

UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL

Sede de Atenas

Área de Tecnología

Ingeniería en Tecnología de Alimentos

**VALIDACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN TÉCNICA Y FUNCIONAL PARA
COMERCIALIZAR LA AQUAFABA DE GARBANZOS Y ARVEJAS COMO
SUSTITUTO DEL HUEVO PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS EN
PANIFICACIÓN**

**Trabajo final de graduación para optar por el grado de
LICENCIATURA EN INGENIERÍA EN TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS**

BRENES CARPIO JESÚS

PÉREZ ZÚÑIGA STEPHANNY

SOLANO PACHECO VALERIA

Atenas, Costa Rica

2025

DECLARACIÓN JURADA

Yo Jesús Brenes Carpio, portador de la cédula de identidad número 3-0492-0536, Stephanny Pérez Zúñiga, portadora de la cédula de identidad número 6-0456-0498 y Valeria María Solano Pacheco, portadora de la cédula de identidad número 2-0804-0362 estudiantes de la Universidad Técnica Nacional, UTN en la carrera de Ingeniería en Tecnología de Alimentos, conocedores de las sanciones legales con que la Ley Penal de la República de Costa Rica castiga el falso testimonio y el delito de perjurio que pueda ocasionarse ante la Directora de Carrera y quienes constituyen el Tribunal Examinador de este trabajo de investigación, juramos solemnemente que este trabajo de investigación es una obra original respetando las leyes y que ha sido elaborada siguiendo las disposiciones exigidas por la Universidad Técnica Nacional, UTN, así como con los derechos de autor.

En fe de lo anterior, firmamos en la ciudad de Atenas, a los 07 días del mes de marzo de 2025.



Jesús Brenes Carpio

Cédula: 3-0492-0536



Stephanny Pérez Zúñiga

Cédula: 6-0456-0498



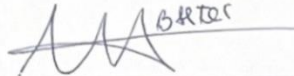
Valeria María Solano Pacheco

Cédula: 2-0804-0362

Este Trabajo Final de Graduación fue aprobado por el Tribunal Evaluador como requisito parcial para optar al grado de Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos.



Ana María Bárcenas Parra
Directora de Carrera



María José Bastos Alfaro
Tutora del TFG



Adrián Roda Brenes
Lector TFG



Carolina Herrera González
En Representación de David Robles Rojas
Lector TFG

DEDICATORIA

A Dios y a la Virgen, por guiarme en cada etapa de este camino, que está próximo a culminar. Por darme la fortaleza, inteligencia y madurez para alcanzar esta meta.

A mis padres, por enseñarme el verdadero significado y valor de la vida. A mi papá, por ser mi ángel desde el cielo quien siempre me cuida, protege y acompaña todos los días, y por guiarme en el sendero del bien. A mi mamá, por ser mi pilar aquí en la tierra, gracias por alentarme a seguir adelante a pesar de cada obstáculo en la vida y por su amor incondicional. Infinitas gracias, mamá y papá, por cada enseñanza y consejo, porque gracias a ello soy lo que soy hoy. Ustedes son mis héroes, mi ejemplo a seguir; que me han incluido buenos valores y que, con determinación y perseverancia, los sueños se pueden cumplir.

A mis hermanas, por estar a mi lado en las buenas y malas. Gracias por todos los momentos de alegría que hemos pasado como familia y por el inmenso apoyo que me han brindado a lo largo de mi vida.

A Melissa, por ser mi confidente y consejera, pero, sobre todo, por ser la mejor hermana. Gracias por el apoyo incondicional a lo largo de los años, por nunca dejarme solo y estar para mí. Al acompañarme en todos los procesos de mi vida ha significado más de lo que las palabras pueden expresar. Que la vida me alcance para agradecerte por todo lo que has hecho por mí.

A Angelo, por ser alguien muy importante en mi vida, por apoyarme siempre, dándome consejos y palabras de aliento, por estar presente cada vez que lo he

necesitado. Te agradezco profundamente porque juntos hemos formado un maravilloso equipo. Gracias por tu cariño, amor y apoyo constante.

- Jesús Brenes Carpio.

A Dios, por ser mi guía y fortaleza en cada paso de este camino. Por darme la sabiduría y la perseverancia para alcanzar esta meta.

A mis padres, por su amor incondicional, sus sacrificios y su apoyo constante. Sin ustedes, no estaría donde estoy. Ustedes me han enseñado con su ejemplo el valor del esfuerzo, la humildad y la perseverancia. Cada logro que alcanzo es un reflejo de los cimientos que construyeron para mí.

A mis hermanos, por ser mis compañeros de vida, mis cómplices y mi refugio en los momentos de alegría y también en los de dificultad. Su apoyo y cariño me han dado la fuerza para seguir adelante.

Y a mi mejor amigo, Esteban, que ahora me acompaña desde el cielo. Nuestra amistad rebasa las fronteras y va más allá de cualquier barrera. Aunque físicamente no estés aquí, tu recuerdo vive en mi corazón y me ha dado fuerzas en los momentos más difíciles.

