ácidos orgánicos y compuestos

orgánicos aromáticos como ésteres, aldehídos y alcoholes que otorgan al pan características organolépticas particulares (Yu, Wang, Qian, Zhang, y Qi, 2018).

La relación aproximada de los microorganismos presentes en la masa madre es de 100:1 (bacterias ácido lácticas:levaduras). Las bacterias ácido lácticas producen exopolisacáridos, enzimas y ácidos orgánicos que proporcionan características de calidad positivas al pan. Las levaduras tienen la función de transformar los azúcares en alcohol y CO₂, lo que ayuda al volumen y proporciona aroma al pan (Liu et al., 2018).

Las masas madre artesanales son específicas del lugar en donde son elaboradas ya que la carga microbiana puede cambiar por factores ecológicos. En estas masas, los alcoholes producidos por la fermentación de las levaduras son más concentrados a comparación con la masa madre tipo II. El tiempo, temperatura y cantidad de refrescos influyen en la fermentación de la carga microbiana y la oxidación de lípidos, que afectan a los compuestos volátiles. Se ha documentado la presencia 540 compuestos volátiles (aldehídos, cetonas, ésteres, alcoholes, ácidos) en distintas masas madre y pan con masa madre (Pétel, Onno, y Prost, 2017).

Las masas madres se pueden clasificar en tres tipos: tipo I, tipo II y tipo III

Tipo I: también denominada masa madre artesanal o tradicional, para mantenerla se debe utilizar una porción de la fermentación previa (Chavan y Chavan, 2011). No se adiciona levadura, se realizan refrescos constantemente y se agregan otros ingredientes como fruta, azúcar, sal, mosto de uva (Minervini, Lattanzi, Dinardo, De Angelis, y Gobbetti, 2017).

Tipo II: tipo de masa industrial, se emplean cultivos iniciadores para la fermentación como *Saccharomyces cerevisiae* (Chavan y Chavan, 2011). Generalmente son masas líquidas, se fermentan a temperaturas mayores a 30°C entre 24 y 72 horas (Van Kerrebroeck et al., 2017).

Tipo III: es similar a la masa madre tipo II, pasan por un proceso de secado (liofilización, secado por pulverización, en tambor, en lecho fluido) y estabilización luego de su elaboración. Se utiliza en la industria debido a su estabilidad en la elaboración de productos. Predominan bacterias ácido lácticas que resisten al proceso de secado como *Pediococcus pentosaceus*, *Lactobacillus plantarum* y *Lactobacillus brevis* (Cappelle et al., 2013)

En la tabla 2, se indican diferentes tipos de almacenamiento y temperaturas para la conservación de la masa madre dependiendo del tiempo.

Tabla 2

Formas de almacenamiento de la masa madre en distintos tiempos.

Tiempo	Formas
Entre 2 a 3 días	La masa madre líquida se almacena entre 1 a 2°C y posteriormente se mantiene a refrigeración a 4-5°C, sin refresco previo.
Más de 10 días	Se mantiene en refrigeración entre 4 a 5°C, se debe realizar entre uno o dos refrescos para la activación del metabolismo de las bacterias ácido lácticas y levaduras.
Entre 20 a 30 días	Se puede almacenar a 4-10°C, agregando previamente harina y agua sin fermentar. Al conservar a una temperatura entre 5 a 20°C, se deben realizar varios refrescos para la reactivación de la masa.

Más de 30 días	Se puede secar mediante la incorporación de harina y finalmente se debe triturar.
Varios meses	Se debe mantener a una temperatura entre 4 a 5°C, es necesario realizar mínimo dos refrescos.

Adaptada de (Corsetti, 2013 y Lattanzi, Minervini y Gobbetti, 2014).

2.2.1 Usos de la masa madre

La masa madre tradicionalmente es utilizada como ingrediente para la elaboración de pan horneado y al vapor en algunos países como Bélgica, China, Dinamarca, Estonia, Etiopía, Finlandia, Francia, Alemania, Grecia, Italia y Estados Unidos. Alrededor del mundo se ha mantenido su consumo ya que permite mejorar la calidad organoléptica y nutricional del pan (Gobbetti, Rizzello, Di Cagno, y De Angelis, 2014). La principal función de la masa madre es fermentar, al igual que las levaduras comerciales, pero su uso se ha diversificado siendo utilizada como un aditivo en la industria de panificación (Gänzle y Ripari, 2016).

En varios países de Europa, entre el 30 y 50% de panes son elaborados con masa madre. En panaderías pequeñas y medianas en Italia, se producen 200 tipos de panes con masa madre artesanal, también se elaboran pizzas, galletas, productos horneados dulces y sin gluten (Gobbetti, Minervini, Pontonio, Di Cagno, y De Angelis, 2016).

2.3 Características de las levaduras

Las levaduras se caracterizan por ser organismos eucariotas que presentan diversas formas tamaño y color. Pertenecen al reino Fungi, son hongos unicelulares, por lo general sus células tienen forma ovalada, cilíndrica, esférica o elíptica (Suárez, Garrido, y Guevara, 2016). La reproducción puede ser por fisión binaria o gemación, son heterótrofas por lo que necesitan de materia orgánica para obtener energía y nutrientes (Shurson, 2018).

Las levaduras son anaerobias facultativas, es decir, crecen y sobreviven en ambientes con ausencia o presencia de oxígeno (Shurson, 2018). Se caracterizan por tolerar un pH entre 3 y 10, pero el pH óptimo para su crecimiento es ligeramente ácido entre 4.5 y 6.5 (Suárez et al., 2016).

Los seres humanos utilizaron levaduras para la elaboración de diversos productos fermentados, en el año 7000 antes de Cristo en las regiones Caucásicas y Mesopotamia (Pérez et al., 2015). Se descubrió en Egipto que los primeros panes elaborados fermentaban por la presencia de levaduras y bacterias ácido lácticas existentes en la masa madre (Cappelle et al., 2013).

Las levaduras que se utilizaban para la elaboración de pan y cerveza, fueron descubiertas gracias al microscopio por Anton van Leeuwenhoek (Díaz, 2016). Louis Pasteur en 1845 explicó y determinó la función de las levaduras en los procesos de fermentación. En la fermentación de los azúcares se encontró la presencia de *Saccharomyces cerevisiae* que permitía la producción de CO₂ y etanol. Se reemplazo el uso de masa madre para la producción de pan a finales del siglo XIX, debido al empleo común de levadura aislada (Pérez et al., 2015).

2.3.1 Proceso de fermentación

La actividad metabólica de las levaduras es transformar los azúcares en CO₂ y etanol (Alfonzo et al., 2017). Los nutrientes son obtenidos cuando se generan y libera enzimas proteolíticas, glucolíticas o lipolíticas con el fin de digerir materia orgánica o se absorben aminoácidos y monosacáridos por medio de la pared celular (Shurson, 2018). Las levaduras utilizan los azúcares simples como glucosa y fructosa para el proceso fermentativo. Estos azúcares son producidos con ayuda de las acciones enzimáticas en moléculas de sacarosa, maltosa, almidón y otros carbohidratos (Faqir, Sabir, Muhammad, y Pasha, 2010).

En la masa madre, las levaduras preexistentes en la harina se reproducen generando un inóculo, que favorece al sabor por medio del proceso de fermentación de la glucosa y las transformaciones de aminoácidos (Harth, Van Kerrebroeck, y De Vuyst, 2016).

