

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

Facultad de Ingeniería en Mecánica y

Ciencias de la Producción

"Desarrollo de productos emulsionados utilizando tensoactivos de origen
microbiano."

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

INGENIERA EN ALIMENTOS

Presentado por:

Ivonne Lissette Gómez Falcones

Maité Paola Loyola Rivera

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

AGRADECIMIENTOS

A Dios por ser nuestra luz en el camino, a nuestros padres por el apoyo y motivación, y a nuestro tutor por la paciencia, tiempo y conocimientos brindados.

DEDICATORIA

A mis padres.
Maité Loyola.

A mis padres, hermano y a los que me
miran desde el cielo.
Ivonne Gómez.

DECLARACIÓN EXPRESA

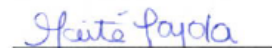
“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la materia integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

IVONNE LISSETTE GOMEZ FALCONES

MAITE PAOLA LOYOLA RIVERA

JONATHAN CORONEL LEON

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



Maité Loyola R.



Ivonne Gómez F.



Jonathan Coronel L.

RESUMEN

Los establecimientos de venta de comida rápida en Guayaquil son muy comunes, con varios aderezos a disposición para los consumidores. La mayonesa es frecuentemente el acompañante preferido sobre todo por la juventud. No obstante, es también uno de los alimentos considerado como perjudicial para la salud por su composición grasa. El presente trabajo tiene como objetivo utilizar un biotensoactivo, obtenido a partir del *B. subtilis* DS23, mediante el desarrollo de un producto emulsionado como la mayonesa, reemplazar parcialmente el huevo permitirá que la mayonesa continúe siendo el aderezo preferido, pero con menor cantidad de compuestos dañinos para la salud como el aceite en su composición y el contenido de colesterol en el huevo. El biotensiactivo utilizado se denomina a lo largo del trabajo como BTDS23.

El desarrollo del presente trabajo se dio en los laboratorios de I+D, Bromatología y Microbiología de la facultad. El BTDS23 se obtuvo en el Laboratorio de Fitopatología de en las instalaciones del CIBE. Se utilizó la prueba E₂₄ para determinar el poder emulsionante de los aceites a utilizar. La mayonesa se elaboró con una licuadora de acuerdo a las formulaciones establecidas. Los análisis de pH y acidez ejecutados de la mayonesa fueron realizados por un mes, con evaluaciones periódicas semanales. Finalmente, a cada formulación de mayonesa se le realizó análisis microbiológicos, determinando la presencia de Mohos, Levaduras, Mesófilos y *Escherichia coli*; mediante la siembra en los medios de cultivo Potato Dextrose Agar, Plate Count Agar y Verde Brillante Agar respectivamente.

Luego de los diferentes análisis se determinó que cuando se utilizó el compuesto BTDS23, se logró reemplazar hasta un 50% el huevo, ingrediente principal en elaboración de la mayonesa. Esta disminución tiene como consecuencia la obtención de un producto bajo en colesterol.

Los análisis físico-químicos realizados mostraron que no existe diferencia significativa en el pH y acidez de las emulsiones durante el tiempo que duró el análisis. Los análisis microbiológicos que se lograron obtener resultaron favorables, indicando que la mayonesa se encuentra dentro de los parámetros permitidos por la normativa NTE INEN 2295.

Palabras Clave: Emulsión, pH, acidez, diferencia significativa.

SUMMARY

*Guayaquil's fast food establishments are very popular, and so are the dressings they serve for their clients. Mayonnaise is by far the favorite dressing, especially among the youth. Nevertheless, it is also one of the food stuff often considered as harmful for our health because of its high fat content. The purpose of this study is to use a bio surfactant, obtained from *B. subtilis* DS23, through the development of an emulsified product as mayonnaise, which will allow people's favorite dressing to maintain its popularity but will a lower content of harmful components for our health, such as oil and cholesterol, specifically from the eggs. The biosurfactant used will be called BTDS23 throughout all the study.*

*The development of this work took place in the Innovation and Development, Bromatology and Microbiology laboratories of FIMCP. BTDS23 was obtained at the Phytopathology laboratory located in CIBE. The E_{24} test was used to measure the emulsifying power of the oils used. The mayonnaise was produced using a blender according to the established formulations. Acidity and pH analysis were taken every week for four weeks. The microbiology analysis consisted in testing for fungi, mesophylls and *E. coli*; using Potato Dextrose Agar, Plate Count Agar and Brilliant Green Agar.*

Finally, we were able to replace fifty percent of the egg using BTDS23, by resulting in a low-fat emulsion. Physicochemical analysis showed that there are no significant differences between pH and acid value of the mayonnaises during the time they were analyzed. Finally, microbiology analysis showed a product that meets the parameters established by NTE INEN 2295 norm.

Keywords: *emulsion, PH, acidity, significant differences.*

Índice General

CAPÍTULO 1.....	1
1 INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Descripción del problema.....	1
1.2 Objetivos.....	1
1.3 Marco teórico.....	2
CAPÍTULO 2.....	4
2 METODOLOGÍA DE DISEÑO.....	4
2.1 Producción del biotensoactivo.....	4
2.2 Evaluación del efecto emulsionante del BTDS23 frente a diferentes aceites de grado alimentario.....	4
2.3 Aplicación del BTDS23 como emulsionante en el desarrollo de mayonesa.....	4
2.4 Análisis físico-químico.....	5
2.5 Análisis microbiológico.....	6
2.6 Análisis cualitativo de estabilidad.....	6
2.7 Estudio de Mercado.....	6
2.7.1 Segmentación y selección de mercado objetivo.....	6
2.8 Estudio Técnico.....	7
2.8.1 Descripción del proceso productivo.....	7
2.8.2 Tecnología y Equipos.....	8
2.8.3 Aspectos legales, administrativos y ambientales.....	9
2.9 Estudio Económico.....	10
2.9.1 Costos de Producción.....	10
CAPÍTULO 3.....	11
3 RESULTADOS.....	11
3.1 Prueba preliminar de Poder Emulsionante.....	11
3.2 Aplicación del compuesto BTDS23 como emulsionante.....	11
3.3 Pruebas físico-químicas.....	12
3.3.1 Análisis de pH.....	12
3.3.2 Análisis de Índice de Acidez.....	13
3.3.3 Análisis de Acidez Total.....	14
3.4 Pruebas microbiológicas.....	16
3.5 Análisis estadístico para los valores de pH.....	17
3.6 Análisis cualitativo de estabilidad de las formulaciones ensayadas.....	18

3.7	Estimación de la disminución del nivel de colesterol	20
3.8	Resultados de Estudio de Mercado	20
3.9	Estudio Técnico.....	22
3.10	Estudio Económico.....	22
CAPÍTULO 4.....		26
4	DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES.....	26
4.1	Conclusiones.....	27
4.2	Recomendaciones:.....	27
BIBLIOGRAFÍA.....		29
APÉNDICES.....		30

ABREVIATURAS

CIBE	Centro de Investigaciones Biotecnológicas del Ecuador
ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
FAO	Food and Agriculture Organization
FDA	U. S. Food and Drug Administration
FIMCP	Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción
INEC	Instituto Nacional de Estadística y Censos
INEN	Instituto Ecuatoriano de Normalización
OMS	Organización Mundial de la Salud
USDA	United States Department of Agriculture

SIMBOLOGÍA

NMP	Número más probable
mg	Miligramo
mm	Milímetro
pH	Potencial de Hidrógeno
UFC	Unidad Formadora de Colonias

Índice de Figuras

Figura 1. Diagrama de Flujo	7
Figura 2. Diagrama de Equipos	9
Figura 3. Prueba E ₂₄	11
Figura 4. Altura de desfase de ensayos C5520 (A), C6550 (B) y G6550 (C) respectivamente.	19
Figura 5. Desfase de Emulsiones.....	19
Figura 6. Edad de encuestados.....	21
Figura 7. Frecuencia de Consumo	21

Índice de Tablas

Tabla 1. Formulación base de la Mayonesa	5
Tabla 2. Codificación de Formulaciones	5
Tabla 3. Índice de Emulsión	11
Tabla 4. Formación de Emulsiones	12
Tabla 5. Resultados de pruebas de pH para Mayonesa de aceite de Canola	12
Tabla 6. Resultados de pruebas de pH para Mayonesa con aceite de Girasol	13
Tabla 7. Resultados de Índice de Acidez para Mayonesa con aceite de Canola	14
Tabla 8. Resultados de Índice de Acidez para Mayonesa con aceite de Girasol	14
Tabla 9. Resultados de Acidez Total para Mayonesa de aceite de Canola.....	15
Tabla 10. Resultados de Acidez Total para Mayonesa de aceite de Girasol.....	15
Tabla 11. Resultados Microbiológicos para Mayonesa con aceite de Canola	16
Tabla 12. Resultados Microbiológicos para Mayonesa con aceite de Girasol.....	17
Tabla 13. Resultados de acidez total vs. resultados microbiológicos.	17
Tabla 14. Porcentaje de desfase a través del tiempo.....	18
Tabla 15. Equipos y sus capacidades	22
Tabla 16. Costo de Materia Prima	23
Tabla 17. Costo de Mano de Obra	23
Tabla 18. Costo de Depreciación, Seguros, Reparación y Mantenimiento.....	24
Tabla 19. Costo de Suministros y Servicios	24
Tabla 20. Total de Costos Directos e Indirectos	24
Tabla 21. Costo de Producción	25
Tabla 22. Costos de Producción de las formulaciones.....	25

CAPÍTULO 1

1 INTRODUCCIÓN

1.1 Descripción del problema

La salud es una prioridad en todas las etapas de la vida, de acuerdo a la Organización Mundial de la Salud (OMS), esta no es solamente la ausencia de afecciones o enfermedades, sino que es un estado completo de bienestar físico, mental y social. En la actualidad, el tema del cuidado de salud se ha convertido en una tendencia y tanto jóvenes como adultos se preocupan por llevar una vida activa acompañada de una buena alimentación para evitar combatir enfermedades cardiovasculares y de sobrepeso. Tal es el caso que se ha incrementado la demanda y por consecuencia, el desarrollo de productos “bajos en calorías” y con “cero colesterol”.

Lo anteriormente expuesto lleva, en la actualidad, a buscar formas de transformar alimentos de consumo habitual en alimentos que no sean tan perjudiciales para la salud, como es el caso de la mayonesa. A pesar de que Ecuador no se encuentre entre los principales países de elevado consumo per cápita de mayonesa en América Latina según Euromonitor, Guayaquil es la ciudad con mayor población del país y a la vez posee un gran número de puestos de comida rápida donde se pueden encontrar este y otros aderezos.

La mayonesa posee una elevada cantidad de grasa, además uno de los componentes principales es el huevo, alimento rico en colesterol (Atalah et al., 1999). El huevo contiene grasa que equivale aproximadamente a 385 mg de colesterol por cada 100 gramos, mientras que el consumo de colesterol diario para una persona sana debe ser de menos de 300 mg diarios (Carbajal Azcona, 2006). Debido a esto buscamos reemplazar el huevo por un producto con un menor nivel de colesterol. En este sentido el compuesto BTDS23 se presenta como una alternativa para disminuir la ingesta de colesterol que representa el consumo de mayonesa.

1.2 Objetivos

Objetivo general

Desarrollar dos productos emulsionados utilizando el compuesto BTDS23 como sustituto del huevo para la obtención de mayonesa bajas en colesterol.

Objetivos específicos

- Evaluar el efecto emulsionante del compuesto BTDS23 con diferentes tipos de aceites.
- Determinar la formulación adecuada en base a las propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y visuales.

- Analizar económicamente el desarrollo de los productos emulsionados.
- Diseñar el proceso para la industrialización de los productos emulsionados.

1.3 Marco teórico

Años atrás, la dieta de la población ecuatoriana se caracterizaba por el consumo de productos como; yuca, maíz, papa y granos. Sin embargo, hoy en día la accesibilidad a todo tipo de alimentos se ha incrementado. Varios de los productos que empezaron siendo productos destinados para consumidores de estratos sociales altos, han sido modificados para ser asequibles para las clases medias y bajas, llegando así a toda la población.

Entre todos los alimentos, aquellos que contienen grasas saturadas y grasas trans son los que producen mayor controversia, estos productos están sujetos a prejuicios que conllevan a acciones erradas, como es la recomendación de eliminarlas de la dieta (Medina Moreno, 2014). Este es el caso de la mayoría de los productos emulsionados ya que, por lo general, una de las dos fases que forman la emulsión es un aceite. Los productos emulsionados que se pueden encontrar actualmente en el mercado son chocolates, embutidos y salsas. En el conjunto de salsas se encuentra la mayonesa. El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN, (2016), indica que la mayonesa es un producto que se presenta en forma de una emulsión aceite en agua, obtenida a partir de aceites vegetales comestibles refinados, vinagre, huevos y sal, adicionado o no de condimentos, especias y hierbas aromáticas.

Existen diferentes fuentes para la obtención de aceites utilizados en la elaboración de mayonesa. Entre estos grupos destaca el de las semillas, que poseen una baja proporción de grasas saturadas, y más bien, presentan una alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados como el ácido oleico que es abundante en el aceite de oliva, el ácido erúxico en el aceite de canola y el ácido linoléico en el aceite de girasol. Este tipo de ácidos grasos son buenos para la salud y se aconseja su consumo en la dieta (Medina Moreno, 2014), por lo cual se los suele utilizar como materia prima para el desarrollo de productos emulsionados como la mayonesa.

En los productos emulsionados se distinguen una fase interna que está formada por gotas sumergidas en una externa que la envuelve. Dependiendo de las gotas internas, que sean agua o aceite, se obtiene una emulsión “agua en aceite” o “aceite en agua”. La inestabilidad de las emulsiones hace que los dos componentes tiendan a separarse con el tiempo y, más aún con la temperatura. Para evitar la separación es importante disminuir la fuerza natural de repulsión entre agua y aceite, para lo cual existen los emulsionantes cuya molécula es anfipática, es decir que tiene una parte soluble en agua y otra en aceite. Esto provoca que la molécula se sitúe entre la separación agua-aceite, orientando sus extremos hacia la parte que le es más afín y disminuyendo la tensión de separación (Barros, 2009).