-Stephanny Pérez Zúñiga.

Dedico todo el esfuerzo y dedicación que lleva este documento a Dios y a mi familia, mis padres Vianney Pacheco y Miguel Solano, a mis hermanas Melissa Solano y Karina Solano, por el apoyo que me brindaron desde el día uno y el aliento que me daban diciéndome que algún día todo iba a valer la pena, ahora no queda más que devolverles un poco de lo mucho que me ofrecieron. Los amo con el alma.

-Valeria Solano Pacheco.

AGRADECIMIENTOS

En primer lugar, a nuestra tutora María José Bastos, por su orientación durante toda esta etapa. Asimismo, al lector interno, Adrián Roda, por ser un apoyo incondicional, ambos han enriquecido significativamente esta investigación.

A la empresa DEMASA, por permitirnos utilizar sus instalaciones, facilitando así el desarrollo de este proyecto. En especial, agradecemos a Ronald Arias, David Robles y Massiel Zúñiga, por su apoyo, disposición y colaboración en cada etapa del trabajo.

Finalmente, a Ileana Obando Ramírez, por la ayuda en el campo de la panificación, su experiencia y conocimientos han aportado gran valor a nuestro proyecto.

Agradecemos a todas aquellas personas que, de manera directa o indirecta, han contribuido a la realización de este proyecto, nuestro más profundo reconocimiento y gratitud.

TABLA DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN JURADA	ii
HOJA DE APROBACIÓN	iii
DEDICATORIA	iv
AGRADECIMIENTOS	viii
TABLA DE CONTENIDOS	ix
RESUMEN	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	18
1.1 Área de Estudio	20
1.2 Delimitación del Problema	21
1.3 Justificación	23
1.4 Antecedentes	25
1.5 Objetivos	28
1.5.1 Objetivo General	28
1.5.2 Objetivos Específicos	28
II. MARCO TEÓRICO.....	19
2.1 Huevo	30
2.2 Garbanzo	30
2.3 Arvejas.....	31

2.4 Aquafaba	32
2.5 Factores que Afectan la Composición de la Aquafaba	33
2.6 Características de la Aquafaba	33
2.8 Preparación de Aquafaba	35
2.9 Panificación.....	35
2.9.1 Productos de Panificación	36
2.9.1.1 Queque.....	37
2.10 Métodos de Conservación de Alimentos.....	37
2.10.1 Congelación	39
2.10.2 Esterilización	40
2.10.2.1 Etapas del Proceso de Esterilización para Enlatados	41
2.10.3 Esterilización Comercial	42
2.10.4 Autoclave.....	43
2.11 Vida útil.....	44
2.12 Método Pseudo Ploteo de Arrhenius	45
2.13 Análisis Sensorial	46
2.13.1 Análisis Sensorial de Escala	47
2.13.2 Análisis Sensorial de Perfiles Descriptivo.....	47
2.14 Reología en Alimentos	48
2.15 Potencial de Hidrógeno (pH).....	48

III. MARCO METODOLÓGICO	30
3.1 Tipo de Enfoque.....	51
3.2 Tipo de Investigación	52
3.3 Sujetos y Fuentes de Información.....	52
3.4 Matriz de Congruencia.....	53
3.5. Matriz de Variables	57
3.6 Población y Muestra	63
3.7 Descripción de la Metodología.....	64
3.8.1 Fórmula para Determinar la Gravedad Específica	80
3.9 Técnicas e Instrumentos para Recolección de Información.....	82
3.10 Técnicas de Análisis de la Información	83
3.11 Encuesta al Consumidor	84
3.12 Análisis de Microbiológico para Verificación de la Efectividad de Tratamiento de Esterilidad Comercial	84
3.13 Estudios de Almacenamiento.....	85
3.13.1 Vida Útil a Través del Tiempo	85
3.13.2 Vida Útil Acelerada	86
3.13.3 Determinación del Gráfico de Vida Útil y el Valor Q_{10} de la Aquafaba de Garbanzo y Arveja Esterilizada Comercialmente	86
3.14 Estudios de Análisis Sensorial	87

3.14.1 Análisis Sensorial de Perfiles	87
3.14.2 Análisis Sensorial de Escala y Aceptación	87
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	88
4.1 Encuesta al Consumidor	89
4.2 Método Estandarizado para la Obtención de la Aquafaba y su Posterior Caracterización.....	98
4.2.1 Obtención de Aquafaba por Medio de Cocción	98
4.2.2 Estudio de Análisis Reológicos	100
4.2.3 Estudio de Análisis Físicoquímicos	104
4.3 Determinación de la Funcionalidad Técnica	106
4.3.1 Empaque Metalizado de Polipropileno	106
4.3.2 Empaque Enlatado	106
4.4 Determinación de Viabilidad Técnica	108
4.4.1 Vida Útil a Través del Tiempo	108
4.4.1 Vida Útil Acelerada	110
4.5 Análisis Microbiológico	112
4.5.1 Microbiología Cuantitativa	112
4.6 Análisis Sensorial.....	114
4.6.1 Análisis Sensorial de Perfiles con Panel Entrenado	114
4.6.2 Prueba de Escalas	115