2.3.2 Levaduras Comerciales

Algunas levaduras en la industria alimentaria intervienen en el proceso de fermentación para la producción de bebidas alcohólicas y no alcohólicas, suplementos nutricionales, productos de panificación y repostería, entre otros (Quintilla et al., 2018). También pueden ser utilizadas para la obtención de pigmentos, extractos, biomasa y vitamina del complejo B (Vásquez, Ramírez, y Monsalve, 2016). La especie *Saccharomyces cerevisiae* es conocida como levadura de panadería y es la más utilizada debido a sus adaptaciones genética y fisiológica (Nandy y Srivastava, 2018).

La masa madre fue reemplazada por la levadura de panadería debido a que es un agente leudante y facilita la producción a nivel industrial (De Vuyst et al., 2016). Se obtiene alrededor de 2 millones de toneladas a nivel mundial de

levadura de panadería (Takagi y Shima, 2015). Las funciones de la levadura en la masa de panificación son generación de CO₂, formación de diversos compuestos aromáticos y proporciona textura (Birch, Petersen, Arneborg, y Hansen, 2013).

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Materiales de la masa madre

Harina

La harina de trigo integral utilizada fue adquirida en un molino de la ciudad de Quito, contenía una mezcla de variedades de trigo de la cual se desconoce el porcentaje que la compone. En Ecuador el trigo se cultiva principalmente en las provincias de Chimborazo y Bolívar (SIPA, 2016).

La harina de trigo blanca utilizada fue de una marca comercial con trigo importado principalmente. En el Ecuador aproximadamente el 99,5% de trigo importado de países como Canadá, Estados Unidos, Argentina, Brasil, Ucrania y Rusia (SIPA, 2016).

Agua purificada

El agua utilizada fue de una marca comercial, fue purificada para disminuir el riesgo de contaminación externa a la masa madre.

3.2 Preparación de masa madre

La masa madre se preparó con los materiales antes mencionados en los laboratorios de la carrera de Ingeniería Agroindustrial y de Alimentos de la Universidad de las Américas en Quito. Las condiciones ambientales de este lugar promediaron 20-22°C y una humedad relativa de 35-37%. El procedimiento que se indica en la figura 1 fue adaptado de Corsetti, 2013, en donde indica que la masa madre se prepara a partir de la mezcla de harina, agua y un azúcar. Para medir la concentración de sólidos totales de la solución de sacarosa/fructosa se utilizó el refractómetro óptico marca BOECO modelo HRN32 y para medir el pH de la masa madre se utilizó el potenciómetro portátil marca HANNA modelo HI 99161.

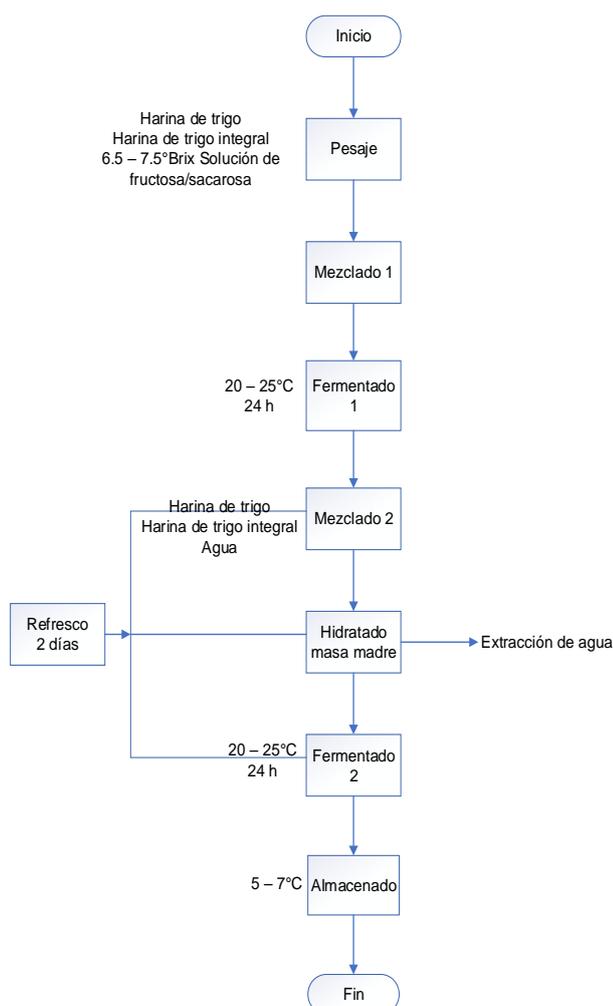


Figura 1. Diagrama de flujo la preparación de masa madre.

3.3 Preparación del pan

Se realizó una adaptación del procedimiento de la preparación de pan con masa madre de Ambrogina, Bottega y Mariorti, 2013. Se cambiaron los porcentajes de materias primas utilizadas y se activó la masa madre con harina de trigo (blanca e integral) y agua en proporción 1:1:1 como se observa en la figura 2.

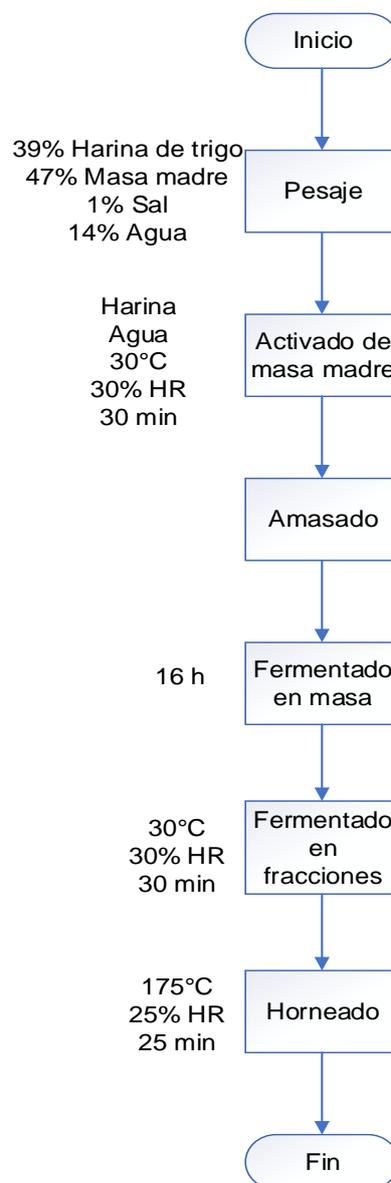


Figura 2. Diagrama de flujo de la preparación de pan.

3.4 Diseño experimental

Para el diseño experimental de la masa madre, se realizaron dos tratamientos en el primero se agregó 3% de sacarosa y en el segundo se agregó el 3% de fructosa. Se realizaron 3 repeticiones con 3 réplicas de cada tratamiento, para el análisis de las levaduras y la aplicación de los tratamientos en la preparación de pan.

3.5 Análisis de las levaduras de la masa madre

Para este análisis se pesó 5 g de masa madre y se mezcló con 45 mL de caldo de peptona. Posteriormente, se realizaron 3 diluciones de cada tratamiento. La metodología aplicada para la cuantificación de levaduras fue el método de vertido y se utilizó el medio de cultivo Agar Saboraud Dextrosa + cloranfenicol específico para levaduras (Cuervo, 2010). Se colocaron las muestras en la incubadora a 25°C durante cuatro días.

3.6 Análisis sensorial del pan

Se realizó un test de aceptación para determinar la aprobación del producto por un determinado grupo de personas (Espinosa, 2007). Se calificó por medio de una escala hedónica, del 1 al 5, siendo 5 me encanta, 4 me gusta, 3 regular, 2 no me gusta y 1 me desagradó. Se realizó el análisis sensorial a 30 personas que se encontraban en la Universidad de las Américas durante tres ocasiones las mismas personas. Se les proporcionó a los encuestados seis muestras de pan con masa madre y se les facilitó un vaso de agua para limpiar el paladar.