La yema de huevo tiene excelentes propiedades emulsionantes por contener lecitina y, aun cuando existe preocupación por parte de los consumidores por su contenido en

colesterol, es comúnmente, el agente más utilizado para mayonesa (Badui Dergal, 2006). Por ello se hace necesaria la búsqueda de otros ingredientes que puedan reemplazarlo total o parcialmente.

Los tensoactivos biológicos, generalmente denominados biotensoactivos, son metabolitos de producción microbiana. Tienen la capacidad de reducir la tensión superficial debido a sus propiedades anfipáticas, por ejemplo, en el caso del agua actúan disminuyendo la tensión superficial de 72 a 25 mN/m aproximadamente y además favorecen la formación de emulsiones (Cortés-Sánchez, Troconis-Torres, & Jaramillo-Flores María, 2013). Los microorganismos sintetizan biotensoactivos cuando la fuente de carbono es parcialmente soluble o insoluble en agua, de esta manera están obligados a sintetizar moléculas con propiedades tensoactivas que favorezcan la biodegradación de los sustratos insolubles (Yañez; Villarreal., 2013).

Existen también los surfactantes sintéticos, no obstante los biotensoactivos presentan las siguientes ventajas: baja toxicidad, alta biodegradabilidad, digestibilidad, compatibilidad por un mejor medio ambiente, alta capacidad espumante, alta selectividad y especificidad a temperaturas extremas, pH y salinidad, se sintetizan de fuentes renovables, poseen propiedades emulsionantes, baja concentración micelar crítica, alta actividad de superficie y actividad biológica (antimicrobiana, antitumoral e inmunomoduladora). Gracias a estas características, el uso de biotensoactivos como aditivos en la industria alimentaria es cada vez mayor (Cortés-Sánchez et al., 2013).

Si bien es cierto que las propiedades de los biotensoactivos los hace un aditivo ideal, uno de los factores que limita su comercialización es el elevado costo asociado a su producción en gran escala. Por esta razón, las investigaciones recientes se han enfocado tanto a la optimización de los procesos de producción como a la búsqueda de sustratos económicos, con la finalidad de disminuir los costos (Islas et al., 2010).

CAPÍTULO 2

2 METODOLOGÍA DE DISEÑO

2.1 Producción del biotensoactivo

La producción del biotensoactivo a partir del *B. subtilis* DS23 se llevó a cabo en el Laboratorio de Fitopatología en las instalaciones del CIBE. Este proceso consistió en la siembra de la cepa DS23 en placas de Agar Nutritivo para inmediatamente ser incubadas a 30°C por 24 horas. Luego, se le agregan 10 ml aproximadamente de agua salina a las placas hasta alcanzar 2° McFarland. Una vez que se tiene la solución bacteriana, la inoculamos en fiolas que contienen un medio mineral constituido por: Glucosa, Nitrato de Sodio, extracto de levadura y sales minerales. Estas fiolas se incuban a 30°C por 24 horas. Por último, centrifugamos todo el volumen de las fiolas en tubos Falcon de 50 ml a 5000 rpm por 15 minutos a 4°C y se agrega ácido clorhídrico al sobrenadante para almacenarlos a 10°C por 24 horas. El biotensoactivo se obtiene centrifugando el sobrenadante con ácido clorhídrico a 5000 rpm por 15 minutos a 4°C. De esta manera se recupera el pellet del BTDS23 secándolo en una estufa.

2.2 Evaluación del efecto emulsionante del BTDS23 frente a diferentes aceites de grado alimentario.

A partir del análisis del perfil lipídico de varios aceites vegetales, se seleccionaron los aceites de canola y girasol por sus elevadas cantidades de ácidos grasos poliinsaturados como el linoléico, en concentraciones de 18 y 62 gramos por cada 100 gramos de aceite respectivamente según la USDA. Se realizó una prueba preliminar para determinar el poder emulsionante del compuesto BTDS23 a diferentes concentraciones (200, 100, 50 y 25 mg/L). La prueba consistió en determinar el índice de emulsión a las 24 horas (E₂₄) (Giraldo & Gutiérrez, 2014).

Las emulsiones se prepararon en una proporción 1:1, aceite/agua, a los cuales se les realizó una posterior agitación por 1 minuto en un Vórtex (Fisher Scientific, modelo 945404).

2.3 Aplicación del BTDS23 como emulsionante en el desarrollo de mayonesa.

El BTDS23 se incorporó en diferentes formulaciones de mayonesa, para lo cual se seleccionaron los aceites de canola y girasol, de acuerdo a los resultados del E₂₄. Se elaboraron diferentes formulaciones de mayonesa en el Laboratorio de Innovación y Desarrollo. Para el desarrollo del producto se utilizó una balanza (RADWAG, modelo WTB 2000) y una licuadora (Hamilton Beach modelo HBB250SR), en las que se modificó la composición variando las concentraciones de aceite en 55%, 65% y 75% (INEN2295, 2010) permitidas por la normativa. Mientras que el compuesto BTDS23 se añadió al 0%,

20%, 50% y 100% a partir de una concentración de 200 mg/L. Los productos se desarrollaron por triplicado y fueron almacenadas en frascos de vidrio estériles. La formulación base de mayonesa se muestra en la Tabla 1, mientras que las diferentes evaluaciones ensayadas se observan en la Tabla 2.

Las formulaciones fueron analizadas mediante pruebas: fisicoquímicas, microbiológicas y visuales.

INGREDIENTES	%
Aceite	55
Agua	18
Vinagre	5
Huevo	17
Azúcar	2
Sal	2
Mostaza	1

Tabla 1. Formulación base de la Mayonesa
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

CÓDIGO		FORMULACIÓN		
CANOLA	GIRASOL	ACEITE	AGUA	TENSOACT.
C5500	G5500	55%	18%	0%
C5520	G5520	55%	18%	20%
C5550	G5550	55%	18%	50%
C5510	G5510	55%	18%	100%
C6500	G6500	65%	8%	0%
C6520	G6520	65%	8%	20%
C6550	G6550	65%	8%	50%
C6510	G6510	65%	8%	100%
C7500	G7500	75%	0%	0%
C7520	G7520	75%	0%	20%
C7550	G7550	75%	0%	50%
C7510	G7510	75%	0%	100%

Tabla 2. Codificación de Formulaciones
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

2.4 Análisis físico-químico

Para el análisis físico-químico de las formulaciones se realizaron pruebas de pH y de acidez por duplicado para cada muestra. Las pruebas se realizaron en el Laboratorio de Bromatología de la Facultad de Ingeniería en Alimentos utilizando como equipos una balanza (BOECO, modelo BEB) y un pH-metro (BOECO, modelo BT-600).

Para la prueba de pH, se pesaron 10 gramos de mayonesa que fueron diluidos en 100 ml de agua destilada. Se tomó una muestra de 10 ml de la mezcla y se procedió a medir el pH usando el pH-metro, previamente calibrado a pH 4.0 y 7.0, se registró el resultado de las muestras.

En la determinación del índice de acidez, una medida del grado de hidrólisis de una grasa, y acidez total como ácido acético (%), se pesaron 5 gramos de mayonesa en un matraz y se agregó 50 ml de alcohol etílico y 3 gotas de fenolftaleína al 1%. Seguido, se tituló gota a gota con una solución de hidróxido de potasio 0.1 N, mientras la solución era homogenizada en el matraz. Estos análisis se realizaron con una frecuencia semanal durante un mes basados en la metodología según las recomendaciones de Rodríguez et al. 2016.

2.5 Análisis microbiológico

Basado en la norma NTE INEN 2295 para mayonesa, las pruebas microbiológicas a realizar fueron: Aerobios Mesófilos, *Escherichia coli*, Mohos y Levaduras. Estas pruebas se realizaron a los quince días de la elaboración de las mayonesas, con siembra en los medios Plate Count Agar, Agar Verde Brilla y Agar PDA respectivamente.

Para disolver la muestra se utilizó Agua de Peptona y se realizaron 2 diluciones. Se pesó 1 gramo de muestra, tomando 0.5 gramos de cada duplicado, en 9 ml de agua de peptona para la primera dilución, luego se tomó 1 ml de ésta para segunda dilución en 9 ml de agua de peptona. En las pruebas de Aerobios Mesófilos y Mohos y Levaduras se realizó una siembra en masa, tomando 1 ml de cada dilución y agregando aproximadamente 20 ml de agar en cada placa. Los resultados se obtuvieron de 24 a 48 horas en el caso de Mesófilos y de 5 a 7 días para Mohos y Levaduras. En el caso de *E. coli*, se agregó aproximadamente 20 ml de agar en cada placa y se realizó una siembra por estrías. Los resultados se obtuvieron a las 24 horas.

2.6 Análisis cualitativo de estabilidad

Durante el periodo de análisis físico químicos y observación se almacenaron las muestras en condiciones de poca luz y temperatura ambiente, esto es para analizar las propiedades antimicrobianas del compuesto BTDS23. Considerando estos factores, se analizó cualitativamente la separación de fases en las muestras.

2.7 Estudio de Mercado

Se realizó un estudio de mercado realizando encuestas a una población representativa en Guayaquil determinada por una segmentación del mercado objetivo. Esta encuesta permite determinar la cantidad de potenciales consumidores a quienes dirigir el producto. Esta estimación real es necesaria e indispensable para poder diseñar una línea de producción adecuada y realista.

2.7.1 Segmentación y selección de mercado objetivo.

El proyecto está dirigido a personas de todos los estratos sociales de la ciudad de Guayaquil cuyas edades están entre los 15 y 64 años, por lo que se obtiene que, de acuerdo al INEC, un 65,4% de las viviendas de la ciudad de Guayaquil son los posibles clientes hacia los que va dirigida esta iniciativa.

De acuerdo al VII Censo de Población que realizó el INEC en el 2010, la ciudad de Guayaquil posee 2'350.915 habitantes, de los cuales 2'278.691 corresponden al área urbana y 72.224 al área rural. Si se realiza una proyección y se multiplica el porcentaje obtenido por el total de habitantes de la ciudad de Guayaquil, se obtiene el tamaño de la muestra para el levantamiento de información.

Para la selección de la muestra se empleará la ecuación 1 de población infinita debido a que el tamaño excede los 100,000 habitantes, donde los valores a reemplazar en la fórmula son: $z = 1,96$, $p = 0,5$, $q = 0,5$, $e = 0,05$.

$$n = \frac{z^2 pq}{e^2}$$

Ecuación 1. Población infinita
Fuente: Rodríguez, Ernesto. 2005

2.8 Estudio Técnico

2.8.1 Descripción del proceso productivo

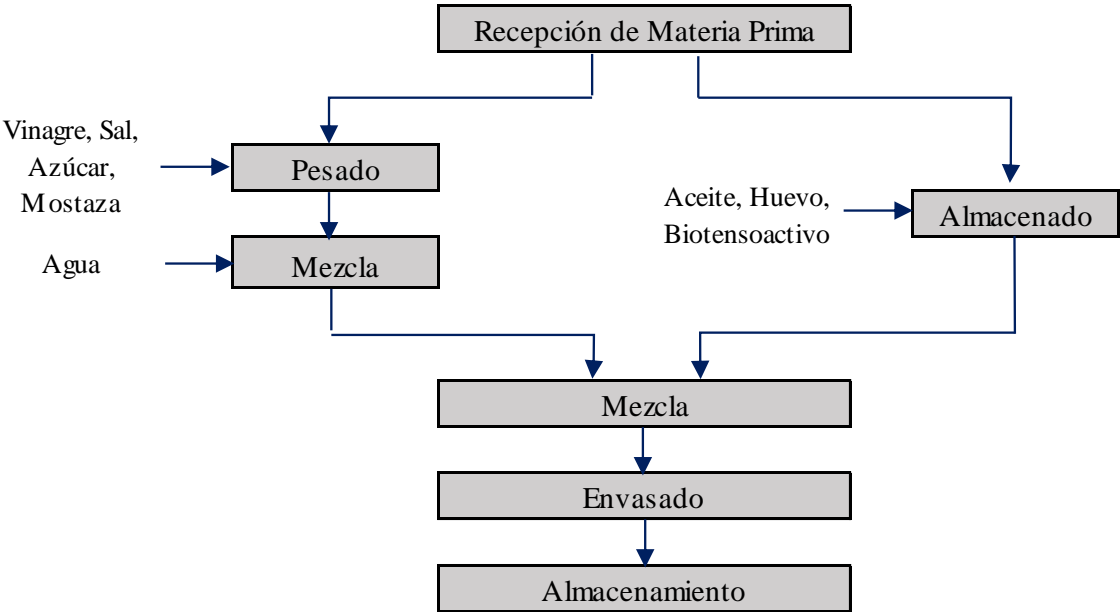


Figura 1. Diagrama de Flujo
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

El proceso mostrado en la Figura 1, se detalla de la siguiente manera:

Recepción de Materia Prima

Las materias primas utilizadas en la fabricación de la mayonesa son: Aceite, agua, huevo, compuesto BTDS23, vinagre, azúcar, sal y mostaza. Un grupo de estos ingredientes se receipta a diario, como son el aceite, huevos pasteurizados, y el compuesto BTDS23; mientras que los otros se almacenan en la bodega de materias primas.

Pesado

Los ingredientes secos para la fabricación de la mayonesa son previamente pesados para ser agregados a un tanque de mezclado paralelo al proceso principal, éstos son: azúcar, sal y mostaza.

Mezcla

Ésta es una etapa previa al proceso principal, aquí se realizará una pre-mezcla de los ingredientes secos con el agua. Esta pre-mezcla es enviada al tanque de emulsión para unirse a los ingredientes restantes.