4.6.3 Prueba Hedónica.....	117
V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	89
5.1 Conclusiones.....	120
5. 2 Recomendaciones	123
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	120
VII. GLOSARIO	124
VIII. Anexos	135

Índice de tablas

Tabla 1. Etapas para realizar el proceso de esterilización en productos enlatados.	41
Tabla 2. Matriz de congruencia.....	53
Tabla 3. Definición y operacionalización de variables.....	57
Tabla 4. Formulación de un queque tradicional con huevo.....	74
Tabla 5. Formulación de un queque tradicional con aquafaba garbanzo o arveja.	79
Tabla 6. Materiales y equipos.	81
Tabla 7. Tiempo y frecuencia de almacenamiento de aquafaba de garbanzo y arvejas congelada.	85
Tabla 8. Tiempo y frecuencia de almacenamiento a las diferentes temperaturas de almacenamiento en incubadoras para vida útil acelerada de aquafaba de garbanzo y arvejas esterilizadas comercialmente.	86
Tabla 9. Resultados obtenidos de la gravedad específica realizada al batido..	101
Tabla 10. Medición de altura al queque tradicional como producto terminado .	103
Tabla 11. Vida útil a través del tiempo	108
Tabla 12. Vida útil acelerada.....	110
Tabla 13. Aquafaba de garbanzo esterilizada comercialmente.....	112
Tabla 14. Aquafaba de arveja esterilizada comercialmente.....	113
Tabla 15. Análisis estadístico (Anova-Tukey) de los resultados de la prueba de preferencia con consumidores.	116

Índice de gráficos

Gráfico 1. Resultados sobre el rango de edades de los entrevistados.....	89
Gráfico 2. Resultados sobre el género de los entrevistados.	90
Gráfico 3. Resultados sobre el consumo de productos de panificación.	90
Gráfico 4. Resultados sobre la alergia y/o intolerancia a la proteína del huevo (ovoalbúmina).....	91
Gráfico 5. Resultados sobre alguna alternativa para sustituir el huevo en la panificación	92
Gráfico 6. Resultados sobre el consumo de productos con alternativas para sustituir el huevo en la panificación.....	93
Gráfico 7. Resultados sobre el conocimiento de la aquafaba.....	94
Gráfico 8. Resultados sobre el conocimiento sobre el líquido residual de garbanzos o arvejas como sustituto del huevo.	95
Gráfico 9. Resultados sobre el consumo de garbanzos naturales o enlatados. .	96
Gráfico 10. Resultados sobre el consumo de arvejas naturales o enlatados.	97
Gráfico 11 Resultados sobre el desecho del líquido residual de garbanzos y arvejas.....	98
Gráfico 12. Análisis sensorial de perfiles con panel entrenado de DEMASA. ...	114
Gráfico 13. Prueba hedónica de aceptación al consumidor	117

Índice de imágenes

Imagen 1 Muestras representativas de aquafaba de distintas leguminosas.....	33
Imagen 2 Metodología para el proyecto.....	64
Imagen 3. Diagrama de flujo de la obtención de aquafaba.....	65
Imagen 4. Diagrama de flujo de la esterilización comercial de aquafaba de garbanzo y arveja enlatada.	67
Imagen 5. Diagrama de flujo de la congelación de aquafaba de garbanzo y arveja en empaque metalizado.	69
Imagen 6. Diagrama de flujo de un queque tradicional con huevo.	71
Imagen 7. Diagrama de flujo de un queque tradicional con aquafaba de garbanzo y arveja.....	75

RESUMEN

La industria de alimentos, en el área de panificación, está en constante evolución, en la cual continuamente se busca cubrir las necesidades de los consumidores, por ello se desarrolla la investigación e implementación de un sustituto para una de las materias primas más relevantes como lo es el huevo.

La aquafaba es el agua residual de la cocción de legumbres como garbanzos y arvejas, la metodología considerada para el desarrollo incluyó métodos de conservación, los cuales fueron la esterilización comercial enlatada y congelado en empaque metalizado, con ayuda de un estudio de vida útil a través del tiempo y acelerada para determinar la viabilidad técnica de comercialización, pruebas fisicoquímicas, reológicas y microbiológicas, desarrollo de un queque tradicional con estos sustitutos, aplicación de análisis sensoriales de escala y perfiles y con ello, determinar su estabilidad.

Entre los principales resultados obtenidos se establece la funcionalidad de los dos métodos utilizados, siendo la esterilización comercial, la opción que prolonga más la vida útil; sin embargo, para este proyecto el análisis se realizó hasta los 4.5 meses por faltante de tiempo, mientras que la congelación limita la utilidad del producto a tres meses.