3.7 Análisis de beneficio-costo de la masa madre

Se recolectaron los precios de las maquinarias, equipos y materiales para la elaboración de masa madre a una escala piloto, en donde se obtuvo el flujo de caja, balance general, estado de pérdidas y ganancias y el punto de equilibrio que contribuyeron a establecer el costo del producto y el beneficio al venderlo (Alvarado, 2014).

3.8 Análisis estadístico

Para el análisis de levaduras en la masa madre, se realizó un análisis de varianza (ANOVA) en un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con tres repeticiones, tres réplicas y tres submuestras de cada tratamiento. La fuente de variación o bloqueo es el día que se realizó la adquisición de la harina de trigo (los días lunes de las tres semanas que se realizó el experimento).

Para el análisis de sensorial del pan con masa madre, se realizó un ANOVA en un diseño completo al azar (DCA) con tres repeticiones y tres réplicas de cada tratamiento. Se realizó la prueba de separación de medias Tukey al 5% cuando existió diferencias significativas entre los tratamientos. El programa estadístico utilizado fue STATGRAPHICS Centurion XVI versión 16.2.04.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Estandarización del proceso de producción de la masa madre

En la tabla 3, se indican los parámetros aplicados hasta obtener el proceso de producción estandarizado de la masa madre. El proceso de estandarización se realizó a partir de la preparación de Corsetti, 2013. Los refrescos, temperatura y la forma de conservación, fueron variando debido a que estas masas madre al ser utilizadas para la elaboración de pan, no se obtenía los resultados esperados, es decir el pan no aumentaba de tamaño y presentaba partes crudas.

Tabla 3

Proceso de estandarización de la masa madre.

Inicial	Intermedia	Final
Refrescos: 2 días $^{\circ}\text{T} = 25^{\circ}\text{C}$ Conservación: 5 a 7°C pH final: 3,5 – 4,0	Refrescos: 2 días Adición de bicarbonato $^{\circ}\text{T} = 20^{\circ}\text{C}$ Conservación: 5 a 7°C pH final: 4,0 – 4,5	Refrescos: 3 días $^{\circ}\text{T} = 20^{\circ}\text{C}$ Conservación: bajar temperatura entre 2 a 3°C y conservar entre 5 a 7°C pH final: 3,6 – 3,3

A partir de la metodología final (figura 1) del proceso de estandarización, se estableció la formulación (tabla 4) del día 0, 1, 2 y 3 para la preparación de la masa madre. Como se puede observar en la tabla 4, cada día varía el porcentaje de los ingredientes utilizados, ya que del día 1 al 2 se realiza una hidratación de la masa madre para su conservación y del día 2 al 3 se realiza el mismo procedimiento.

Tabla 4

Formulación de la masa madre.

Día 0	Día 1
Agua = 42%	Agua = 20%
Fructosa/sacarosa = 3%	Pie de masa = 25%

Harina de trigo = 35%	Harina de trigo = 20%
Harina de trigo integral = 20%	Harina de trigo integral = 35%
Total = 100%	Total = 100%
	140% de hidratación para conservar la masa madre.
Día 2	Día 3
Agua = 8%	Agua = 15%
Pie de masa = 50%	Pie de masa = 40%
Harina de trigo = 18%	Harina de trigo = 17%
Harina de trigo integral = 24%	Harina de trigo integral = 28%
140% de hidratación para conservar la masa madre.	Total = 100%
	140% de hidratación para conservar la masa madre.

Para la elaboración de la masa madre que se observa en la figura 3, no se utilizó un cultivo starter, es una masa tipo I o artesanal y se realizaron tres refrescos. Para obtener una masa madre se cuentan con distintos procesos y formulación dependiendo del país. Por ejemplo, la masa madre de Alemania típicamente se elabora en tres pasos, se utiliza un cultivo starter y se realizan tres refrescos para obtener el producto final (De Vuyst et al., 2014). Esta diferencia entre los procesos, puede provocar un cambio de la carga microbiológica y según De Vuyst et al., 2014 la harina y el ambiente son factores que permiten el desarrollo del inóculo inicial de la masa madre.

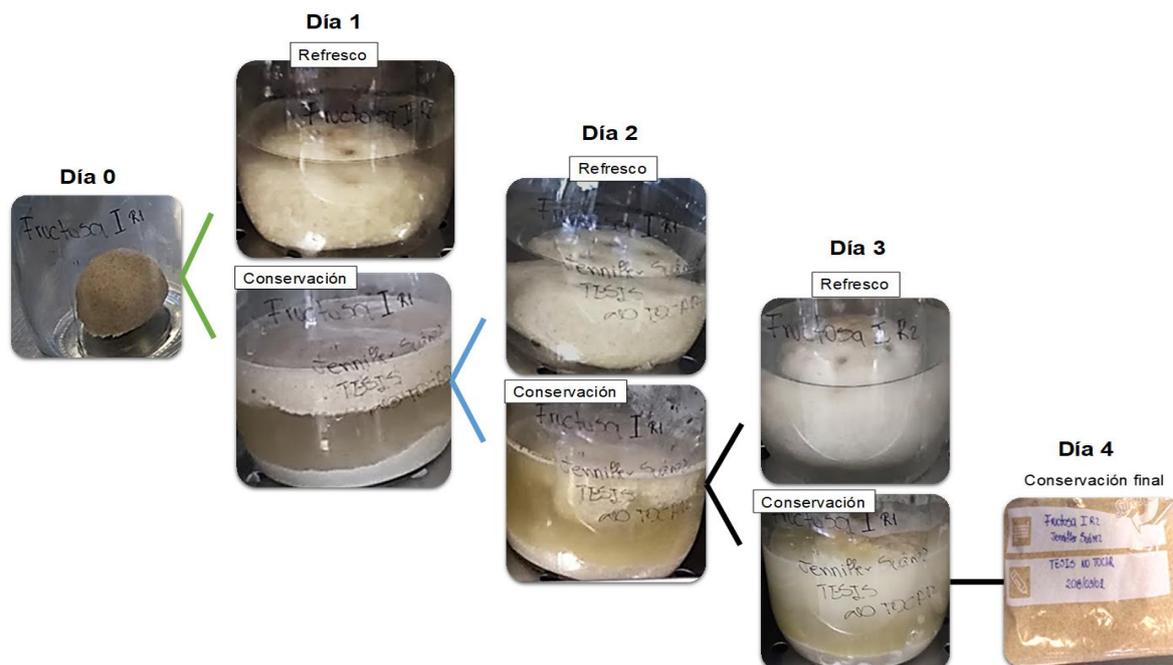


Figura 3. Proceso de elaboración de masa madre.

En la tabla 5, se observa la formulación en porcentaje de la elaboración de pan con masa madre. Para realizar el pan se activó la masa madre, mediante la incorporación de harina de trigo (integral y blanca) y agua en una proporción 1:1 y se colocó en el horno a 30°C, 30% HR y 30 min.

Tabla 5

Formulación para la elaboración de pan con masa madre.

Insumos	Formulación (%)
Harina de trigo	39
Agua	14
Sal	1
Masa madre activada	47
Total	100

En la figura 4, se observa el resultado del uso de la masa madre con sacarosa y fructosa para la elaboración de pan. A pesar, de no realizar un análisis del

volumen del pan, se puede observar en la figura 4 que la formación de alveolos en la parte interna del pan es similar entre los dos tratamientos.