Almacenado

Esta etapa es correspondiente a los ingredientes que son receptados a diario y requieren de refrigeración. El huevo y el compuesto BTDS23 son ingredientes que requieren mantenerse a temperatura de 4°C, por lo cual se receptan en tanques refrigerados donde se los mantiene durante toda esta etapa a diario.

El aceite es un ingrediente que se recepta a diario y se almacena en un tanque, sin embargo, no requiere de refrigeración.

Mezcla

Durante esta etapa se realiza la emulsión con las diferentes materias primas que fueron almacenadas en tanques separados como el aceite, el huevo, el compuesto BTDS23 y la pre-mezcla realizada en la etapa previa. Todos estos ingredientes se agitan dentro del tanque de emulsión hasta alcanzar la consistencia deseada y luego circula por tuberías con ayuda de bombas para la siguiente etapa.

Envasado

La mayonesa que pasó por el proceso de emulsión en la etapa anterior circula por tuberías hasta el equipo donde va a ser envasada en frascos de vidrio en presentación de 200 gramos.

Almacenamiento

El producto terminado es almacenado en cajas a temperatura ambiente hasta el momento de su distribución.

2.8.2 Tecnología y Equipos

El proceso de producción se puede observar gráficamente en la Figura 2. El diagrama de equipos muestra como los ingredientes ingresan a un mezclador, donde los ingredientes líquidos como el aceite, huevos pasteurizados, y el compuesto BTDS23 provienen de tanques de almacenamiento. El mezclador es donde se formará la

emulsión, mientras que la llenadora es con la cual se envasará la mayonesa en los respectivos frascos.

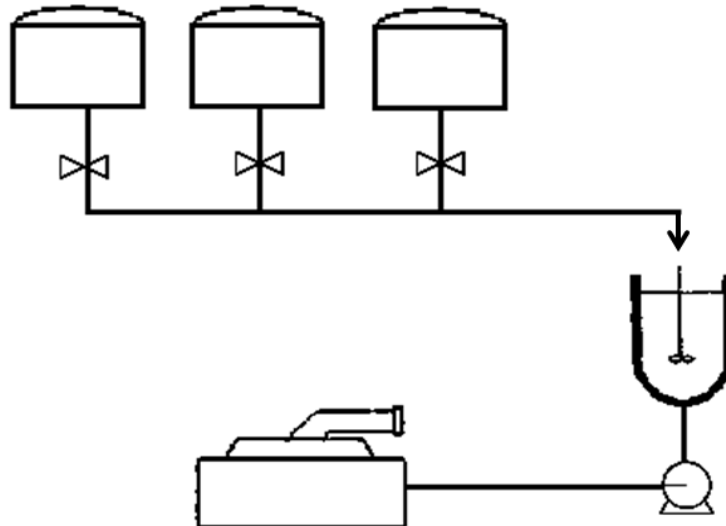


Figura 2. Diagrama de Equipos
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

2.8.3 Aspectos legales, administrativos y ambientales

El establecimiento de una planta debe registrarse al REGLAMENTO DE SEGURIDAD Y SALUD DE LOS TRABAJADORES Y MEJORAMIENTO DEL MEDIO AMBIENTE DE TRABAJO, Art 21, que habla sobre la Seguridad Estructural:

1. Todos los edificios, tanto permanentes como provisionales, serán de construcción sólida, para evitar riesgos de desplome y los derivados de los agentes atmosféricos.
2. Los cimientos, pisos y demás elementos de los edificios ofrecerán resistencia suficiente para sostener con seguridad las cargas a que serán sometidos.
3. En los locales que deban sostener pesos importantes, se indicará por medio de rótulos o inscripciones visibles, las cargas máximas que puedan soportar o suspender, prohibiéndose expresamente el sobrepasar tales límites.

De acuerdo al Art 24:

2. La separación entre máquinas u otros aparatos, será suficiente para que los trabajadores puedan ejecutar su labor cómodamente y sin riesgo. No será menor a 800 milímetros, contándose esta distancia a partir del punto más saliente del recorrido de las partes móviles de cada máquina.

Por ser una planta de alimentos también debemos regirnos a la RESOLUCIÓN ARCSA-DE-067-2015-GGG: "Normativa técnica sanitaria para alimentos procesados, plantas

procesadoras de alimentos, establecimientos de distribución, comercialización, transporte y establecimientos de alimentación colectiva".

Por último, en cuanto a nuestro producto, nos regimos bajo la norma de la Agencia Nacional de Regulación NTE INEN 2295: Mayonesa. Requisitos.

2.9 Estudio Económico

El estudio económico consiste en la determinación del costo de producción de la mayonesa, con la formulación elegida, basándose en el montaje de una línea de producción a nivel industrial. Esto permitirá conocer una estimación cercana del costo real del producto industrializado.

2.9.1 Costos de Producción

El producto está compuesto de las siguientes materias primas: aceite, huevo, compuesto BTDS23, agua, vinagre, sal, azúcar y mostaza.

Para la obtención del costo de producción de la mayonesa de acuerdo al montaje de la línea de producción, hay que tomar en cuenta los costos directos e indirectos involucrados. Los costos directos son: materia prima y mano de obra directa, como costos indirectos encontramos: mano de obra indirecta, depreciación, seguros, reparación y mantenimiento de equipos y los suministros y servicios para el funcionamiento de la línea de producción.

CAPÍTULO 3

3 RESULTADOS

3.1 Prueba preliminar de Poder Emulsionante

La obtención de los datos para la prueba E₂₄ se muestran en la Figura 3 mientras que sus resultados se pueden observar en la Tabla 3, éstos son favorables para los aceites presentados, siendo los aceites de Oliva y Canola los que presentan un mayor poder emulsionante con un 82,5% y 75% respectivamente, frente al aceite de Girasol con un 45%. Sin embargo, el aceite de Oliva presenta como desventaja su elevado costo por lo cual son los aceites de girasol y canola con la concentración de 200 mg/L de compuesto BTDS23 con los que se trabajó en el proyecto.

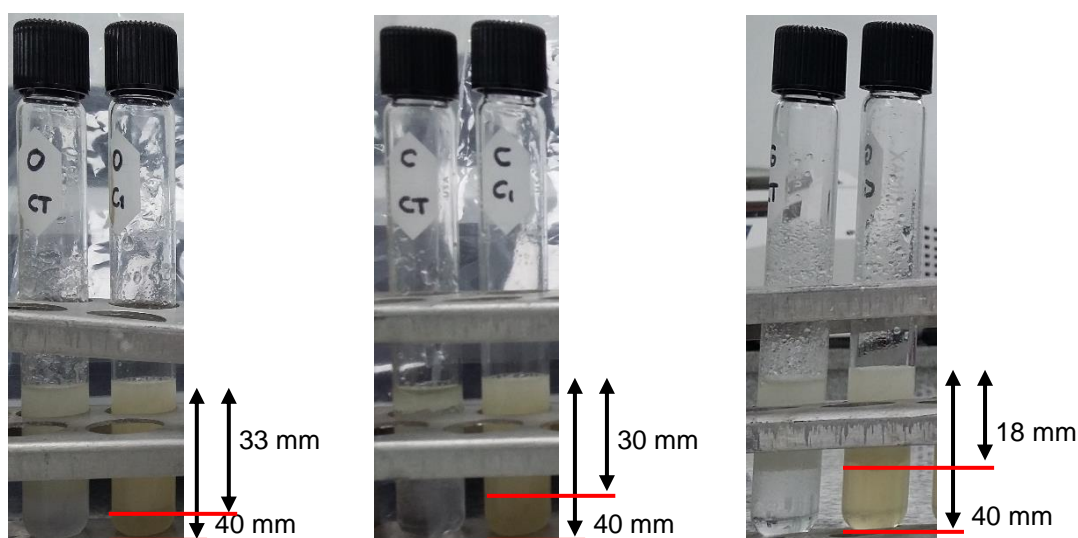


Figura 3. Prueba E₂₄

Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Aceite	Emulsión	Mezcla	I. Emulsión
	Milímetros	Milímetros	%
Oliva	33	40	82,5
Canola	30	40	75
Girasol	18	40	45

Tabla 3. Índice de Emulsión

Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

3.2 Aplicación del compuesto BTDS23 como emulsionante.

Durante la producción de las diferentes formulaciones de mayonesa se pudo observar que el compuesto BTDS23 actuó como emulsionante, logrando reemplazar el huevo hasta en un 50% de manera efectiva, con ambos aceites; canola y girasol. Las formulaciones que no lograron formar una emulsión fueron las que contenían 100% del

compuesto BTDS3 reemplazando totalmente el huevo, de igual manera ocurrió con las formulaciones que contenían mayor cantidad de agua, como se puede observar en la Tabla 4.

CÓDIGO	EMULSIÓN	CÓDIGO	EMULSIÓN
C5500	Sí	G5500	Sí
C5520	Sí	G5520	Sí
C5550	No	G5550	No
C5510	No	G5510	No
C6500	Sí	G6500	Si
C6520	Sí	G6520	No
C6550	Sí	G6550	Si
C6510	No	G6510	No
C7500	Sí	G7500	Si
C7520	Sí	G7520	Si
C7550	No	G7550	No
C7510	No	G7510	No

Tabla 4. Formación de Emulsiones
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

3.3 Pruebas físico-químicas

3.3.1 Análisis de pH

En la Tabla 5 podemos observar los resultados de pH obtenidos semana a semana, durante un mes, para cada una de las formulaciones de aceite de canola. Como se muestra, el pH se mantiene en un rango entre 4,17 y 4,66 en la semana 0, terminando en un rango de 3,85 y 4,65 para la semana 4.

Resultados de pruebas de pH					
CÓDIGO	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
C5500	4,64	4,57	4,55	4,60	4,43
C5520	4,55	4,48	4,45	4,63	4,48
C5550	6,42	5,31	4,40	4,20	4,18
C5510	4,39	4,09	4,07	3,70	4,58
C6500	4,64	4,58	4,56	4,59	4,59
C6520	4,31	4,43	4,36	4,48	4,51
C6550	4,25	4,34	4,30	4,46	4,27
C6510	4,48	4,01	4,03	3,44	3,85
C7500	4,66	4,58	4,55	4,55	4,59
C7520	4,17	4,43	4,40	4,44	4,53
C7550	4,29	4,26	4,28	4,09	4,65
C7510	4,33	4,06	4,09	4,02	4,46

Tabla 5. Resultados de pruebas de pH para Mayonesa de aceite de Canola
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Para la mayonesa con aceite de Girasol, los resultados que se observan en la Tabla 6 para la semana 0 se encuentran en un rango entre 4,04 y 5,94 terminando en la semana 4 con un rango entre 3,93 y 5,40

Resultados de pruebas de pH					
CÓDIGO	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
G5500	4,58	4,44	4,41	4,61	4,74
G5520	4,52	4,56	4,5	4,62	4,54
G5550	4,33	4,33	4,27	4,24	4,11
G5510	4,1	3,87	3,87	3,83	3,93
G6500	4,66	4,66	4,58	4,75	5,11
G6520	5,94	5,08	5,17	5,31	4,93
G6550	4,36	4,46	4,42	4,96	5,40
G6510	4,04	4,13	4,07	4,33	4,30
G7500	4,58	4,49	4,39	4,54	4,32
G7520	4,64	4,54	4,41	4,58	4,51
G7550	5,1	4,86	4,86	4,43	4,67
G7510	4,61	4,01	3,99	4,01	3,97

Tabla 6. Resultados de pruebas de pH para Mayonesa con aceite de Girasol
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

En cuanto a la normativa INEN para los requisitos de la mayonesa, ésta debe tener un pH máximo de 4,1, por lo que, al comparar los resultados obtenidos en nuestras pruebas con la normativa, se puede notar que el pH de muestras mayonesas se encuentran fuera del rango permitido. La norma mexicana NMX-F-021-S-1979 establece también un rango de pH para mayonesa entre 3,4 y 4,0.

Sin embargo, es necesario recalcar que en las formulaciones presentadas no se adicionó conservantes, elementos que tienden a disminuir el pH en las formulaciones a las que se los agregue. Los conservantes permitidos por la normativa INEN son ácido benzoico o ácido sórbico. Dentro de este marco se sugiere que las formulaciones no se encuentren incumpliendo la normativa.

3.3.2 Análisis de Índice de Acidez

La Tabla 7 muestra los resultados de índice de acidez para la mayonesa con aceite de Canola, comienza con un rango entre 0,84 y 3,86 mg KOH/g para la semana 0, terminando en la semana 4 con un rango entre 0,65 y 5,56 mg KOH/g notando un aumento a lo largo de las semanas. La normativa INEN no muestra el índice de acidez como un parámetro de calidad.

Resultados de Índice de Acidez					
CÓDIGO	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
C5500	3,86	2,40	2,31	3,67	3,02
C5520	3,66	2,59	2,98	2,50	2,67
C5550	0,84	1,33	4,15	4,38	5,56
C5510	1,54	1,36	2,06	3,45	5,03

Resultados de Índice de Acidez					
CÓDIGO	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
C6500	3,05	2,09	2,80	1,60	2,20
C6520	3,21	2,87	2,83	2,41	2,74
C6550	3,63	3,67	2,97	2,97	3,61
C6510	1,54	1,46	2,49	2,06	3,62
C7500	3,32	1,96	1,56	1,49	1,68
C7520	3,63	2,73	2,56	1,73	3,27
C7550	1,76	0,44	3,70	0,79	0,65
C7510	2,40	0,91	0,92	0,86	3,76

Tabla 7. Resultados de Índice de Acidez para Mayonesa con aceite de Canola
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

El índice de acidez para la mayonesa con aceite de Girasol, mostrado en la Tabla 8, se encuentra entre rangos que van desde 0,72 a 3,03 mg KOH/g en la semana 0, aumentando a un rango de 1,56 y 5,85 mg KOH/g en la semana 4.