Asimismo, el estudio da como resultado que el proyecto es viable, debido a que al analizar los factores de funcionalidad y aceptación por parte del consumidor dio como consecuencia la aprobación del producto final, siendo la mejor opción, el queque tradicional realizado con aquafaba de arveja esterilizada comercialmente.

Palabras claves: aquafaba, garbanzo, arvejas, sustitución, congelado, esterilización comercial, comercialización, aceptación.

I. INTRODUCCIÓN

La industria alimentaria enfrenta en la actualidad desafíos que requieren adaptación y búsqueda de alternativas innovadoras, para lograr una transformación de nuevos productos a base de materias primas clasificadas como desechos, tal es el caso de esta investigación que pretende usar el agua residual de las leguminosas enlatadas o de las leguminosas que tienen una cocción y, gracias a estas materias primas, se puede innovar el mercado, también se presenta una alternativa competitiva para la población que sufre alguna enfermedad asociada a los alimentos como desechos.

Debido a la situación anteriormente mencionada, se puede considerar una solución que sea viable como sustituir el huevo por la aquafaba porque puede reemplazar parcial o totalmente la proteína del huevo (ovoalbúmina), dado que es una alternativa versátil y de bajo costo, además, es viable para los productores de pan y los consumidores que presentan alguna enfermedad ocasionada al ingerir huevo. La cual es un líquido viscoso que se obtiene a partir de la cocción de las leguminosas como, por ejemplo, garbanzos, arvejas, lentejas y frijoles, entre otras.

Al conseguir sustituir el huevo con diferentes tipos de aquafaba en la panificación, esto se convierte en una tarea crucial para la industria alimentaria; igualmente, la aquafaba se constituye como un buen sustituto del huevo porque presenta altos niveles de proteína y almidón, lo que confiere propiedades emulsionantes y espumantes, fundamentales para la elaboración de panes, galletas, queques y otros productos horneados.

El enfoque de esta investigación es validar la estandarización técnica y funcional de la aquafaba como sustituto del huevo para la elaboración de productos

de panificación. Se pretende buscar el mejor método de conservación para alargar su vida útil, con el objetivo de lograr comercializar la aquafaba para la elaboración de diferentes productos.

El propósito de esta comercialización es que la industria de panificación adquiera la aquafaba como sustituto del huevo en la elaboración de productos donde este sea la materia prima principal, como queques, galletas y postres. Además de que se cubriría la necesidad de una población concreta como las personas veganas o los consumidores alérgicos a la proteína del huevo.

1.1 Área de Estudio

El área de estudio tecnológico para este proyecto se centrará en la aplicación de tecnología en la industria alimentaria, específicamente en la panificación, a través del uso de la aquafaba como ingrediente alternativo en la elaboración de productos.

La tecnología que se emplea en esta investigación para utilizar la aquafaba en la panificación, involucra la evaluación del método de extracción, tiempo de cocción y la cantidad adecuada a utilizar en las formulaciones. Asimismo, control de temperaturas, medición de textura, sabor y color de los productos resultantes.

La investigación se centra en esta área porque se tiene como objetivo determinar la viabilidad técnica y analizar el mejor método de conservación para su comercialización. Asimismo, promover una alternativa sostenible y amigable con el medio ambiente para innovar y ofrecer alternativas en el mercado.

1.2 Delimitación del Problema

El presente trabajo se enfoca en el planteamiento del siguiente problema: ¿Cuál es la viabilidad técnica para la estandarización y la implementación de la comercialización de la aquafaba como sustituto del huevo en la industria panificadora?

Lo anterior se fundamenta en que, en los últimos años, se ha observado un crecimiento en la población vegana, motivado principalmente por el aumento de enfermedades transmitidas por animales, amor por animales e impacto en el medioambiente, entre otros.

El huevo contribuye a la estructura, textura y sabor de los productos de panificación, lo que los hace esenciales para su elaboración. Sin embargo, no es adecuado para aquellos que tienen alergias, intolerancias o siguen una dieta vegana. Se está investigando la aquafaba como una posible alternativa porque tiene características similares a las del huevo.

Desde el punto de vista de la ingeniería en alimentos, la alergia al huevo representa un desafío significativo en la formulación de productos alimenticios, especialmente en la industria de panificación, donde el huevo es un ingrediente clave. Como lo mencionan Zudaire, Magán & Del Río Camacho, 2019: “La alergia a huevo de gallina es una reacción adversa con un mecanismo patogénico inmunológico subyacente, provocado por la ingesta o el contacto con el huevo o sus proteínas” (p. 217).

El problema principal que se aborda es encontrar un sustituto del huevo que pueda realizar sus funciones de panificación de manera efectiva. Las funciones de emulsificación, formación de espuma y unión de ingredientes son esenciales para la calidad de los productos horneados. Aunque la aquafaba parece prometedora, es importante comprobar su eficacia en comparación con los huevos y establecer un proceso estandarizado para su uso.