Figura 4. Pan elaborado con masa madre.

- a) Masa madre con fructosa
- b) Masa madre con sacarosa.

4.5 Análisis de las levaduras de la masa madre

En la tabla 6, se observan los promedios entre los tratamientos de fructosa y sacarosa, los datos seleccionados fueron los de la dilución 10^{-2} .

Tabla 6

Promedios de los tratamientos de fructosa y sacarosa.

Tratamiento	Bloque	Promedio (UFC/g)
Fructosa	1	$1,34 \times 10^4$
(F)	2	$1,32 \times 10^4$

	3	2,52 x 10 ⁴
Sacarosa (S)	1	4,50 x 10 ⁴
	2	2,40 x 10 ³
	3	1,01 x 10 ⁴

En la tabla 7, se observa el análisis de varianza (ANOVA) donde se evaluó la cuantificación de levaduras de masa madre de los tratamientos de sacarosa y fructosa. Se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques.

Tabla 7

Análisis de varianza (ANOVA) de la cuantificación de levaduras.

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Total	5	1,131			
Edulcorantes	1	5,146	5,1467	0,02	0,9123 ^{ns}
Bloque	2	4,625	2,3129	0,70	0,5893 ^{ns}
Error experimental	2	6,637	3,3188		

No se observaron diferencias estadísticas de la cuantificación de levaduras en el presente estudio, pero en la tabla 6 se puede observar una diferencia aritmética entre los tratamientos y los bloques. Esto se podría explicar por la variación en la harina, ya que fue comprada en distintos días y Lhomme, et al., (2016) indica que este puede ser uno de los factores de la variación.

La temperatura para la elaboración de la masa madre del presente estudio se mantuvo en un rango entre 25 -25.5°C, lo que permitió el crecimiento de las levaduras y la presencia de las bacterias ácido lácticas. En este caso, Minervini

et al., (2014), establece que la temperatura de fermentación puede ser otro factor que alteraría la presencia de microorganismo, ya que se debe mantener entre la temperatura de crecimiento óptimo de las levaduras que es de 25 a 27°C y de las bacterias ácido lácticas es de 30 a 40°C.

En el presente estudio la alimentación inicial de las masas madre con sacarosa y fructosa no presentaron diferencias estadísticas, es decir, que no influenció en el crecimiento de levaduras. A pesar, que las levaduras prefieren azúcares simples como glucosa y fructosa, debido a que los procesan más rápido, lo contrario que ocurre con la hidrólisis de la sacarosa ya que al ser un disacárido (glucosa + fructosa) se procesa más lento (Faqir et al., 2010). Esta similitud estadística, se puede dar a que el proceso de elaboración de la masa madre fue el mismo y la calidad de materias primas utilizadas pudo haber sido similar.

En los resultados del presente estudio, el rango de pH final es de 3.4 a 3.6 como se observa en la figura 5. Según el De Vuyst et al., (2014), la bacteria *L. sanfranciscensis* crece a una temperatura óptima de 32°C y a un pH de 5 pero no menor a 3.8-4, y presenta una interacción con la levadura *C. humilis*. Por lo tanto, se podría establecer que dicha bacteria no está presente en esta masa madre.

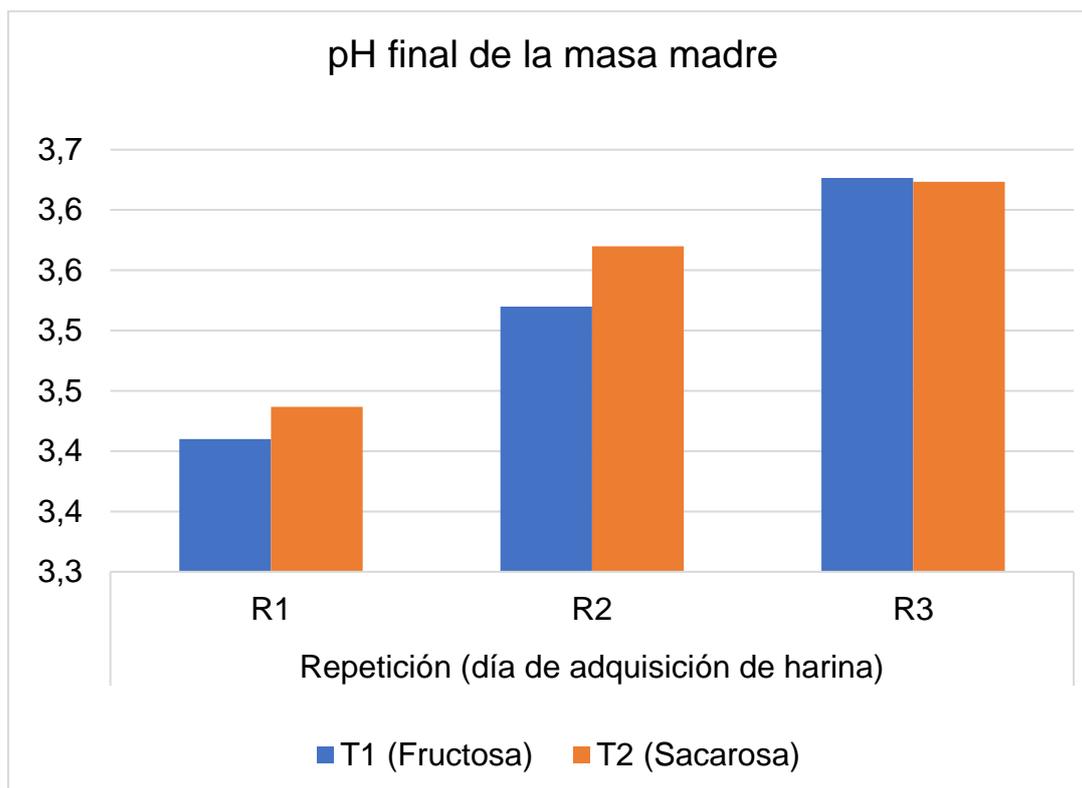


Figura 5. pH final de la masa madre.

4.6 Análisis de aceptabilidad del pan con masa madre

En la tabla 8, se puede observar que el promedio más alto es 4 y se mantuvo entre 3,27 y 4,03, esto representa una calificación entre regular y me gusta. En el Ecuador en el año 2012, el pan corriente fue uno de los productos de mayor consumo, ya que gastaron los hogares \$ 34,3 millones en pan corriente (INEC, 2012). En este caso, este dato representa que las personas que han sido encuestada prefieren pan corriente, por lo que tiene desconocimiento de las características organolépticas particulares que le otorga la masa madre al pan. La combinación de ácido acético y láctico influyen en el olor y sabor del producto final elaborado con masa madre, esto se genera por microorganismos, tipo de harina, temperatura de fermentación y pH. El sabor del pan con masa madre es agradable al gusto y aromático, características presentes debido a los tiempos prolongados de fermentación (Chavan y Chavan, 2011). Pero a los encuestados

del presente estudio no les gustó mucho el producto, por lo que la tendencia de consumo en Ecuador se centra principalmente en pan corriente.

Otro factor, que puede ocasionar una aceptación regular de este tipo de pan son los ingredientes para la preparación, debido a que únicamente se utiliza harina, agua y sal, lo contrario que ocurre con un pan corriente que se le añade principalmente grasa.

Tabla 8

Promedio entre réplicas y repeticiones del análisis de aceptabilidad de las variables color, olor, sabor y sobresabor.