Resultados de Índice de Acidez					
CÓDIGO	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
G5500	1,82	2,76	3,42	3,7	2,88
G5520	1,78	1,92	2,58	3,55	5,61
G5550	1,03	0,88	1,38	2,81	3,18
G5510	0,82	1,47	2,3	3,03	5,61
G6500	1,99	2,33	2,91	2,39	2,75
G6520	0,97	1,73	2,02	3,26	3,57
G6550	3,03	3,34	3,38	2,32	2,19
G6510	0,72	1,91	2,73	3,61	5,85
G7500	1,93	2,58	2,14	3,35	3,95
G7520	1,71	1,59	2,25	2,76	5,61
G7550	0,87	1,18	1,16	1,81	1,56
G7510	0,87	1,11	1,05	2,04	3,03

Tabla 8. Resultados de Índice de Acidez para Mayonesa con aceite de Girasol
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

3.3.3 Análisis de Acidez Total

Los resultados para los análisis de acidez total para mayonesas con aceite de Canola y aceite de Girasol, se muestran en las Tablas 9 y 10 respectivamente.

La acidez total para la mayonesa con aceite de Canola, se encuentra entre rangos que van desde 0,09 a 0,41% inicialmente en la semana cero, terminando en la semana 4 con un rango entre 0,07 y 0,48%.

Resultados de Acidez Total					
CÓDIGO	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
C5500	0,41	0,26	0,25	0,39	0,32
C5520	0,39	0,28	0,32	0,27	0,29
C5550	0,09	0,14	0,44	0,47	0,47
C5510	0,16	0,14	0,22	0,37	0,48
C6500	0,33	0,22	0,30	0,17	0,24
C6520	0,34	0,31	0,30	0,26	0,29
C6550	0,39	0,39	0,32	0,32	0,39
C6510	0,16	0,16	0,27	0,22	0,39
C7500	0,35	0,21	0,17	0,16	0,18
C7520	0,39	0,29	0,27	0,19	0,35
C7550	0,19	0,05	0,40	0,08	0,07
C7510	0,26	0,10	0,10	0,09	0,40

Tabla 9. Resultados de Acidez Total para Mayonesa de aceite de Canola
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Para la mayonesa con aceite de Girasol, los resultados de acidez total en la semana 0 se encuentran en un rango entre 0,08 y 0,32% aumentando hasta un rango de entre 0,17 y 0,63% en la semana 4.

Resultados de Acidez Total					
CÓDIGO	Semana 0	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
G5500	0,19	0,3	0,37	0,4	0,31
G5520	0,19	0,21	0,28	0,38	0,60
G5550	0,11	0,09	0,15	0,3	0,34
G5510	0,09	0,16	0,25	0,32	0,60
G6500	0,21	0,25	0,31	0,26	0,29
G6520	0,1	0,18	0,22	0,35	0,38
G6550	0,32	0,36	0,36	0,25	0,23
G6510	0,08	0,2	0,29	0,39	0,63
G7500	0,21	0,28	0,23	0,36	0,42
G7520	0,18	0,17	0,24	0,3	0,60
G7550	0,09	0,13	0,12	0,19	0,17
G7510	0,09	0,12	0,11	0,22	0,32

Tabla 10. Resultados de Acidez Total para Mayonesa de aceite de Girasol
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

La normativa INEN no muestra la acidez total como un parámetro, por otra parte, la norma mexicana NMX-F-021-S-1979 indica que la acidez total debe estar en un máximo de 0,5% como se puede observar, el porcentaje máximo al que llegan las formulaciones con aceite de Canola está en 0,48% con lo cual se encuentra dentro de los parámetros permitidos por la normativa mexicana.

Observando los resultados en la semana 4 para las formulaciones con aceite de Girasol, varias de éstas alcanzan valores que sobrepasan el rango permitido llegando a un

máximo de 0,63% de acidez total, quedando fuera de los parámetros permitidos por la normativa mexicana.

3.4 Pruebas microbiológicas

Los resultados microbiológicos obtenidos, a los quince días, para las formulaciones con aceite de Canola se muestran en la Tabla 11. La norma NTE INEN 2295:2010 establece como requisito microbiológico un rango de microorganismos Mesófilos entre $1,0 \times 10^4$ y $5,0 \times 10^4$ UFC/g, un máximo de 3 NMP/g para *E. coli* y un rango de $2,0 \times 10^1$ y $5,0 \times 10^1$ para mohos y levaduras.

Atendiendo a estas consideraciones y de acuerdo a la normativa, las formulaciones se encuentran dentro del rango establecido y cumplen los requisitos para Mesófilos puesto que el mayor resultado fue de $6,9 \times 10^3$ UFC/g que se encuentra dentro del rango. Sin embargo, existen dos formulaciones de las que no se pudieron obtener resultados ya que necesitaban de más diluciones, estas formulaciones son las de 65% aceite-20% compuesto BTDS23 y 75% aceite-50% compuesto BTDS23.

Del mismo modo, los resultados para *E. coli*, son favorables, puesto que los resultados muestran que no se obtuvo crecimiento para ninguna formulación.

Por otro lado, respecto a mohos y levaduras existió una formulación, de 55% aceite y 50% compuesto BTDS23, que presentó contaminación en la semana 1, mientras que no se presentó crecimiento en las demás formulaciones.

CÓDIGO	PCA	Verde Brilla Agar	PDA
	Mesófilos (UFC/g)	<i>E. coli</i> (NMP/g)	Mohos y Levaduras (UP/g)
C5500	$6,90 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C5520	$5,00 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C5510	$3,60 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C6500	$2,10 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C6520	$> 3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C6550	$6,10 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C6510	$2,80 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C7500	$4,60 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C7520	$3,50 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C7550	$> 3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
C7510	$5,80 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$

Tabla 11. Resultados Microbiológicos para Mayonesa con aceite de Canola
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Para las formulaciones con aceite de Girasol, como se muestra en la Tabla 12, se requiere en su mayoría de más diluciones para obtener un resultado, notando que innegablemente son más propensas a contaminación. Sin embargo, se pudo obtener resultados de Mesófilos Aerobios para las formulaciones de 55% aceite y 100%

compuesto BTDS23; 75% aceite y 50% compuesto BTDS23; y 75% aceite y 100% compuesto BTDS23. De estas formulaciones el mayor resultado fue de $9,8 \times 10^3$ UFC/g el cual se encuentra dentro del rango permitido para Mesófilos.

Por otro lado, en los resultados de *E. coli*, no se observó crecimiento para ninguna formulación.

CÓDIGO	PCA	Verde Brilla Agar	PDA
	Mesófilos (UFC/g)	<i>E. coli</i> (NMP/g)	Mohos y Levaduras (UP/g)
G5500	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G5520	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G5550	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G5510	$1,7 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
G6500	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G6550	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G6510	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G7500	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
G7520	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$9,7 \times 10^1$
G7550	$4,9 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
G7510	$9,8 \times 10^3$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$

Tabla 12. Resultados Microbiológicos para Mayonesa con aceite de Girasol
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Analizando los resultados específicamente de los ensayos con aceite de Girasol, expuestos en la Tabla 13, y tomando en cuenta los resultados del índice de emulsión, el de Girasol es el que menos emulsión formó (45%). Estos resultados sugieren que una emulsión de menor grado es propensa a mayor contaminación, lo cual se basa en los resultados de acidez total, como porcentaje de ácido acético, que en un promedio aumentan de un 0,22% en la semana 0 a un 0,26% en la semana 2, en la cual se realizó análisis microbiológicos, llegando incluso a un 0,41% en la semana 4.

Código	Acidez Total		Mesófilos (UFC/g)	<i>E. coli</i> (NMP/g)	Mohos y Levaduras (UP/g)
	Semana 0	Semana 2			
G5500	0,19	0,30	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G5520	0,19	0,21	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G6500	0,21	0,25	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G6550	0,32	0,36	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$>1,5 \times 10^2$
G7500	0,21	0,28	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$< 1,0 \times 10^1$
G7520	0,18	0,17	$>3,0 \times 10^4$	$< 1,0 \times 10^1$	$9,7 \times 10^1$

Tabla 13. Resultados de acidez total vs. resultados microbiológicos.
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

3.5 Análisis estadístico para los valores de pH.

Se realizó un análisis estadístico para comparar los valores de pH de las 12 formulaciones que fueron tomados en la semana 4, con respecto al valor de pH de 4,1

que establece la norma INEN 2295. Aplicando un análisis comparativo ortogonal con la herramienta Statistix 9.0, la prueba reveló que los valores de pH de las 12 formulaciones elaboradas con aceite de canola no muestran diferencias significativas con respecto a la norma, mientras que los valores de pH de las formulaciones elaboradas con aceite de girasol si mostraron diferencias significativas con respecto al valor de 4,1 establecido por la norma como valor máximo de pH para este producto. Los gráficos del análisis comparativo se pueden observar en los apéndices C y D.

3.6 Análisis cualitativo de estabilidad de las formulaciones ensayadas.

En la Figura 4 se puede observar la altura del desfase de las formulaciones expuestas en la Tabla 14, donde se muestra el porcentaje de desfase de las formulaciones C5520, C6550 y G6550, durante el tiempo de evaluación. Se puede observar que el ensayo C5520 tuvo un mayor desfase (20%) en la última semana.

La Figura 5 muestra la cantidad de desfase de las emulsiones de acuerdo a las diferentes concentraciones de compuesto BTDS23 utilizado en cada una de ellas. Como podemos observar, la formulación C5520 presentó el mayor desfase, desde la semana 1 y a lo largo de las 4 semanas. La formulación C6550 también presentó un desfase en la semana 1, sin embargo, es menor que la C5520. Ambas formulaciones son con aceite de canola, pero se puede notar que en la formulación con mayor cantidad de compuesto BTDS23 hay un menor desfase en el transcurso de las semanas.

Por otro lado, la formulación G6550 con aceite de Girasol muestra un desfase mínimo, sin embargo, éste se dio durante la primera semana. Esto puede ser justificado por el poder emulsionante con este aceite, el cual fue de un 45%, en comparación con el 75% de aceite de canola.

CÓDIGO	Semana 1			Semana 2			Semana 3			Semana 4		
	Df.	Total	%	Df.	Total	%	Df.	Total	%	Df.	Total	%
C5520	3	40	7,5	5	40	12,5	5	40	12,5	8	40	20
C6550	0	40	0	0	40	0	0,5	40	1,3	0,5	40	1,3
G6550	0,5	40	1,3	0,5	40	1,3	0,5	40	1,3	0,5	40	1,3

Tabla 14. Porcentaje de desfase a través del tiempo.
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

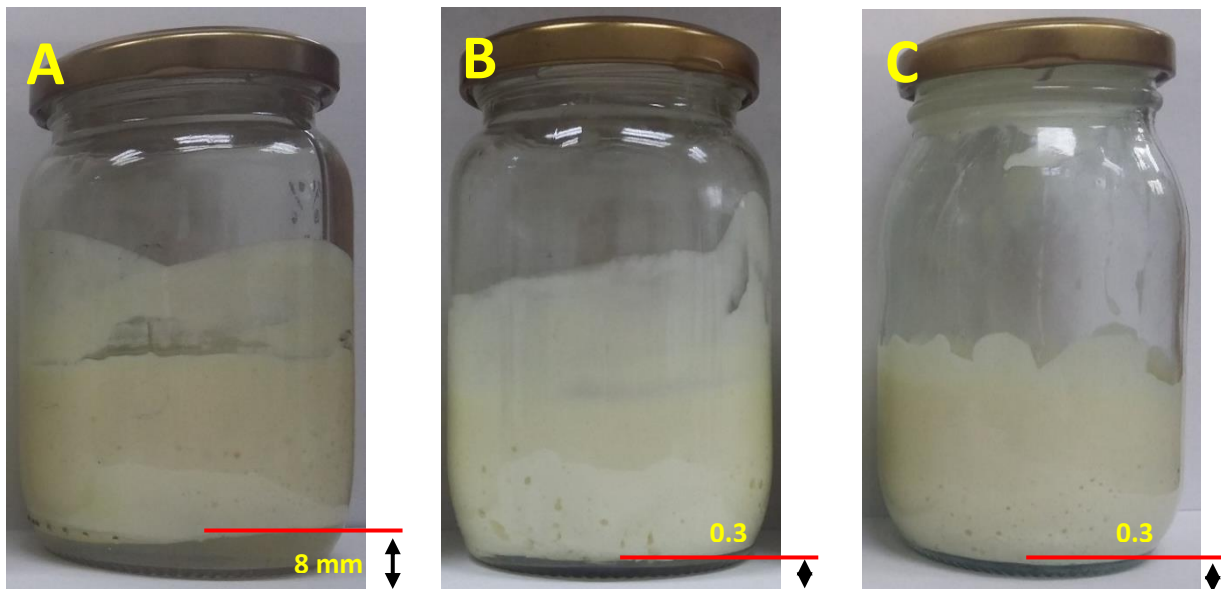


Figura 4. Altura de desfase de ensayos C5520 (A), C6550 (B) y G6550 (C) respectivamente.
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

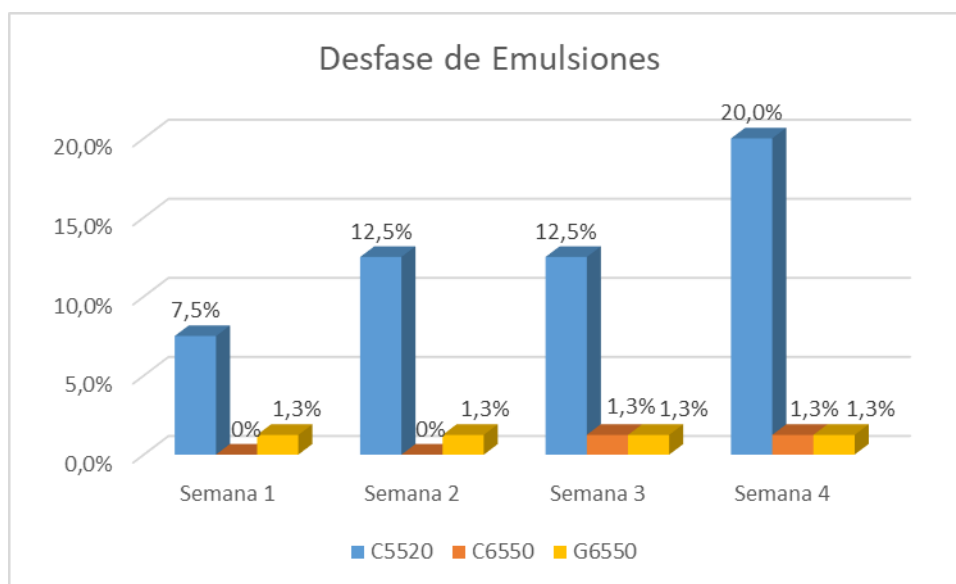


Figura 5. Desfase de Emulsiones
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Tomando en cuenta los resultados de todas las pruebas y análisis realizados, es notable que el aceite de Girasol tiene resultados desfavorables tanto en análisis físico-químicos como microbiológicos. La mayonesa con aceite de Girasol resultó propensa a una mayor contaminación microbiana y, como consecuencia, la actividad microbiana provoca tanto la degradación de los aceites liberando ácidos grasos, como la fermentación de los azúcares, causando el aumento de la acidez total que se pudo observar en los resultados de acidez total y de pH. Se sugiere que esto tenga que ver con el bajo poder emulsionante que presentó el compuesto BTDS23 con este aceite en comparación con los aceites de canola y de oliva, por lo cual el aceite escogido para la formulación fue el de canola.