Este estudio examinará en particular las características de la aquafaba de garbanzo y arveja para determinar cómo se comparan con las del huevo. Además, se evaluará si los productos hechos con aquafaba son aceptables por los consumidores en términos de sabor, textura y apariencia.

Se investigarán también los métodos de comercialización de la aquafaba como sustituto del huevo con el objetivo de encontrar las mejores formas de introducirla en el mercado y aumentar su aceptación y uso en la industria de panificación. El objetivo de esta sección del estudio es comprender las mejores formas de introducir la aquafaba en el mercado, tomando en cuenta tanto la producción a escala doméstica como su potencial para aplicaciones comerciales.

1.3 Justificación

Los datos de Iglesias (2018) indican que “La prevalencia estimada de alergia al huevo oscila entre el 0,5 y el 2,7% de la población general” (p. 90). Esto se refiere a la población con alergia o intolerancias al huevo que desencadenan síntomas que varían según el grado de tolerancia de la persona a la proteína del huevo, según lo anterior, es un área de interés para crear productos dirigidos a este sector alimentario.

Contribuye con la población vegana, ofreciéndoles una alternativa para obtener fácilmente productos vegetales que sustituyan al huevo y cumplan con las características sensoriales del producto final que buscan los consumidores, además, que su ingesta sea inmediata. Esta población carece de facilidades por adquirir alimentos especialmente de panificación que sean de origen vegetal, por ello, se plantea una opción con propiedades y composición similares al huevo.

Debido a la necesidad de recursos de la avicultura, la producción de huevo tiene un mayor impacto medioambiental. Por el contrario, la aquafaba es un subproducto del procesado de leguminosas, por lo que su uso fomenta la economía circular y reduce los desperdicios porque utiliza algo que de otro modo podría desperdiciarse.

Con respecto a las personas que presentan intolerancia o alergia a la proteína del huevo, actualmente existen alternativas que permiten replicar sus funciones en diversas recetas sin tener que consumirlo. Ejemplos que hacen referencia a este tema son sustitutos a base de plantas como la linaza, chía,

vinagre de manzana, leche de almendras y aquafaba, los cuales son utilizados comúnmente en la industria de alimentos. La existencia de estos sustitos favorece que las personas puedan disfrutar de productos que no requieran la utilización de huevo sin tener riesgos adversos a su salud.

En Internet existe información de la aquafaba utilizando métodos caseros; sin embargo, este producto no se encuentra en el mercado. Se puede mencionar algunas de las ventajas de adquirirlo comercializado, las cuales son estabilidad y ausentismo de variaciones en el proceso, dando resultados deseados en cuanto a características emulsificantes y capacidad espumante, por otro lado, evitar factores de inconsistencias por cambios en tiempo de cocción, relación agua y tipo de legumbre utilizada. Asimismo, la vida útil es prolongada, en comparación con un proceso casero, dado que este dura más días y no tiende a fermentarse.

1.4 Antecedentes

Se presentan a continuación, los antecedentes, tanto nacionales como internacionales, que sustentan el tema en desarrollo, debido a su relación con la aplicación de la aquafaba.

Guardado (2019) realiza una investigación sobre “Efecto de diferentes sustitutos de huevo, la aplicación de aireación, la adición de lecitina y el almacenamiento sobre las características físicas y sensoriales de un queque libre de huevo”, a saber:

el mismo se enfoca en evaluar el efecto de diferentes sustitutos de huevo sobre la densidad relativa, viscosidad y color de las masas destinadas a la elaboración de quequitos libres de huevo. Se evaluaron seis sustitutos: concentrado de proteína de suero lácteo (WPC), concentrado de proteína de soya (CPS), mezcla de harinas de arroz-yuca y goma xantán (HA), mucílago de chía (MC), mucílago de linaza (ML) y sustituto comercial NO EGG (SC), además de una formulación control (H) con huevo. Se escogió HA como mejor sustituto, ya que está entre las formulaciones más preferidas en dos de los conglomerados y, de manera general, se asemeja a H en más parámetros fisicoquímicos que las demás formulaciones. (p. 4)

Baque y Estrella (2020) realizan una investigación sobre “Desarrollo de productos pasteleros a base del agua residual de la cocción del garbanzo (*Cicer Arietinum*)”, que según los estudios realizados al aquafaba líquida “contiene hasta de 5–8% de compuestos orgánicos, incluidos, en su mayoría, polisacáridos,

proteínas, saponinas y productos de reacción de Maillard que contribuyen a sus propiedades funcionales” (p. 22).

Nguyen, Quoc y Tran (2021) efectuaron una investigación sobre la “Evaluación de las propiedades texturales y microestructurales de la crema batida vegana aquafaba de garbanzos”, la cual juega un papel importante en el procesamiento de alimentos, dado que genera propiedades funcionales por medio de sus capacidades para espumar, emulsionar, gelificar y para producir masa, dejando con claridad que es una proteína de origen vegetal.