Tratamiento	Bloque	Promedio				
		Color	Olor	Sabor	Textura	Sobresabor
Fructosa	1	3,83	3,89	3,40	3,89	3,27
	2	4,03	4,00	3,57	3,46	3,36
	3	3,98	3,82	3,74	3,62	3,68
Sacarosa	1	3,83	3,94	3,62	3,94	3,52
	2	3,76	4,02	3,60	3,39	3,42
	3	3,99	3,93	3,66	3,49	3,69

En la tabla 9, se observa el ANOVA donde se evalúa la variable color del pan preparado con masa madre de los tratamientos de sacarosa y fructosa, para determinar la aceptabilidad. Se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques.

Tabla 9

ANOVA del análisis de aceptabilidad de la variable color.

Fuente	GI	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Total	5	0,060			
Edulcorantes	1	0,011	0,011	0,89	0,4444 ^{ns}
Bloque	2	0,024	0,012	0,96	0,5101 ^{ns}
Error experimental	2	0,025	0,012		

Nota: Factor ^{ns} no significativo ($p > 0.05$).

En la tabla 10, se observa el ANOVA donde se evalúa la variable olor del pan preparado con masa madre de los tratamientos de sacarosa y fructosa, para determinar la aceptabilidad. Se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques.

Tabla 10

ANOVA del análisis de aceptabilidad de la variable olor.

Fuente	GI	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Total	5	0,0267			
Edulcorantes	1	0,0002	0,0002	0,07	0,8114 ^{ns}
Bloque	2	0,0192	0,0096	2,66	0,2733 ^{ns}
Error experimental	2	0,0072	0,0036		

Nota: Factor ^{ns} no significativo ($p > 0.05$).

En la tabla 11, se observa el ANOVA donde se evalúa la variable sabor del pan preparado con masa madre de los tratamientos de sacarosa y fructosa, para determinar la aceptabilidad. Se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques

Tabla 11

ANOVA del análisis de aceptabilidad de la variable sabor.

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Total	5	0,064			
Edulcorantes	1	0,004	0,0048	0,42	0,5841 ^{ns}
Bloque	2	0,036	0,0183	1,59	0,3860 ^{ns}
Error experimental	2	0,023	0,0115		

Nota: Factor ^{ns} no significativo ($p > 0.05$).

En la tabla 12, se observa el ANOVA donde se evalúa la variable textura del pan preparado con masa madre de los tratamientos de sacarosa y fructosa, para determinar la aceptabilidad. Se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos, pero si se observó una diferencia significativa entre bloques.

Tabla 12

ANOVA del análisis de aceptabilidad de la variable textura.

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Total	5	0,269			
Edulcorantes	1	0,003	0,003	0,89	0,4444 ^{ns}
Bloque	2	0,257	0,128	30,68	0,0316*
Error experimental	2	0,008	0,004		

Nota: Factor ^{ns} no significativo ($p > 0.05$), factor * significativo ($p < 0.05$)

En la tabla 13, se observa la prueba de significación Tukey al 5%, lo que dio como resultado que el bloque 1 tiene mayor aceptabilidad con un promedio de 3,915 y que los bloques 3 y 4 estadísticamente son iguales.

Tabla 13

Prueba de Tukey al 5% para la variable textura de los bloques de los tratamientos de fructosa y sacarosa.

Bloque	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	2	3,915	0,0458258	A
3	2	3,555	0,0458258	B
2	2	3,425	0,0458258	B

Por medio de una observación empírica la textura de los panes fue firme y poco uniforme. Según Saucedo, Hernández, Vázquez y Pérez, 2017; esta textura posiblemente se pudo provocar debido a la presencia de exopolisacáridos (biopolímeros naturales) secretados por las bacterias ácido lácticas.

En la tabla 14, se observa el ANOVA donde se evalúa la variable sobresabor del pan preparado con masa madre de los tratamientos de sacarosa y fructosa, para determinar la aceptabilidad. Se determinó que no existe diferencia significativa entre tratamientos ni entre bloques.

Tabla 14

ANOVA del análisis de aceptabilidad de la variable sobresabor.

Fuente	Gl	Suma de Cuadrados	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Total	5	0,147			
Edulcorantes	1	0,017	0,017	2,13	0,2819 ^{ns}
Bloque	2	0,114	0,057	7,12	0,1232 ^{ns}
Error experimental	2	0,016	0,008		

Nota: Factor ^{ns} no significativo ($p > 0.05$).

A pesar, que no se obtuvo una diferencia significativa entre tratamiento ni bloques que las variables color, olor, sabor y sobresabor, se determinaron distintos aspectos que pudieron influenciar. Por medio de una observación empírica, como se observa en la figura 4, el color del pan es ligeramente claro. Lo que se puede producir gracias a la reacción de Maillard debido a que el producto es horneado provocando pigmentos, aromas y sabores (Salvador, 2012).

4.7 Análisis de beneficio-costo de la masa madre

El resumen del análisis financiero del proceso de producción de masa madre se puede observar en los anexos 4, 5, 6 y 7. A partir de este análisis, se obtuvo que el costo unitario de 1 funda de 800 g de masa madre es de \$ 18,32. Si se establece un PVP de \$ 23,50 por cada funda del insumo, se obtiene un beneficio-costo por cada unidad vendida de \$ 2,11.

En la tabla 15, se puede observar la comparación de precios de las materias primas para la elaboración de pan con masa madre y con levadura comercial. Según este análisis para la producción de 51 panes con masa madre de 50 g cada uno se invertirá \$ 12,94. Se añade \$ 0,55 (tabla 16) del refresco, propuesto antes de utilizar la masa madre. En total tendrá cada pan un costo de \$ 0,26. Para la producción de 28 panes con levadura comercial de 50 g cada uno, se debe invertir \$ 1,82 y por cada pan tiene un costo de \$ 0,06.

Tabla 15

Comparación de precios para la elaboración de pan con masa madre y levadura comercial.

Materia prima	Cantidad (g)	Precio	Materia prima	Cantidad (g)	Precio
Harina blanca	1000	1,10	Harina blanca	1000	1,10
Agua	350	0,09	Agua	350	0,09
Sal	21	0,01	Sal	21	0,01
Masa madre	1200	11,75	Levadura Comercial	45	0,62
Total	2571	12,94	Total	1416	1,82

En la tabla 16, se observa el precio del refresco de la masa madre que se recomienda para la activación de las levaduras y bacterias ácido lácticas presentes.

Tabla 16

Precio del refresco de la masa madre.

Materia Prima	Cantidad (g)	Precio
Harina integral	120	0,14
Harina blanca	280	0,31
Agua	400	0,10
Total	800	0,55

Según el análisis, la diferencia del costo entre un pan con masa madre y uno preparado con levadura comercial es de \$ 0,20. En este caso, el precio de un pan corriente de 50 g en una panadería en la ciudad de Quito es de \$0,12 y un pan con más ingredientes como fruta o chocolate puede llegar a tener un precio de \$0,70.

En una panadería que se especializa en la preparación de pan con masa madre, un pan básico de 400 g tiene un precio de \$2 y dependiendo del peso y de los ingredientes añadidos puede llegar a costar \$5 un pan de 950 g. Esto representa, que un pan con masa madre por sus características organolépticas distintas se comercializa en panaderías gourmet presentando un costo mayor a un pan preparado con levadura comercial.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

Se estandarizó el proceso de producción de masa madre, a partir de la combinación y variación de parámetros como cantidad de refrescos, temperatura de fermentación y de conservación. A pesar de no inocular un cultivo iniciador, se logró determinar de forma empírica que el insumo obtenido permitió aumentar el volumen del pan.