Las formulaciones con aceite de canola obtuvieron buenos resultados físico-químicos, los valores de pH no muestran diferencias significativas respecto al valor establecido por la norma y la acidez total se encuentra dentro de los rangos permitidos. En el área microbiológica, exceptuando las formulaciones C6520 y C7550 de las cuales no se logró obtener un resultado y, C5550 que presentó contaminación en la primera semana, las formulaciones presentan resultados dentro de rangos permitidos por la normativa. En este sentido, el factor determinante es reemplazar la mayor cantidad de huevo y disminuir la cantidad de aceite en la formulación para disminuir el colesterol en la mayonesa, por lo cual la formulación escogida fue la de 65% aceite y 50% del compuesto BTDS23.

3.7 Estimación de la disminución del nivel de colesterol

De acuerdo a la USDA, 100 gramos de huevo crudo aportan 385 mg de colesterol. Este valor nos permite calcular una reducción estimada del aporte de colesterol en nuestro producto al reemplazar el 50% del huevo por el compuesto BTDS23. En el caso de nuestra formulación, utilizamos 17 gramos de huevo para producir 200 gramos de mayonesa, lo que equivaldría a un aporte de colesterol de 65 mg. Las mayonesas del mercado aportan aproximadamente 84 mg de colesterol por cada 200 gramos de producto. Esto significaría que nuestra mayonesa logra reducir el nivel de colesterol en un 23% comparado a los productos actuales.

3.8 Resultados de Estudio de Mercado

El tamaño de la población objetivo segmentada para el levantamiento de información es de 1'537.498 habitantes. Aplicando la fórmula establecida se obtuvo que el número de personas que se necesita encuestar para conocer la demanda del producto en la ciudad de Guayaquil es de 384.

Del total de personas encuestadas, 92 corresponden al género masculino con una participación del 28%, y 292 al género femenino equivalentes al 72% restante.

Se tomó en consideración para su participación a personas que se encuentren en un rango de 15 a 65 años de edad puesto que son los jóvenes, jóvenes-adultos y adultos quienes consumen en su mayoría el producto a evaluar. Como se observa en la Figura 6, el 81% de los encuestados se encuentran por debajo de los 45 años de edad, mientras que el 19% restante están entre los 46 y 65 años de edad.

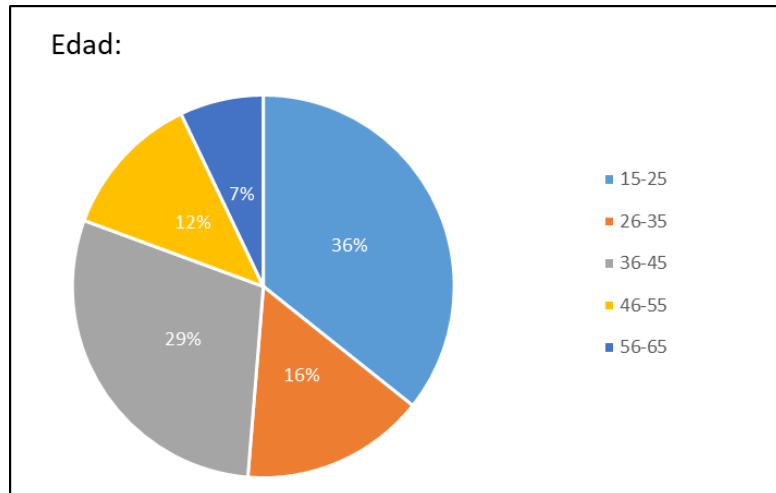


Figura 6. Edad de encuestados
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Del total de encuestados, el 67% de las personas indicaron que sí consumen mayonesa, éste es el rango en el que se va a enfocar el estudio puesto que son los posibles consumidores del producto a evaluar. Éste grupo de evaluados consumen en un 74% mayonesa tradicional y en un 9,9% mayonesa light; y el 60,3% lo hacen con una frecuencia de 1 vez por semana o más, como se observa en la Figura 7.

Puesto que en su mayoría los consumidores, ya sea en casa o en puestos de la calle, adquieren la mayonesa tradicional, se preguntó si estaría dispuesto a consumir una alternativa más saludable y menos calórica, el resultado de respuestas afirmativas fue de un 76,7%.

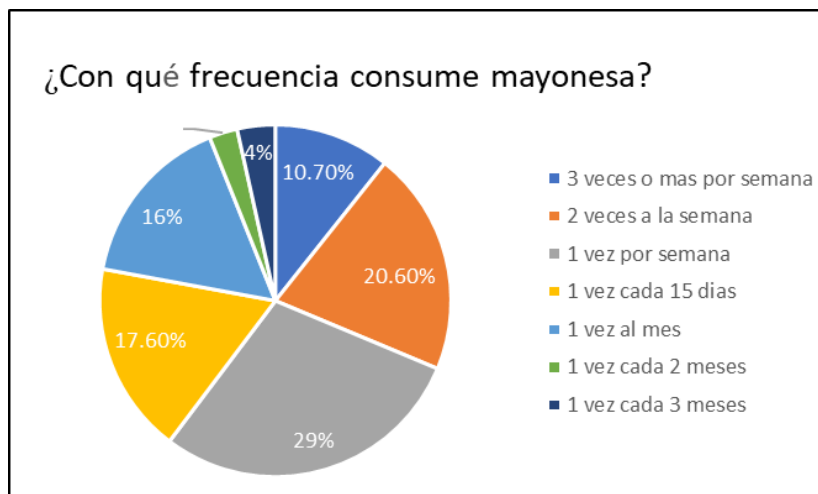


Figura 7. Frecuencia de Consumo
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

3.9 Estudio Técnico

Producción real estimada.

Para determinar la producción, se decidió mantener un escenario conservador ya que nos enfrentamos a una amplia competencia de marcas que ya se encuentran posicionadas en el mercado. A través de las encuestas se pudo determinar que un 76,7% de la población segmentada consumiría nuestro producto, además conocemos la frecuencia de consumo usual que es de una vez por semana y cantidad que consume una persona que es de 16 gramos aproximadamente. Por ende, hacemos un cálculo multiplicando la población segmentada por el porcentaje que consume mayonesa una vez por semana y que consumirían nuestro producto y transformamos a consumo en kilogramos multiplicándolo por el consumo personal mensual obteniendo una producción de 453 kg al mes.

$$\text{Demanda (kg)} = (1'537.498) (0,767) (0,60) (0,16) (4) = 452,8 \text{ kg/mes.}$$

Producción ideal estimada

En el caso de una industria con equipos de mayor capacidad, donde la planta laboraría 7 horas por día, 21 días al mes, se lograría elaborar alrededor de 994 envases mensuales, lo que equivale a 198.912 kg de producto al mes. Diariamente se fabricarían 47 envases de Mayonesa. El diseño de una planta semi-industrial e industrial del producto se muestra en los apéndices A y B.

Con la producción ideal estimada, se determinó las capacidades y cantidades mínimas de los equipos a utilizar en una planta industrial para la elaboración de la mayonesa, esto se detalla en la Tabla 15.

Equipo	Capacidad	Unidad	Cantidad
Tanque de proceso	100	L	3
Mezclador en línea	≤ 90.000	l/h	1
Llenadora de líquidos viscosos	10 - 18	Envases/min	1

Tabla 15. Equipos y sus capacidades
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

3.10 Estudio Económico

Se determinó los costos de materia prima por kilo de producto, además del costo por unidad de producto mediante la formulación escogida. Los costos se presentan en la Tabla 16.

MATERIAS PRIMAS	Presentación de 200 g			
	Fracción	Kilos por producto	Precio/kg	Precio/unidad
Aceite	65,0%	0,130	\$ 3,70	\$ 0,481
Huevo	8,5%	0,017	\$ 0,42	\$ 0,007
Biotensoactivo	8,5%	0,017	\$ 0,14	\$ 0,002
Agua	8,0%	0,016	\$ 0,23	\$ 0,004
Vinagre	5,0%	0,010	\$ 1,00	\$ 0,010
Azúcar	2,0%	0,004	\$ 0,79	\$ 0,003
Sal	2,0%	0,004	\$ 0,37	\$ 0,001
Mostaza	1,0%	0,002	\$ 4,30	\$ 0,009
Peso Neto Kilos o gramos	100%	0,20	\$ 10,95	\$ 0,52

Tabla 16. Costo de Materia Prima
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Los costos de mano de obra se dividen en directos e indirectos, siendo los directos los trabajadores involucrados íntimamente con el producto como son los operadores y auxiliares trabajando en la línea de producción. Por otro lado, los empleados como los jefes de producción y calidad, así como también el operador de mantenimiento de equipos se consideran mano de obra indirecta. Estos costos se pueden observar en la Tabla 17.

MANO DE OBRA DE OBRA DIRECTA			ANUAL	
EXPRESADO EN US\$	SUELDO MENSUAL POR PERSONA	FACTOR CARGAS SOCIALES	# DE TRABAJADORES	COSTO
OPERARIOS	\$ 415,00	1,37	6	\$40.935,60
AUXILIAR	\$ 375,00	1,37	1	\$ 6.165,00
TOTAL DE MANO DE OBRA DIRECTA				\$ 3.925,05

MANO DE OBRA DE OBRA INDIRECTA			ANUAL	
EXPRESADO EN US\$	SUELDO MENSUAL POR PERSONA	FACTOR CARGAS SOCIALES	# DE TRABAJADORES	COSTO
JEFE DE PRODUCCIÓN	\$ 900,00	1,37	1	\$14.796,00
JEFE DE CALIDAD	\$ 750,00	1,37	1	\$12.330,00
OPERADOR DE MANTENIMIENTO	\$ 700,00	1,37	1	\$11.508,00
TOTAL DE MANO DE OBRA INDIRECTA				\$38.634,00

TOTAL DE MANO DE OBRA				\$42.559,05
-----------------------	--	--	--	-------------

Tabla 17. Costo de Mano de Obra
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Otros costos indirectos que se deben considerar son el valor, depreciación, seguros, reparación y mantenimiento de los equipos, así como también los suministros y servicios para el funcionamiento de la línea de producción. Éstos se detallan en las Tablas 18 y 19, mientras que la Tabla 20 muestra el Total de costos directos e indirectos por unidad de producto.

DEPRECIACIÓN, SEGUROS, REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO					
EXPRESADO EN US\$	VALOR	VIDA ÚTIL (Años)	DEPRECIACIÓN	REPARACIÓN Y MANTENIMIENTO	SEGUROS
			Cargo Anual	Cargo Anual	Cargo Anual
MAQUINARIA Y EQUIPOS					
Tanques de almacenamiento de Materia Prima	\$ 38.000,00	10	\$ 3.800,00	\$ 380,00	\$ 380,00
Mezclador	\$ 12.000,00	10	\$ 1.200,00	\$ 120,00	\$ 120,00
Bombas	\$ 14.800,00	10	\$ 1.480,00	\$ 148,00	\$ 148,00
Llenadora	\$ 5.319,00	10	\$ 531,90	\$ 53,19	\$ 53,19
TOTAL			\$ 9.911,90	\$ 991,19	\$ 991,19
MUEBLES Y ENSERES					
	\$ 2.720,00	20	136	0	0
			\$ 136,00	\$ -	\$ -
VEHÍCULOS	\$ 22.000,00	5	\$ 4.400,00	\$ 220,00	\$ 220,00
TOTAL ANUAL POR ÍTEM			\$ 14.447,90	\$ 1.211,19	\$ 1.211,19

Tabla 18. Costo de Depreciación, Seguros, Reparación y Mantenimiento
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

SUMINISTROS Y SERVICIOS				
EXPRESADO EN US\$	UNIDAD CONSUMIDA	COSTO UNITARIO	CONSUMO MENSUAL	COSTO MENSUAL
ENERGÍA ELÉCTRICA	KWH	\$ 0,10	820,26	\$ 82,03
REFRIGERANTES	KILOS	\$ 6,76	15	\$ 101,40
AGUA	m ³	\$ 0,33	120	\$ 39,60
MATERIAL DE LIMPIEZA	LITROS	\$ 1,20	60	\$ 72,00
TOTAL DE SUMINISTROS Y SERVICIOS				\$ 295,03

Tabla 19. Costo de Suministros y Servicios
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

COSTOS DIRECTOS E INDIRECTOS TOTALES	
	(\$/UNIDADES)
Mano de Obra Directa	\$ 0,04
Gastos Indirectos de Fabricación	\$ 0,59

Tabla 20. Total de Costos Directos e Indirectos
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Considerando todos los costos involucrados para determinar el costo de producción, mencionados en la metodología y mostrados en la Tabla 21, se logra obtener un costo de \$2,10 para un frasco de 200g de Mayonesa para la formulación C6550. Además se puede observar que los costos indirectos son los que más influyen en el costo de producción.