En este sentido, Stantiall et al. (2018), citados por Nguyen, Quoc y Tran (2021), también sugieren “que las características de los garbanzos luego de ser escaldados tales como, genotipo, composición química y fisicoquímica, así como los métodos de cocción podrían afectar la composición química y las propiedades funcionales de aquafaba” (p. 422).

Cabezas y Campoverde (2022) realizaron una investigación denominada “Estudio comparativo de propiedades funcionales y fisicoquímicas de aquafaba de distintas leguminosas”, en el cual dan a conocer lo siguiente:

Se realizó un estudio comparando aquafaba como reemplazo de la clara de huevo de tres tipos de legumbres (garbanzos, soja y frijoles blancos). En esto se examinó los efectos de las siguientes variables: relaciones leguminosas-agua (1:2, 1:4 y 2:3); tiempos de cocción (30, 45 y 60 min); con ello se compararon características fisicoquímicas y funcionales, como: rendimiento, % turbidez, % proteína, además de diversas capacidades

como: emulsionante (ml), estabilidad de la emulsión (ml), y retención de aceite (ml).

De acuerdo con lo anteriormente mencionado, se realizó una serie de pruebas estadísticas (ANOVA), considerando los tres factores (tipo de leguminosa, tiempo de cocción y proporción leguminosa-agua) que revelaron un efecto significativo en las propiedades funcionales y fisicoquímicas, encontrándose diferencias significativas entre esas propiedades, puesto que sus p-valores eran menores a 0.05 ($p < 0.05$), se rechazaron las hipótesis nulas que establecen la igualdad entre los efectos analizados (Cabezas y Campoverde, 2022, pp. 39-41).

Además de los estudios anteriormente mencionados, se genera un aporte en cuanto a la estandarización del método de extracción de diferentes fuentes de aquafaba, con el fin de aplicarlo en productos de panificación con el propósito de evaluar su comportamiento tanto fisicoquímico y reológico, igualmente, la evaluación de vida útil por medio de congelación y esterilización comercial.

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo General

Evaluar la viabilidad técnica y funcional de la aquafaba obtenida a partir de diferentes tipos de leguminosas como sustituto del huevo en la panificación, mediante la estandarización del método de obtención, caracterización de sus propiedades fisicoquímicas, estudio de vida útil acelerado y análisis sensorial de escala y perfiles en la elaboración de un queque tradicional.

1.5.2 Objetivos Específicos

1. Establecer un método estandarizado para la obtención de la aquafaba a partir de diversas leguminosas mediante la cocción para la posterior caracterización de sus propiedades fisicoquímicas que permita establecer su potencial uso como sustituto del huevo en la panificación.
2. Determinar la funcionalidad técnica de la aquafaba como materia prima sustituyente del huevo en aplicaciones alimentarias a partir de un estudio de vida útil a través del tiempo y acelerado de la aquafaba, obtenido de distintos tipos de leguminosas con el uso de dos tipos de empaque.
3. Determinar la viabilidad técnica de las alternativas de comercialización de la aquafaba por medio de esterilización comercial y congelado que permitan su implementación en la industria alimentaria.
4. Elaborar un queque tradicional con aquafaba como sustituto del huevo para observar el comportamiento como materia prima mediante un análisis sensorial de escala y perfiles.

II. MARCO TEÓRICO

Se prestarán en este capítulo, los conceptos más importantes sobre el uso de la aquafaba en la industria alimentaria, también, se explicará en términos generales qué es la aquafaba y cómo se puede obtener de diferentes tipos de leguminosas, además de los métodos de conservación, equipo, vida útil y análisis sensorial, para validar la funcionalidad y estandarización técnica.

2.1 Huevo

El huevo de gallina se describe como el producto de figura ovoide proveniente de la oviposición de la gallina (hembra de las aves de la especie *Gallus gallus*).

Está compuesto por la cáscara y sus membranas, yema y clara, cámara de aire y el disco germinal. La yema central está rodeada por el albumen o clara y ambas están envueltas por una cáscara externa que les brinda protección. La yema, clara y cáscara corresponden a un 31%, 58% y 11% respectivamente de la totalidad del huevo. (Guier, 2017, p. 8)

2.2 Garbanzo

El garbanzo es la semilla de la planta del garbanzo (*Cicer arietinum*), es una herbácea de la familia de las leguminosas. El fruto es una legumbre de forma ovoide, en cuyo interior se encuentran una o dos semillas, los denominados garbanzos. En la extensa familia de las leguminosas, que abarca más de trece mil especies, el garbanzo sobresale por su antigüedad (Baque y Estrella, 2020, p. 8).

Según Apáez et al. (2020):

El garbanzo (*Cicer arietinum L.*) es uno de los cultivos con mayor contenido de proteína e importancia económica, por lo cual ocupa el quinto lugar a nivel mundial, donde India aporta 75% de la producción, seguido por Turquía, Pakistán y México, este último ocupa el segundo lugar como exportador y el tercero en producción.