La cuantificación de levaduras de la masa madre de los tratamientos con sacarosa y fructosa no se obtuvo una diferencia estadística ni entre tratamientos ni bloques y la causa de esta similitud puede ser el proceso de elaboración y las materias primas.

La interacción del pH final de la masa madre con la cuantificación de levaduras no presentó una relación dentro del crecimiento, ya que el rango de pH final fue entre 3.4 y 3.6 de las masas madre, es decir, valores similares entre los tratamientos y bloques.

Dentro del análisis de aceptabilidad las características organolépticas del pan con masa madre tuvo una calificación entre regular y muy bueno, por lo tanto, se encuentra en un rango de regular y me gusta, lo que representa que los encuestados no están totalmente convencidos con estas características, ya que el principal producto consumido en el Ecuador es el pan corriente.

A partir del análisis beneficio-costo, por cada funda de 800 g de masa madre vendida, el beneficio es de \$ 2.11, vendiendo el producto al público a un precio de \$ 23.50.

6.2 Recomendaciones

Se recomienda realizar aislamientos tanto de levaduras y bacterias presentes en la masa madre, para establecer las diferencias existentes en nuestro país.

Se aconseja moler el trigo para obtener la harina y utilizarla para la elaboración de masa madre, para estandarizar el uso de un solo tipo de variedad de trigo.

Se sugiere seguir el proceso de elaboración de masa madre del presente estudio para la elaboración de otros tipos de panes y determinar las diferencias entre las características organolépticas.

REFERENCIAS

- Alfonzo, A., Miceli, C., Nasca, A., Franciosi, E., Ventimiglia, G., Di Geraldo, R., Tuohy, K., Moschetti, G., y Settanni, L. (2017). *Monitoring of wheat lactic acid bacteria from the field until the first step of dough fermentation*. Recuperado el 3 de febrero de 2018 de doi:10.1016/j.fm.2016.10.014
- Alvarado, M. V. (2014). *Ingeniería económica: nuevo enfoque*. (1.^a ed.). [versión electrónica] Recuperado 10 de abril de 2018 de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec>
- Ambrogina, M; Bottega, G y Mariotti, M. (2013). *Technology of baked goods*. En Gobbetti, M. y Gänzle, M. (Eds.). *Handbook on Sourdough Biotechnology*. New York: Springer.
- Arendt, E., Liam, R., & Fabio, D. (2007). *Impact of sourdough on the texture of bread*. Recuperado el 20 de abril de 2018 de doi:10.1016 / j.fm.2006.07.011
- Asociación Ecuatoriana de Molineros. (2010). *El Trigo*. Recuperado el 5 de marzo de 2018 de <http://www.asemol.com/>
- Asyikeen, Z., Ma'aruf, A., Sahilah, A., Khan, A., y Aida, W. (2013). *A new source of saccharomyces cerevisiae as a leavening agent in bread making*. *International Food Research Journal*, 20(2), 967-973. Recuperado el 25 de junio de 2018 de <https://search-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/docview/1425867681?accountid=33194>
- Birch, A., Petersen, M., Arneborg, N., y Hansen, Å. (2013). *Influence of commercial baker's yeasts on bread aroma profiles*. Recuperado el 29 de abril de 2018 de doi:0.1016/j.foodres.2013.03.011
- Cappelle, S., Guylaine, L., Gänzle, M., y Gobbetti, M. (2013). *History and Social Aspects of Sourdough*. En Gobbetti, M. y Gänzle, M. (Eds.). *Handbook on Sourdough Biotechnology*. New York: Springer.

- Chavan, R., y Chavan, S. (2011). *Sourdough Technology - A Traditional Way for Wholesome Foods: A Review*. Recuperado el 25 de marzo de 2018 de doi:10.1111/j.1541-4337.2011.00148.
- Corsetti, A. (2013). *Technology of baked goods*. En Gobbetti, M. y Gänzle, M. (Eds.). *Handbook on Sourdough Biotechnology*. New York: Springer.
- Cuervo, R. (2010). *Manual de protocolos de microbiología general*. Recuperado el 17 de mayo de 2018 de http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/4566/1/Manual_protocolos_microbiologia.pdf
- Debonne, E., Van Bockstaele, F., Van Driessche, M., De Leyn, I., Eeckout, M., y Devlieghere, F. (2018). Impact of par-baking and packaging on the microbial quality of par-baked wheat and sourdough bread. Recuperado el 27 de abril de 2018 de doi:10.1016/j.foodcont.2018.03.033
- De Vuyst, L., Harth, H., Van Kerrebroeck, S., y Leroy, F. (2016). *Yeast diversity of sourdoughs and associated metabolic properties and functionalities*. Recuperado el 15 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.018
- De Vuyst, L., Van Kerrebroeck, S., Harth, H., Huys, G., Daniel, H., y Weckx, S. (2014). *Microbial ecology of sourdough fermentations: Diverse or uniform?*. Recuperado el 18 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.fm.2013.06.002
- Díaz, I. (2011). Historia y presente del pan: Importancia alimentaria y cualidades nutricionales Pan. *Revista de Distribución y Consumo*. 1(115), 70-78. Recuperado el 19 de abril de 2018 de http://www.mercasa.es/files/multimedios/1298393176_pag_070-079_Pan_yubero.pdf
- Díaz, I. (2016). Alimentos con Historia Pan. *Revista de Distribución y Consumo*. 5(145), 76-88. Recuperado el 29 de marzo de 2018 de http://www.mercasa.es/files/multimedios/1484773791_alimentos_con_historia_pan.pdf

- Espinosa, J. (2007). *Evaluación sensorial de los alimentos*. Recuperado el 12 de mayo de 2018 de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec>
- Faqir, M., Sabir, M., Muhammad, I., y Pasha, I. (2010). *Sugar utilization behavior of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) types and doses on bread quality*. Recuperado de doi:10.1108/00346651011062041
- Gänzle, M. (2014). *Enzymatic and bacterial conversions during sourdough fermentation*. Recuperado el 26 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.fm.2013.04.007
- Gänzle, M., y Ripari, V. (2016). *Composition and function of sourdough microbiota: From ecological theory to bread quality*. Recuperado el 19 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.004
- Garófalo, J., Ponce-Molina, L., y Abad, S. (2011). *Guía del Cultivo de Trigo*. Recuperado el 29 de marzo de 2018 de http://www.iniap.gob.ec/nsite/images/documentos/Gu%C3%ADa_del_Cultivo_de_Trigo..pdf
- Gobbetti, M., Minervini, F., Pontonio, E., Di Cagno, R., y De Angelis, M. (2016). *Drivers for the establishment and composition of the sourdough lactic acid bacteria biot.* Recuperado el 13 de abril de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.05.022
- Gobbetti, M., Rizzello, C., Di Cagno, R., y De Angelis, M. (2014). *How the sourdough may affect the functional features of leavened baked goods*. Recuperado el 19 de febrero de 2018 de doi:10.1016/j.fm.2013.04.012
- Harth, H., Van Kerrebroeck, S., y De Vuyst, L. (2016). *Community dynamics and metabolite target analysis of spontaneous, backslopped barley sourdough fermentations under laboratory and bakery conditions*. Recuperado el 17 de mayo de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.04.011
- INEC. (2012). *Encuesta Nacional de Ingresos y Gastos de los hogares urbanos y rurales 2011 - 2012*. Recuperado el 29 de abril de 2018 de http://www.ecuadorencifras.gob.ec/documentos/web-inec/Estadisticas_Sociales/Encuesta_Nac_Ingresos_Gastos_Hogares_U