	Precio/Unidad	Porcentaje
Materias Primas	\$0,52	25
Envase Primario	\$0,55	26
Empaque Externo 1 (Etiqueta)	\$0,02	1
Empaque Externo 2 (Cartón)	\$0,38	18
Mano de Obra Directa	\$0,04	2
Costos Indirectos	\$0,59	28
Costo de Producción	\$2,10	100

Tabla 21. Costo de Producción
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Si tomamos en cuenta las diferentes formulaciones, podemos comparar los precios según sus componentes y observar que el precio del producto depende principalmente del contenido de aceite y del compuesto BTDS23, la comparación se muestra en la Tabla 22. Las mayonesas a base de aceite de canola tienen un mayor costo de producción como lo podemos observar en el caso de la formulación G6550 que tiene un costo de \$1,89. Además, las formulaciones C5520, C6520, C7520, C5550, C6550, C7550 y G5520, G6520, G7520, G5550, G6550, G7550 tienen el mismo costo de producción lo que nos demuestra que reemplazar el huevo en un 20 o 50 por ciento no afecta nuestros costos de producción.

En el caso de los productos actuales del mercado, los precios están entre \$1,00 y \$1,50, lo que significa que nuestro producto saldría con un costo superior a la competencia.

CÓDIGO	Precio/Unidad	CÓDIGO	Precio/Unidad
C5520	\$2,03	G5520	\$1,85
C6520	\$2,10	G6520	\$1,89
C6550	\$2,10	G6550	\$1,89
C7520	\$2,17	G7520	\$1,93

Tabla 22. Costos de Producción de las formulaciones.
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

CAPÍTULO 4

4 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

De los resultados obtenidos en este trabajo, se puede deducir que al reemplazar parcialmente el huevo con biotensoactivo, el cual otorga propiedades no solo tecnológicas, sino también propiedades biológicas gracias a su actividad antimicrobiana, su baja toxicidad y su biodegradabilidad (Campos et al., 2015), se llega a obtener un producto bajo en calorías.

Existen varios estudios que indican que los biotensoactivos también han sido aplicados en el campo de la medicina debido a sus propiedades antivirales, antifúngicas y antimicrobianas (Medeiros Campos et al., 2013). Es aquí donde nace una oportunidad para la industria alimenticia de innovar con los productos de consumo masivo reemplazando sus aditivos por otros compuestos que podrían presentar este tipo de propiedades que podrían ayudar a inhibir el crecimiento bacteriano, lo cual va a incrementar la estabilidad del producto y va a reducir la necesidad de utilizar conservantes artificiales (Cortés-Sánchez et al., 2013).

Otra de las ventajas de utilizar biotensoactivos es que este no debería afectar mayormente las características sensoriales del producto al que está acostumbrado el consumidor. Es importante establecer el hecho de que, al desarrollar un producto, debemos asegurar la inocuidad del mismo y al utilizar un subproducto de un microorganismo como aditivo, es necesario comprobar que estas sustancias no puedan causar efectos perjudiciales para la salud humana antes de utilizarlos (OMS, 2017).

El uso de aditivos tiene que estar regulado, ya que deben ser un beneficio para el alimento y el consumidor, debe ser no tóxico y debidamente evaluado toxicológicamente. Debido al riesgo que podría implicar, la Organización Mundial de la Salud, así como la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO) sugieren una ingesta diaria aceptable (IDA), una cantidad de aditivo en un alimento que puede ser ingerido diariamente en la dieta, durante toda la vida, sin que se presente un riesgo para la salud humana, basándose en estudios de toxicidad aguda y prolongada (Valle & Lucas, 2000). Atendiendo a estas consideraciones, se requiere de un estudio de toxicidad para la mayonesa por lo cual no se realizaron pruebas sensoriales.

En el Ecuador, el aceite más consumido es el de soya según PROECUADOR, mientras que para nuestras formulaciones decidimos utilizar aceites de canola y girasol que, si bien es cierto, han ido aumentando en popularidad, su consumo aún se encuentra por debajo del aceite de soya. Esto resulta difícil de creer cuando se conocen las bondades que ofrece el aceite de canola para la salud; este aceite tiene el menor contenido de grasas saturadas con respecto a todos los aceites de cocina y no tiene grasas trans ni colesterol. Inclusive, la FDA se ha pronunciado con respecto a su potencial para reducir

el riesgo de sufrir cardiopatías. El aceite de canola también tiene el mayor contenido de grasas omega-3 de todos los aceites de cocina y es una buena fuente de vitamina E.

Por otro lado, el aceite de girasol se encuentra también entre los aceites con menor contenido de grasas saturadas, por encima del aceite de soya. Además, ha sido relacionado a la disminución de los niveles de triglicéridos plasmáticos y enfermedades como la aterosclerosis. Se conoce por ser rico en ácidos grasos poliinsaturados como el ácido linoléico. Son todas estas características las que nos llevaron a elegir estos dos aceites para obtener un producto que cambie el concepto de consumir un producto con alto contenido de grasas como es la mayonesa

4.1 Conclusiones

Se desarrolló dos productos emulsionados aplicando tensoactivos microbianos y utilizando los aceites de canola y girasol, de las cuales se escogió la formulación con 65 por ciento de aceite de canola, 8,5 por ciento de huevo y 8,5 por ciento de BTDS23 en su composición, logrando así, reemplazar hasta un 50% el huevo.

Se determinó que la formulación C6550, cumple con las normas microbiológicas y fisicoquímicas establecidas por la INEN 2295 y la NMF, además presenta una mejor estabilidad puesto que no presentó desfase hasta la tercera semana de evaluación, mientras que, la formulación G6550 presentó un desfase en la primera semana y, al no haber formado una fuerte emulsión, no se obtuvieron resultados microbiológicos comparables a la norma INEN 2295. Del mismo modo, los resultados de pH y acidez obtenidos demuestran que se encuentra fuera de los rangos de parámetros de calidad debido a una mayor contaminación microbiana.

Se determinó un costo de producción de 2,10 dólares para la formulación C6550 y 1,98 dólares para la formulación G6550, lo cual nos permite tener un precio competitivo en el mercado y nos permite concluir que el uso del compuesto BTDS23 para la producción de mayonesa es económicamente viable.

Se calculó una producción real en base a los resultados del estudio de mercado donde se obtuvo una demanda de 453 kg al mes. Se diseñó una línea de proceso para la industrialización de la mayonesa en base a la demanda calculada y para una industria de mayor capacidad.

Esto nos permitió presentar una posible alternativa a los productos del mercado actual por varias razones. Entre ellas tenemos que se presenta como una respuesta a la actual necesidad del mercado de consumir productos con un menor contenido calórico y que además resulten beneficiosos para la salud.

4.2 Recomendaciones:

Durante el desarrollo del proyecto, se identificaron varias oportunidades de mejora tanto para la experimentación como para los análisis realizados. En el caso de la

experimentación, se recomienda producir grandes cantidades de mayonesa para poder utilizar equipos industriales y así poder obtener cantidades de mermas lo más cercano posible a la realidad.

Por otro lado, se recomienda realizar los análisis microbiológicos para todos los microorganismos que pueden afectar a nuestro producto. En el caso de utilizar huevos crudos para la formulación se recomienda analizar *Salmonella* ya que la incidencia de este microorganismo en este tipo de productos es alta cuando los huevos no han sido previamente pasteurizados.

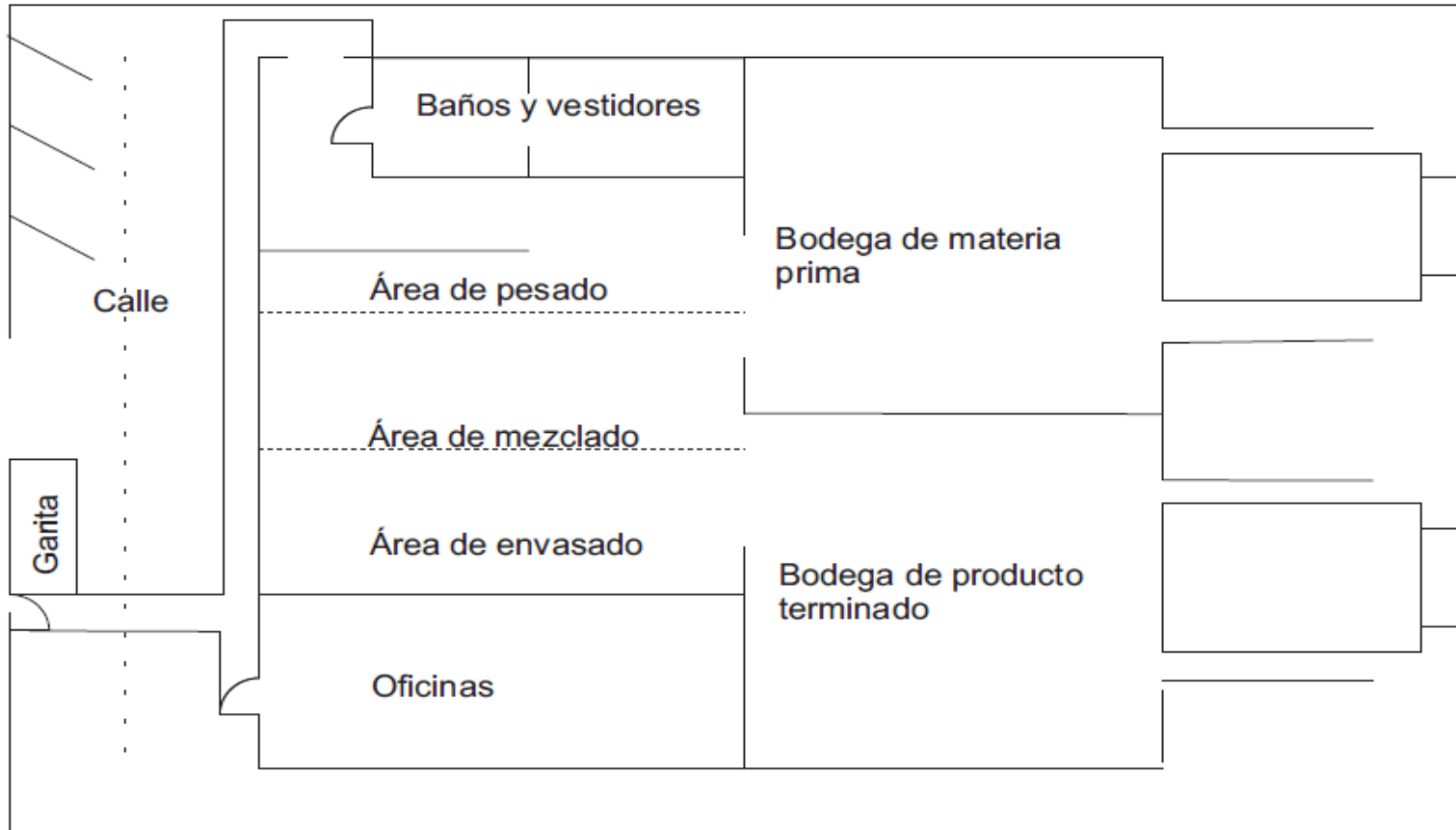
Una oportunidad que se presenta para estudios futuros son los análisis toxicológicos y sensoriales de la mayonesa con biotensoactivo para el consumo humano. Esto podría abrir la puerta a otras investigaciones que permitan lanzar el producto al mercado en el futuro.

BIBLIOGRAFÍA

- Atalah S., Eduardo, Urteaga R., Carmen, Rebolledo A., Annabella, Delfín C., Silvia, & Ramos H., Rosa. (1999). Patrones alimentarios y de actividad física en escolares de la Región de Aysén. *Revista chilena de pediatría*, 70(6), 483-490. <https://dx.doi.org/10.4067/S0370-41061999000600005>
- Badui Dergal, S. (2006). *Química de los alimentos* (4th ed.). Mexico: Pearson Education.
- Campos, J. M., Stamford, T. L. M., Rufino, R. D., Luna, J. M., Stamford, T. C. M., & Sarubbo, L. A. (2015). Formulation of mayonnaise with the addition of a bioemulsifier isolated from *Candida utilis*. *Toxicology Reports*, 2, 1164–1170. <http://doi.org/10.1016/j.toxrep.2015.08.009>
- Carbajal Azcona, A. (2006). Calidad nutricional de los huevos y relación con la salud. *Revista de Nutrición Práctica*, 73–76.
- Cortés-Sánchez, A., Troconis-Torres, I., & Jaramillo-Flores María. (2013). Surfactantes biológicos con aplicación potencial en tecnología de alimentos: una revisión. *Biológicas*, 15(1), 16–23. Retrieved from <https://www.biologicas.umich.mx/index.php/biologicas/article/view/154/154>
- Giraldo, J. D., & Gutiérrez, S. (2014). Actividad Emulsificante Y De Remoción De Metales Pesados Del Ramnolipido Producidos Por Pseudomonas Aeruginosa Pb25. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 80(1), 35–44.
- INEN2295. Mayonesa. Requisitos, 22952 295:2010 11 (2010). Retrieved from <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2295.2016.pdf>
- Islas, D. J., Medina, S. A., Noel, J., Rodríguez, G., Biotecnología, D. De, P, U. P. D. P. C., ... Sahagún, C. (2010). Propiedades, Aplicaciones y Producción de Biotensoactivos. *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 26(1), 65–84.
- Medeiros Campos, J., Montenegro Stamford, T. L., Asfora Sarubbo, L., Moura de Luna, J., Diniz Rufino, R., & Banat, I. M. (2013). Microbial biosurfactants as additives for food industries. *Biotechnology Progress*, 29(5), 1097–1108. <http://doi.org/10.1002/btpr.1796>
- Medina Moreno, J. I. (2014). *Determinación de contenido de ácido oleico, linoleico, linolénico y trans-elaídico en margarinas, aceites y mayonesas por cromatografía de gases*. Universidad Central del Ecuador.
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Aditivos alimentarios. Recuperado de: <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/food-additives/es/>
- Rodríguez, J. A., Ruiz, L., Santoyo, M. A., & Miranda, L. G. (2016). Determinación del índice de acidez y acidez total de cinco mayonesas. *Investigación Y Desarrollo En Ciencia Y Tecnología de Alimentos*, 1(2), 843–849.
- Valle, P., & Lucas, B. (2000). *Toxicología de alimentos*. Mexico D.F.
- Yañez; Villarreal. (2013). Biosurfactantes Microbianos , Producción Potencial con Residuos Agroindustriales de Chiapas. *BioTecnología*, 17(3), 12–28.