Así mismo, hace referencia al producto de la siguiente manera:

El garbanzo contiene en promedio 69% de carbohidratos, 5.3% de ácidos grasos, 3.9% de fibra y 18% de proteína en nitrógeno total. El garbanzo, además de ser importante fuente de proteína y carbohidratos, también aporta minerales como Ca, Mg, Zn, K, Fe y P, así como tiamina y niacina. Además, el almidón, es el carbohidrato más importante en el grano de garbanzo y es considerado un alimento competitivo en la industria alimentaria. (p. 1274)

2.3 Arvejas

Arosi (2020) aporta en su investigación “Rendimiento en grano seco de líneas promisorias en arveja (*Pisum sativum L.*) en el valle del Mantaro”, en la que hace referencia a las arvejas, describiendo su composición y mencionando lo siguiente:

La arveja (*Pisum sativum L.*) es una leguminosa de grano que se utiliza en fresco y seco, que contiene entre 22 y 26% de proteínas, además contiene altos niveles de carbohidratos, vitaminas y minerales, sin embargo, aminoácidos azufrados se presentan en una baja concentración, es por ello

por lo que, para obtener un buen balance proteico y mejorar la dieta alimenticia de población de escasos recursos, las leguminosas deben combinarse con los cereales. (p. 1)

2.4 Aquafaba

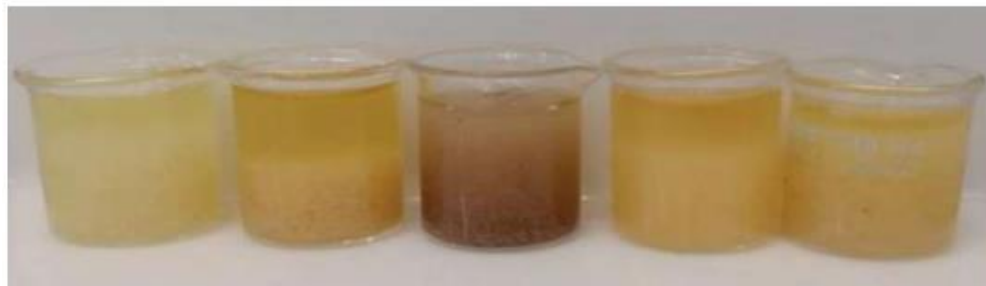
Recientemente se descubrió que la aquafaba, líquido viscoso resultante de la cocción de semillas de garbanzos u otras legumbres en agua o que se encuentra en productos enlatados del mismo origen, es un alimento de valioso recurso por su alto contenido en proteínas y compuestos promotores de la salud como saponinas y polifenoles (Thomas-Media, Vela-Gutiérrez y Tacias-Pascacio, 2023, p. 13).

La aquafaba es un líquido espeso y transparente que resulta de cocinar garbanzos en agua. Por lo general, se descarta como aguas residuales (Baque y Estrella, 2020, p. 23). La aquafaba fue descrito inicialmente por Joël Roessel, un músico francés vegano que intentaba reemplazar la clara de huevo como agente espumoso en una receta de “isla flotante” (He, Meda, Reaney y Mustafá, 2021).

La aquafaba es el líquido que se obtiene de la cocción del garbanzo o de cualquier otra leguminosa que contenga almidones y proteínas vegetales. La aquafaba se puede usar como espesante, emulsionante, aglutinante y agente espumante que tiene funciones muy similares a las del huevo (Pinguil y Tapia, 2020, p. 35).

Imagen 1

Muestras representativas de aquafaba de distintas leguminosas



Fuente: Ortuño, 2022.

Las aquafabas que se observan son de distintas leguminosas, siendo estas de izquierda a derecha: alubias, garbanzos, lentejas verdes, guisantes y soja amarillos.

2.5 Factores que Afectan la Composición de la Aquafaba

La composición de la aquafaba depende de tres factores principales:

1. Las condiciones de extracción, como el remojo de la semilla antes de cocinarla, la relación semilla/agua (CWR), la temperatura, el pH, el tiempo y la presión durante la extracción.
2. El cultivo y el genotipo de semilla que se vaya a utilizar.
3. La composición y estructura de la pared celular y de la semilla (He et al., 2021).

2.6 Características de la Aquafaba

Las propiedades físicas de la aquafaba, incluidos el pH, la densidad, la viscosidad, las capacidades de absorción de agua y aceite (WHC y OHC)

determinan sus propiedades funcionales. La aquafaba de garbanzos y otras aguas de cocción de legumbres tienen un pH ligeramente ácido con valores de 6,07 (alubias y soja amarilla), 6,26 (aquafaba de garbanzos), 6,39 (arvejas amarillas partidas) y 6,47 (lentejas verdes). A un pH más bajo, las cargas positivas de las proteínas aumentan, lo que a su vez debilita las propiedades hidrofóbicas (He et al., 2021).