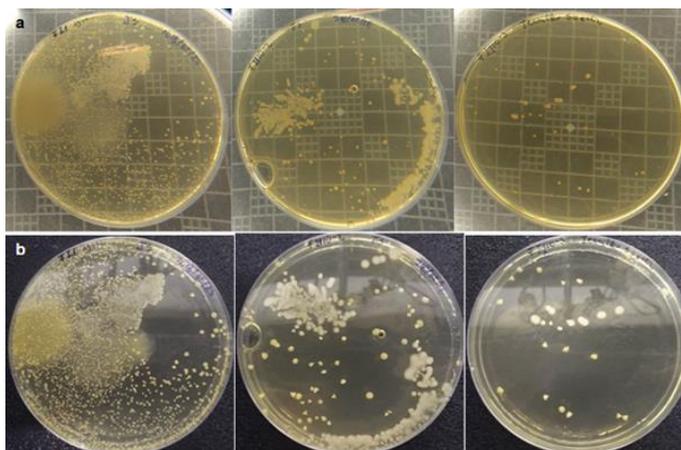
rb_Rur_ENIGHU/ENIGHU-2011-2012/Metologia_ENIGHUR_2011-2012_rev.pdf

- Lattanzi, A., Minervini, F., Di Cagno, R., Diviccaro, A., Antonielli, L., Cardinali, G., Cappelle, S., De Angelis, M., y Gobbetti, M. (2013). *The lactic acid bacteria and yeast microbiota of eighteen sourdoughs used for the manufacture of traditional Italian sweet leavened baked goods*. Recuperado el 04 de mayo de 2018 de doi:0.1016/j.ijfoodmicro.2013.02.010
- Lhomme, E., Onno, B., Chuat, V., Durand, K., Orain, S., Valence, F., Dousset, X., y Jacques, M. (2016). *Genotypic diversity of Lactobacillus sanfranciscensis strains isolated from French organic sourdoughs*. Recuperado el 8 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.03.008
- Lhomme, E., Urien, C., Legrand, J., Dousset, X., Onno, B., y Sicard, D. (2016). *Sourdough microbial community dynamics: An analysis during French organic bread-making processes*. Recuperado el 17 de abril de 2018 de doi:10.1016/j.fm.2014.11.014
- Liu, A., Jia, Y., Zhao, L., Gao, Y., Liu, G., Chen, Y., Zhao, G., Xu, L., Shen, L., Chen, H., Wu, W., Li, C. y Liu, S. (2018). *Diversity of isolated lactic acid bacteria in Ya'an sourdoughs and evaluation of their exopolysaccharide production characteristics*. Recuperado el 20 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.lwt.2018.04.061
- Liu, X., Zhou, M., Jiabin, C., Luo, Y., Ye, F., Jiao, S., Hu, J. y Lü, X. (2018). *Bacterial diversity in traditional sourdough from different regions in China*. Recuperado 13 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.lwt.2018.05.023
- Michel, E., Monfort, C., Deffrasnes, M., Guezenec, S., Lhomme, E., Barret, M., Sicard, D., Dousset, X., y Onno, B. (2016). *Characterization of relative abundance of lactic acid bacteria species in French organic sourdough by cultural, qPCR and MiSeq high-throughput sequencing methods*. Recuperado el 5 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2016.07.034

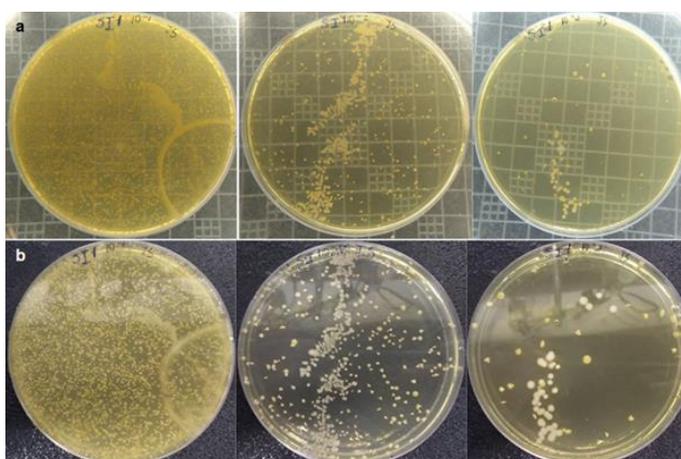
- Minervini, F., De Angelis, M., Di Cagno, R., y Gobbetti, M. (2014). *Ecological parameters influencing microbial diversity and stability of traditional sourdough*. Recuperado el 15 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2013.11.021
- Minervini, F., Lattanzi, A., Dinardo, F., De Angelis, M., y Gobbetti, M. (2017). *Wheat endophytic lactobacilli drive the microbial and biochemical features of sourdoughs*. Recuperado el 4 de mayo de 2018 de doi:10.1016/j.fm.2017.09.006
- Nandy, S., y Srivastava, R. (2018). *A review on sustainable yeast biotechnological processes and applications*. Recuperado el 14 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.micres.2017.11.013
- Pétel, C., Onno, B., y Prost, C. (2017). *Sourdough volatile compounds and their contribution to bread: A review*. Recuperado el 13 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.tifs.2016.10.015
- Pérez, R., Gamero, E., Gómez, R., Garre, E., Aranda, A., y Matallana, E. (2015). *Yeast biomass, an optimised product with myriad applications in the food industry*. Recuperado el 15 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.tifs.2015.10.008
- Quintilla, R., Kolecka, A., Casaregola, S., Daniel, H., Houbraken, J., Kostrzewa, M., Boekhout, T., y Groenewald, M. (2018). *MALDI-TOF MS as a tool to identify foodborne yeasts and yeast-like fungi*. Recuperado el 15 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.ijfoodmicro.2017.11.016
- Rehaman, S., Paterson, A., y Pigott, J. (2007). *Flavour in sourdough breads: a review*. Recuperado el 20 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.tifs.2006.03.006
- Sadeghi, A. (2008). *The Secrets of Sourdough; A Review of Miraculous Potentials of Sourdough in Bread Shelf Life*. Recuperado el 16 de marzo de 2018 de doi:10.3923 / biotech.2008.413.417
- Salvador, B. (2012). *La ciencia de los alimentos en la práctica* (1.ª ed). México: Pearson Educación.
- Saucedo, N., Hernández, A., Vázquez, L., y Pérez, M. (2017). *Características fisicoquímicas de pan fermentado con bacterias lácticas termotolerantes*

- probióticas*. Recuperado el 20 de marzo de 2018 de <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume2/3/2/33.pdf>
- Shurson, G. (2018). *Yeast and yeast derivatives in feed additives and ingredients: Sources, characteristics, animal responses, and quantification methods*. Recuperado el 1 de marzo de 2018 de doi:10.1016/j.anifeedsci.2017.11.010
- Sistema de información Pública Agropecuaria. (2016). *Boletín Situacional Trigo*. Recuperado el 13 de marzo de 2018 de http://sipa.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2017/boletin_situacional_trigo_2016.pdf
- Sistema de información Pública Agropecuaria. (2015). *Boletín Situacional Trigo*. Recuperado el 15 de mayo de 2018 de http://sipa.agricultura.gob.ec/phocadownloadpap/cultivo/2016/boletin_situacional_trigo_2015.pdf
- Suárez, C., Garrido, N., y Guevara, C. (2016). *Levadura Saccharomyces cerevisiae y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica*. Recuperado el 24 de marzo de 2018 de <http://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Van Kerrebroeck, S., Maes, D., y De Vuyst, L. (2017). *Sourdoughs as a function of their species diversity and process conditions, a meta-analysis*. Recuperado el 17 de junio de 2018 de doi:10.1016/j.tifs.2017.08.016
- Vásquez, J., Ramírez, M., y Monsalve, Z. (2016). *Actualización en caracterización molecular de levaduras de interés industrial*. Recuperado el 20 de marzo de 2018 de doi: 10.15446/rev.colomb.biote.v18n2.61530
- Vrancken, G., De Vuyst, L., Van der Meulen, R., Huys, G., Vandamme, P., y Daniel, H.-M. (2010). *Yeast species composition differs between artisan bakery and spontaneous laboratory sourdoughs*. Recuperado el 29 de mayo de 2018 de doi:10.1111/j.1567-1364.2010.00621.x
- Yu, Y., Wang, L., Qian, H., Zhang, H., y Qi, X. (2018). *Contribution of spontaneously-fermented sourdoughs with pear and navel orange for the bread-making*. Recuperado el 14 de junio de 2018 de doi: 10.1016/j.lwt.2017.11.001

ANEXOS



Anexo 1. Dilución de la masa madre con fructosa para cuantificación de levaduras. a) día 2 y b) día 3.