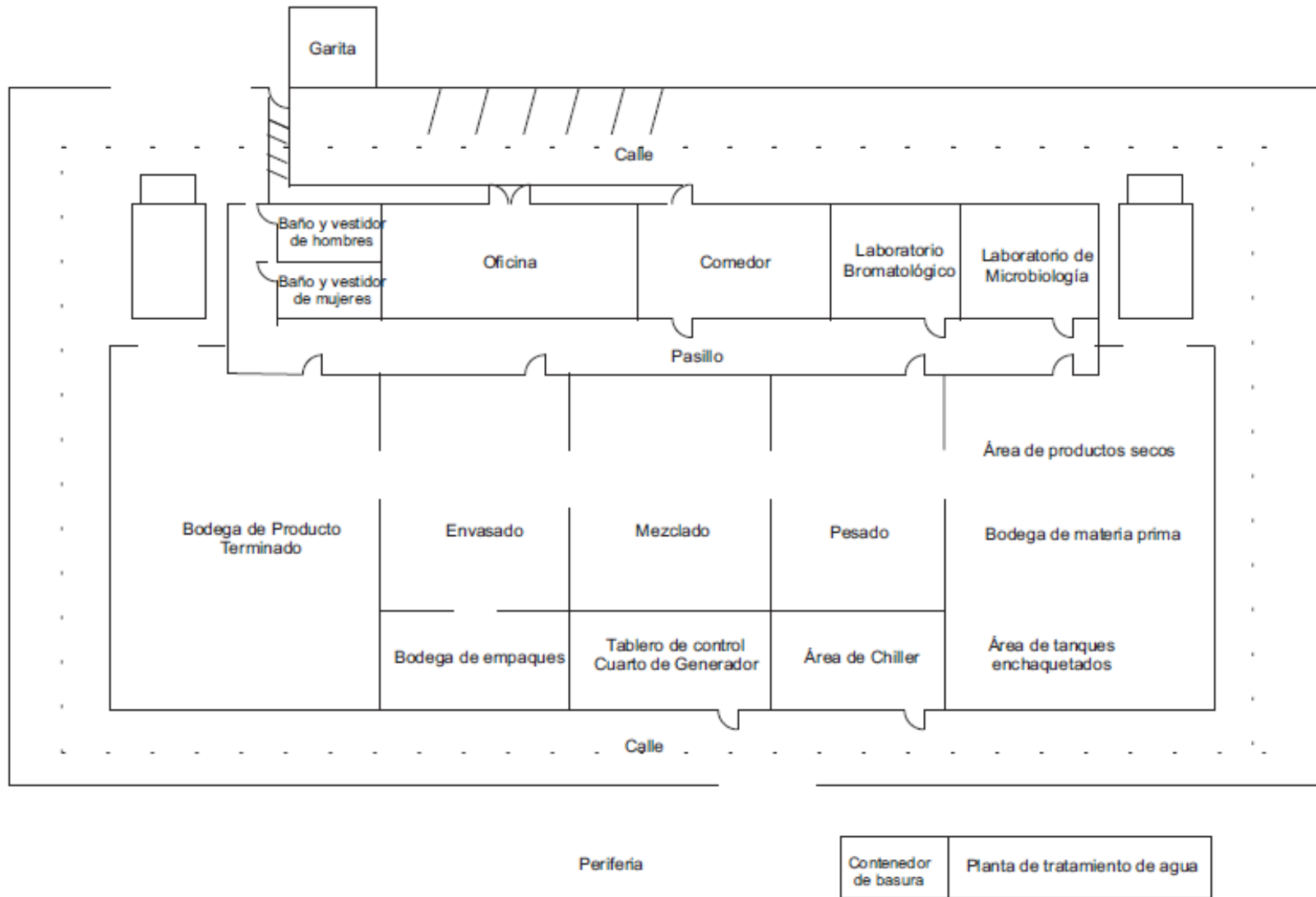
APÉNDICES

APÉNDICE A



Periferia
Diseño de una Planta Semi-industrial

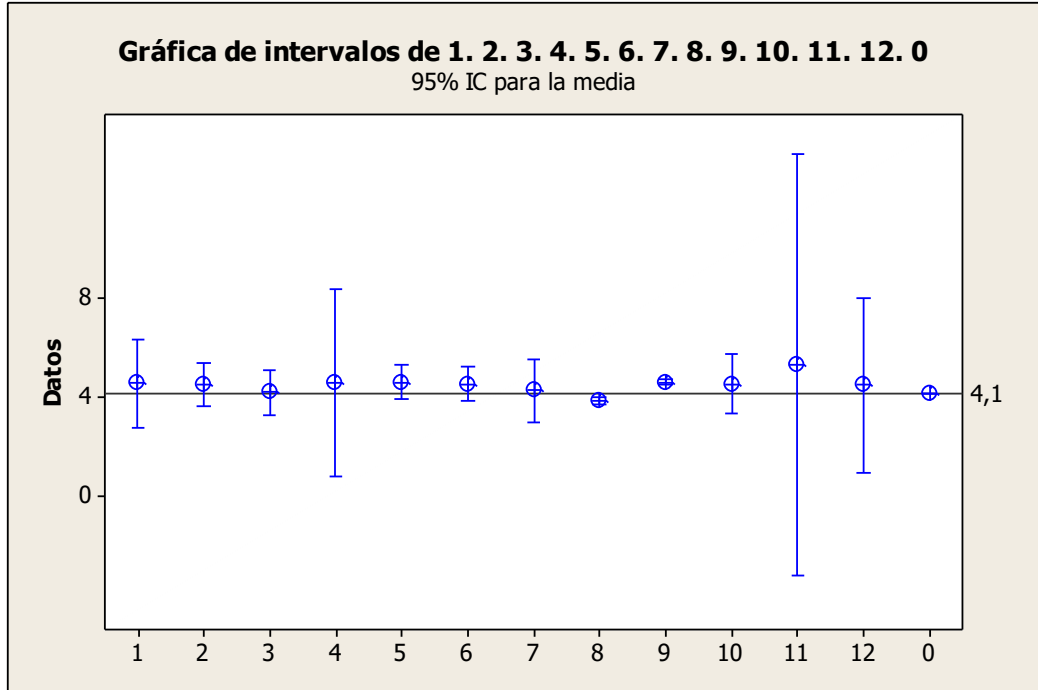
APÉNDICE B



Diseño de una Planta Industrial

APÉNDICE C

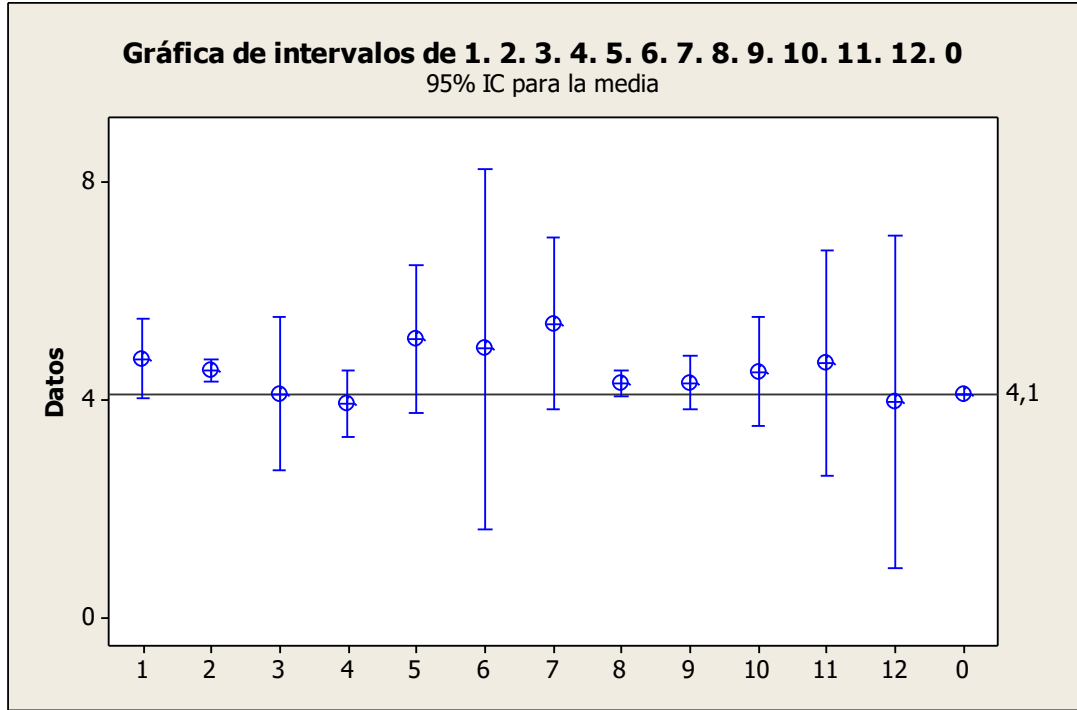
Según el valor $p=0,1220$ del análisis de comparación ortogonal, se puede concluir que no existe diferencia entre la media de los valores de PH de las doce formulaciones con respecto al valor de 4,1, establecido por la norma.



Análisis estadístico de los valores de pH para el aceite de canola.

APÉNDICE D

Según el valor $p=0,0044$ del análisis de comparación ortogonal, se puede concluir que si existe diferencia entre la media de los valores de pH de las doce formulaciones con respecto al valor de 4,1, establecido por la norma.



Análisis estadístico de los valores de pH para el aceite de girasol.



**Ivonne Lissette
Gómez Falcones**
ilgomez@
espol.edu.ec



**Maité Paola
Loyola Rivera**
mployola@
espol.edu.ec

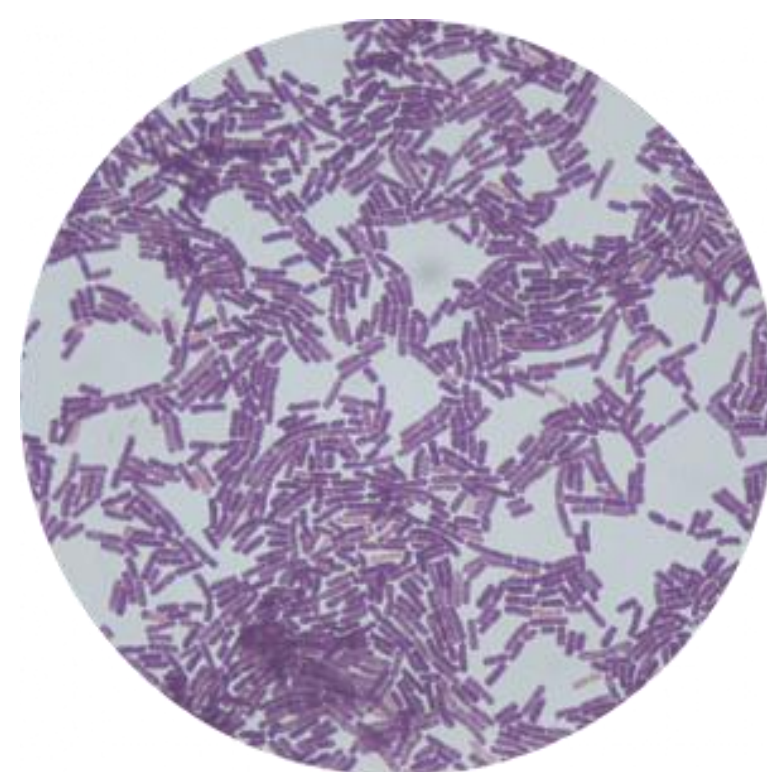
DESARROLLO DE PRODUCTOS EMULSIONADOS UTILIZANDO TENSOACTIVOS DE ORIGEN MICROBIANO

El presente trabajo tiene como objetivo utilizar un biotensoactivo, obtenido a partir del *B. subtilis* DS23, mediante el desarrollo de un producto emulsionado como la mayonesa, reemplazar parcialmente el huevo permitirá que la mayonesa continúe siendo el aderezo preferido, pero con menor cantidad de compuestos dañinos para la salud como el aceite en su composición y el contenido de colesterol en el huevo.