Anexo 2. Dilución de la masa madre con sacarosa para cuantificación de levaduras. a) día 2 y b) día 3.

Prueba de aceptación de PAN CON MASA MADRE

Fecha:

Edad:

Colocar en la escala del 1 al 5, siendo: 5 me encanta, 4 me gusta, 3 regular, 2 no me gusta 1 me desagrada.

Muestra	Color	Olor	Sabor	Textura	Sobresabor
S11					
S21					
S31					
F11					
F21					
F31					

Anexo 3. Encuesta de la prueba de aceptación de pan con masa madre.

Descripción	Costo Total
Maquinaria y Equipo	\$ 4.795,00
Muebles y Equipo de Oficina	\$ 515,00
Materiales	\$ 100,00
Intangibles	\$ 550,00
Total	\$ 5.960,00
Imprevistos (5%)	\$ 298,00
Total Inversiones	\$ 6.258,00

Anexo 4. Resumen de inversiones del análisis beneficio-costo.

Descripción	Costo Total
Costos Directos	\$ 5 115,04
Materiales Directos	\$ 385,24
Mano de Obra Directa	\$ 4 729,80
Costos Indirectos	\$ 1 528,80
Materiales Indirectos	\$ 172,80
Servicios Básicos	\$ 251,90
Mantenimiento de Maquinaria y Equipo	\$ 600,00
Imprevistos	\$ 298,00
Otros Gastos (costos otros requerimientos)	\$ 206,10
Gastos de Administración y Generales	\$ 1 287,90
Materiales y Utilies de Oficina	\$ 700,00
Depreciaciones y Amortizaciones	\$ 587,90
Gastos de Ventas	\$ 788,28
Personal de ventas	\$ 788,28
Gastos Financieros	\$ 1 447,64
Total Costos y Gastos Anuales	\$ 10 167,66

Anexos 5. Resumen de costos y gastos del análisis beneficio-costo.

Periodo	0	1	2	3	4	5
Inflación	3,53%	3,57%	3,46%	3,63%	3,67%	3,59%
Ingresos	\$ -	\$ 13 536,00	\$ 14 889,60	\$ 16 378,56	\$ 18 016,42	\$ 19 818,06
Ventas	\$ -	\$ 13 536,00	\$ 14 889,60	\$ 16 378,56	\$ 18 016,42	\$ 19 818,06
Costos de Producción	\$ -	\$ 10 549,46	\$ 10 914,30	\$ 11 310,62	\$ 11 725,45	\$ 12 146,39
Utilidad Bruta	\$ -	\$ 2 986,54	\$ 3 975,30	\$ 5 067,94	\$ 6 290,97	\$ 7 671,67
Gastos de Operación	\$ -	\$ 2 004,71	\$ 1 939,70	\$ 1 865,49	\$ 1 797,60	\$ 1 740,51
Gastos de Ventas	\$ -	\$ 761,14	\$ 736,46	\$ 708,29	\$ 682,51	\$ 660,83
Gastos de Administración y Generales	\$ -	\$ 1 243,56	\$ 1 203,24	\$ 1 157,20	\$ 1 115,09	\$ 1 079,67
Utilidad de Operación	\$ -	\$ 981,83	\$ 2 035,61	\$ 3 202,45	\$ 4 493,37	\$ 5 931,16
Gastos Financieros	\$ -	\$ 313,99	\$ 303,80	\$ 292,18	\$ 281,55	\$ 272,61
Utilidad Antes de Impuestos	\$ -	\$ 667,85	\$ 1 731,80	\$ 2 910,27	\$ 4 211,82	\$ 5 658,55
Impuesto Sobre la Renta	22%	\$ -	\$ 146,93	\$ 381,00	\$ 640,26	\$ 926,60
Utilidad Antes del Reparto	\$ -	\$ 520,92	\$ 1 350,81	\$ 2 270,01	\$ 3 285,22	\$ 4 413,67
Reparto a los empleados	15%	\$ -	\$ 78,14	\$ 202,62	\$ 340,50	\$ 492,78
Utilidad Neta	\$ -	\$ 442,78	\$ 1 148,19	\$ 1 929,51	\$ 2 792,44	\$ 3 751,62
Depreciación Maquinaria y Equipo	\$ -	\$ 416,69	\$ 403,18	\$ 387,76	\$ 373,65	\$ 361,78
Depreciación Mobiliario y equipo de oficina	\$ -	\$ 44,75	\$ 43,30	\$ 41,65	\$ 40,13	\$ 38,86
Depreciación Equipo informático	\$ -	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00	\$ 0,00
Amortización Constitución de la compañía	\$ -	\$ 48,28	\$ 46,71	\$ 44,93	\$ 43,29	\$ 41,92
Amortización Estudios de mercado	\$ -	\$ 38,62	\$ 37,37	\$ 35,94	\$ 34,63	\$ 33,53
Amortización Estudios de factibilidad	\$ -	\$ 19,31	\$ 18,69	\$ 17,97	\$ 17,32	\$ 16,77
Pago Capital Prestado	\$ -	(\$ 205,83)	(\$ 226,00)	(\$ 248,15)	(\$ 272,46)	(\$ 299,17)
Flujo Neto de Efectivo	\$ (6.258,00)	\$ 804,62	\$ 1.471,44	\$ 2.209,60	\$ 3.028,99	\$ 3.945,31
Tasa de Descuento	15%					
VAN	\$ 6.958,49					
TIR	19%					
Beneficio Costo (B/C)	2,11					

Anexo 6. Estado de pérdidas y ganancias del análisis beneficio-coste.

Rubro	Costo Fijo	Costo Variable
Materiales Directos		\$ 385,24
Mano de Obra Directa	\$ 4.729,80	
Materiales Indirectos		\$ 172,80
Servicios Básicos	\$ 50,38	\$ 201,52
Mantenimiento	\$ 120,00	\$ 480,00
Depreciación	\$ 587,90	
Imprevistos		\$ 298,00
Gastos Administrativos y Generales	\$ 1.287,90	
Gastos de Ventas	\$ 394,14	\$ 394,14
Gastos Financieros	\$ 1.447,64	
Total	\$ 8.617,76	\$ 1.931,70
Producción Real	576,00	
Costo Fijo	\$ 8.617,76	
Costo Variable Unitario	\$ 3,35	
Precio Unitario	\$ 23,50	
Punto de Equilibrio por unidades	427,76	
Punto de Equilibrio por costos de venta	\$ 10.052,31	

Anexo 7. Punto de equilibrio del análisis beneficio-coste