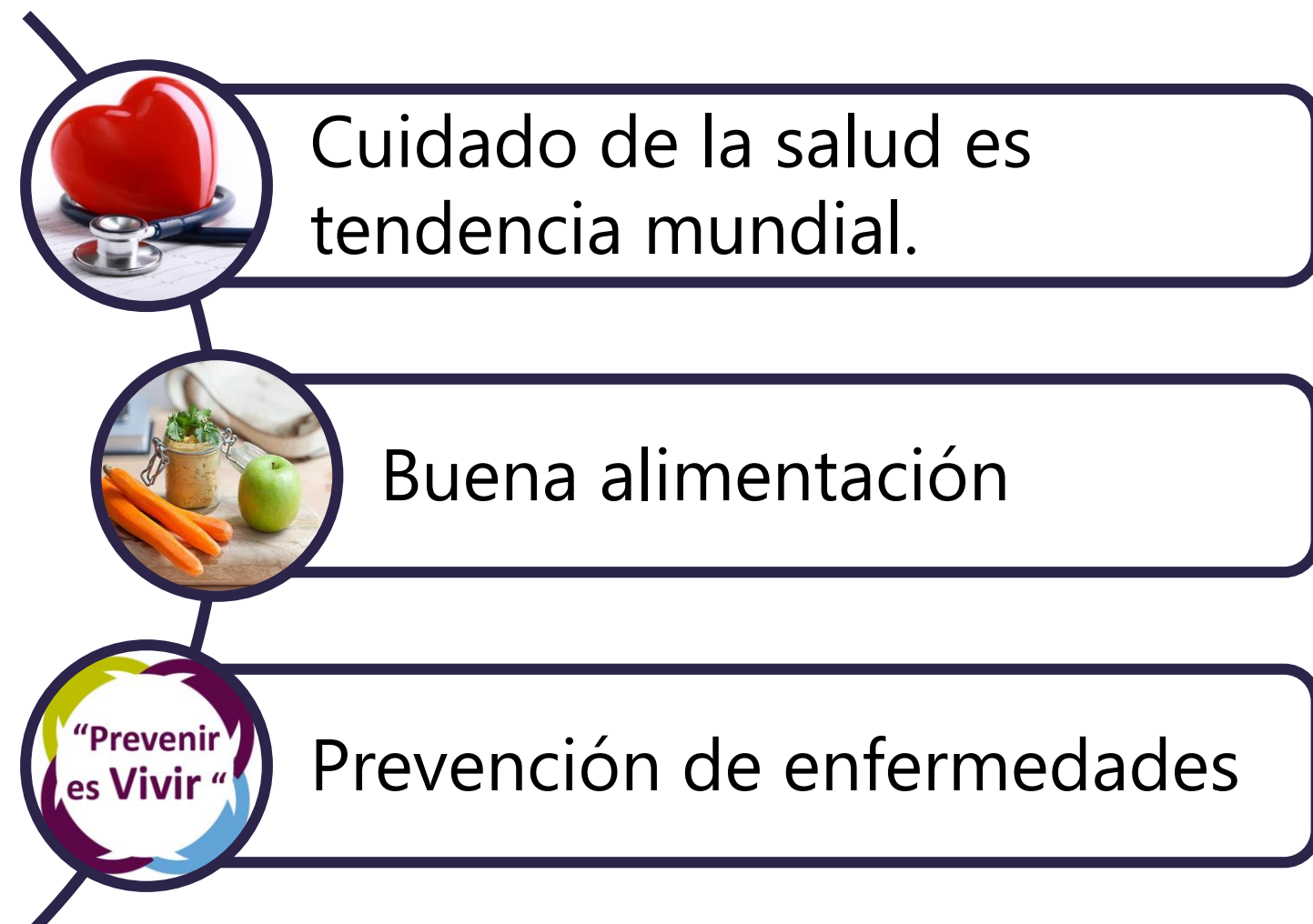
INTRODUCCIÓN

Compuesto BTDS23 (Biotensoactivo)

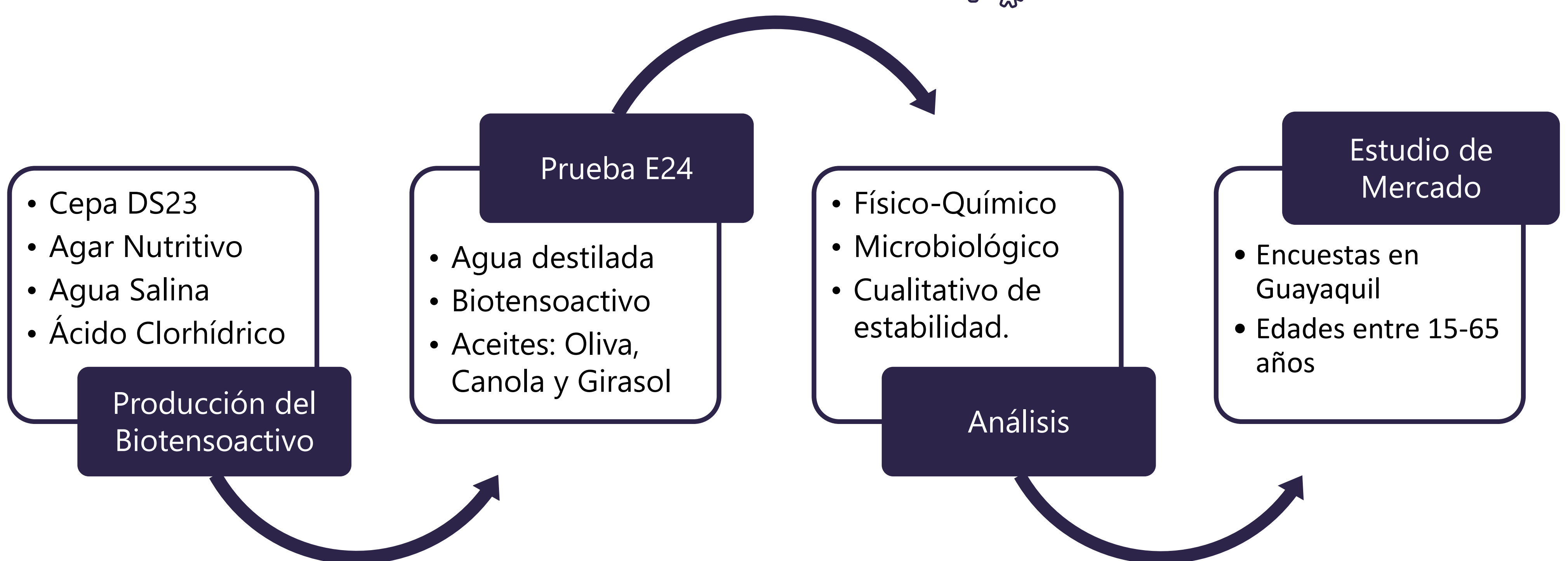
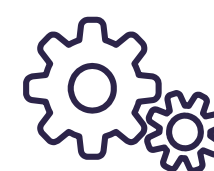
- Baja toxicidad
- Alta biodegradabilidad y digestibilidad
- Se sintetizan de fuentes renovables
- Poseen propiedades emulsionantes
- Alta actividad de superficie
- Actividad biológica (antimicrobiana, antitumoral e inmunomoduladora).



B. subtilis DS23



METODOLOGÍA



RESULTADOS

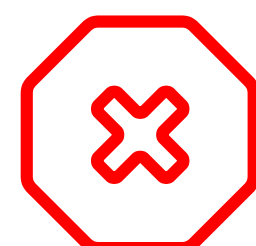


Aceite	Emulsión	Mezcla	I. Emulsión %
	Milímetros	Milímetros	
Oliva	33	40	82,5
Canola	30	40	75
Girasol	18	40	45

Tabla 3. Índice de Emulsión
Elaborado por: Gómez, I., Loyola, M. 2017

Análisis físico-químicos

Aceite de Girasol

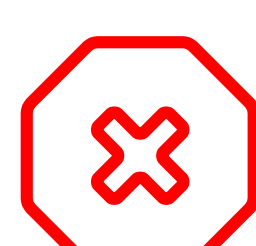


Aceite de Canola



Análisis microbiológicos

Aceite de Girasol



Aceite de Canola



Poder Emulsionante

Aceite de Girasol

↓ 45%

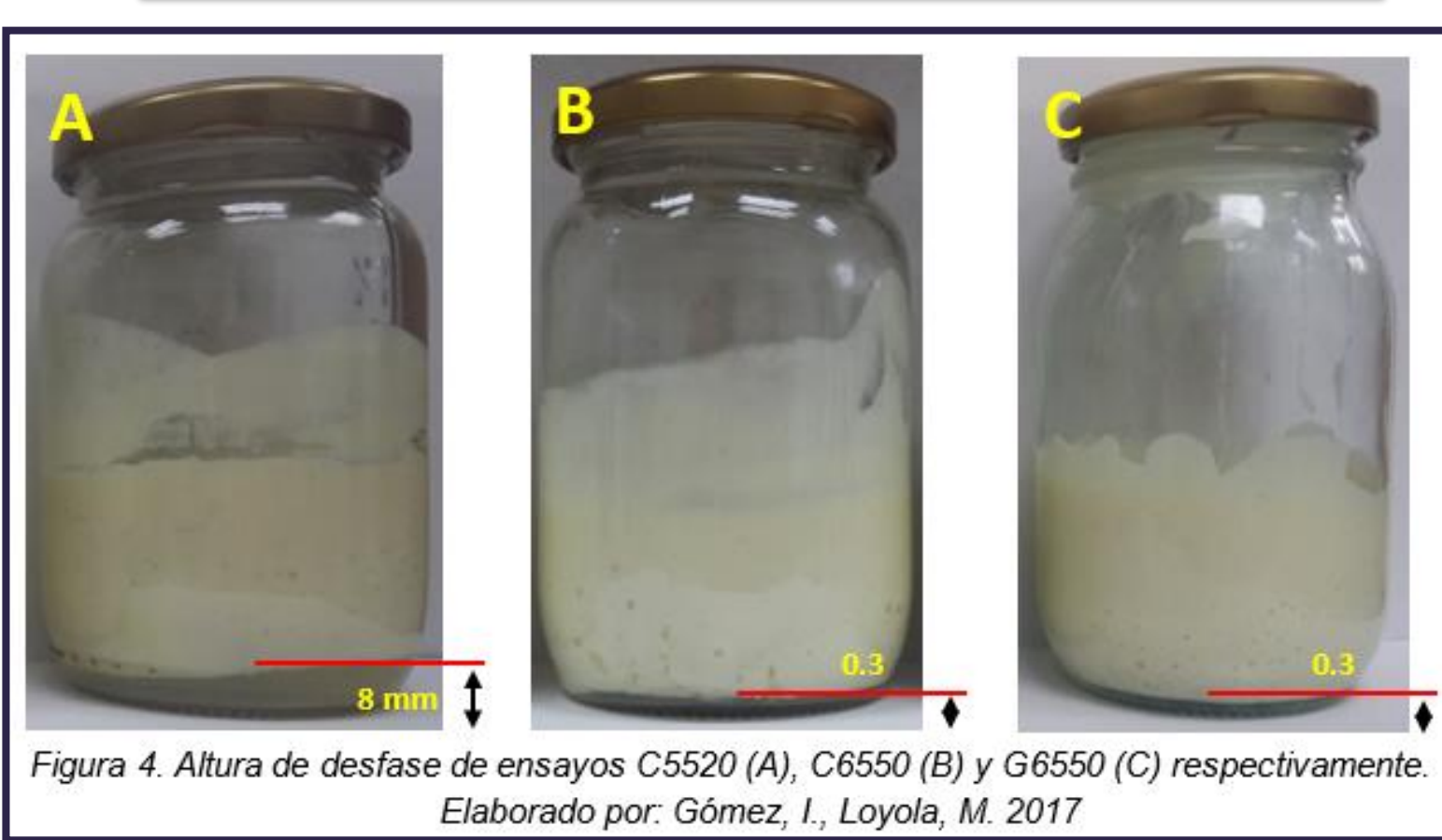
Aceite de Canola

↑ 75%

Del total de encuestados, el 67% de las personas indicaron que sí consumen mayonesa.

Consumen en un 74% mayonesa tradicional, en un 9.9% mayonesa light y 16% restante, casera.

El 76,7% está dispuesto a consumir una alternativa más saludable y menos calórica.



CONCLUSIONES



- Se desarrolló dos productos emulsionados aplicando tensoactivos microbianos y utilizando los aceites de canola y girasol, con una composición de 65% aceite de canola, 8.5% de huevo y 8.5% de biotensoactivo en su formulación, logrando así, reemplazar hasta un 50% el huevo.
- Se determinó que la formulación C6550, cumple con las normas microbiológicas y fisicoquímicas establecidas por la INEN 2295 y la NMX-F-021, además presenta una mejor estabilidad, mientras que, la formulación G6550 no y, al no haber formado una fuerte emulsión, no se obtuvieron resultados microbiológicos comparables a la norma INEN 2295. Del mismo modo, los resultados de pH y acidez obtenidos demuestran que se encuentra fuera de los rangos de parámetros de calidad debido a una mayor contaminación microbiana.

- Se determinó un costo de producción de \$2.10 para la formulación C6550 y \$1.98 para la formulación G6550, lo cual nos permite tener un precio competitivo en el mercado y notar que el uso del compuesto BTDS23 para la producción de mayonesa es económicamente viable.

BIBLIOGRAFÍA



- Campos, J. M., Stamford, T. L. M., Rufino, R. D., Luna, J. M., Stamford, T. C. M., & Sarubbo, L. A. (2015). Formulation of mayonnaise with the addition of a bioemulsifier isolated from *Candida utilis*. *Toxicology Reports*, 2, 1164–1170. <http://doi.org/10.1016/j.toxrep.2015.08.009>
- Carbajal Azcona, A. (2006). Calidad nutricional de los huevos y relación con la salud. *Revista de Nutrición Práctica*, 73–76.
- Cortés-Sánchez, A., Troconis-Torres, I., & Jaramillo-Flores María. (2013). Surfactantes biológicos con aplicación potencial en tecnología de alimentos: una revisión. *Biológicas*, 15(1), 16–23. Retrieved from <https://www.biologicas.umich.mx/index.php/biologicas/article/view/154/154>
- INEN2295. Mayonesa. Requisitos, 2295 295:2010 11 (2010). Retrieved from <ftp://law.resource.org/pub/ec/ibr/ec.nte.2295.2016.pdf>
- Medeiros Campos, J., Montenegro Stamford, T. L., Asfora Sarubbo, L., Moura de Luna, J., Diniz Rufino, R., & Banat, I. M. (2013). Microbial biosurfactants as additives for food industries. *Biotechnology Progress*, 29(5), 1097–1108. <http://doi.org/10.1002/btpr.1796>