Posee características similares a la yema de los huevos, tales como espesante, aglutinante, emulsionante, agente espumante, debido a que contiene proteínas y aminoácidos tales como albúminas, globulinas y glutelinas. A diferencia de los aislados de proteínas y los sustitutos de huevo a base de albúmina o almidones posee propiedades fisicoquímicas y organolépticas superiores (Baque y Estrella, 2020, p. 23).

2.7 Composición Fisicoquímica de la Aquafaba y sus Propiedades Funcionales

La aquafaba contiene aproximadamente 94% de agua, 1.5% de proteína, 0.5% de ceniza y 4% de carbohidratos; no obstante, la composición química y las propiedades funcionales de la aquafaba pueden variar según factores como la composición y el genotipo del garbanzo, los métodos de procesamiento, los agentes auxiliares de procesamiento y las condiciones operativas (Thomas-Media, Vela-Gutiérrez y Tacias-Pascacio, 2023, p. 23).

La aquafaba líquida contiene 5–8% de compuestos orgánicos, incluidos, en su mayoría, polisacáridos, proteínas, saponinas y productos de reacción de

Maillard que contribuyen a sus propiedades funcionales (Baque y Estrella, 2020, p. 23).

El aquafaba ejerce una amplia gama de propiedades funcionales útiles como formación de espuma, emulsificación y gelificación que se puede manipular para producir nuevos productos alimenticios complejos. Las propiedades funcionales de la aquafaba se derivan principalmente de su contenido en proteínas, carbohidratos solubles / insolubles en agua, complejos de polisacárido proteína, coacervados, saponinas y compuestos fenólicos (Ortuño, 2022, p. 14).

2.8 Preparación de Aquafaba

Su preparación requiere remojar los guisantes por ocho horas para ablandarlos y luego de cocerlos se los retira del agua y se los deja reposar una o dos horas para que el líquido se espese y enfríe, y lograr mejores resultados. Tres cucharadas de aquafaba representan un huevo entero y dos cucharadas representan solo la clara (Pinguil y Tapia, 2020, p. 36).

La preparación comienza remojando la semilla de garbanzo o cualquier otra leguminosa en agua para extraer compuestos anti-nutricionales, hidratar la semilla y reducir el tiempo de cocción. Después de desechar el agua de remojo o la solución, la semilla remojada se hierve en agua caliente o se cuece en agua a presión (He et al., 2021).

2.9 Panificación

La panificación es un proceso complejo que parte, como principales componentes, de harina, agua, levadura y sal. Estos ingredientes pasan por un

proceso de amasado que es clave para la calidad final del producto, debido a que en este paso ocurre la homogeneización de los ingredientes y el trabajo mecánico necesario para el desarrollo de la red de gluten. Conjuntamente, los biocatalizadores presentes en la levadura y la harina inducen reacciones químicas y bioquímicas que se consolidan en los pasos siguientes y se completan tras los efectos de las altas temperaturas durante el proceso de cocción (Guerra, 2021).

2.9.1 Productos de Panificación

El pan es un alimento altamente perecedero, se produce por la combinación y cocción de harina de trigo, sal y agua, y que se fermenta con ciertas especies, como *Saccharomyces cerevisiae*, se puede incorporar huevo, azúcar, grasa, emulsificantes, leche o mejorantes, entre otros. Para tener un buen pan, su corteza debe ser crujiente, su miga debe tener un color crema blanco, su aroma apetitoso, su sabor delicioso; las características del pan pueden variar dependiendo de las materias primas utilizadas (Chávez, 2023).

Los productos de panificación son alimentos elaborados con harina de trigo que pasan por procesos como fermentación, amasado y horneado y que, por estas etapas, se obtienen muchos productos, como galletas, pan de molde y queques, entre otros. A este tipo de productos se les puede añadir diferentes materias primas, como huevo, azúcar, grasas, levaduras, preservantes, conservantes y agentes que permiten mejorar la textura y sabor.

2.9.1.1 Queque

Cconoc (2023) en su investigación “Estudio del enriquecimiento con harina de semilla de calabaza (*Curcubita ficifolia*) sobre la calidad fisicoquímica y sensorial del queque”, hace referencia al queque describiendo su composición, mencionando lo siguiente

El queque es un bizcocho dulce, formado por una masa horneada, empleada en repostería con el fin de obtener tartas y pasteles usando ingredientes esenciales como harina proveniente del trigo o de otra fuente, huevos, azúcar y sal. Asimismo, es un tipo de pan dulce de miga esponjosa, corteza fina que se tuesta sin endurecerse demasiado, y se distingue por su uso como masa esencial en la elaboración de bollería. Los orígenes de la palabra queque proviene del inglés cake que define la tarta denominada como bizcocho en países como Costa Rica, Chile y Perú, varía según mezcla el cual puede ser de limón, vainilla, chocolate, entre otros. (p. 36)

2.10 Métodos de Conservación de Alimentos

La investigación realizada por Peralta (2019) titulada “Estudio del enriquecimiento con harina de semilla de calabaza (*Curcubita ficifolia*) sobre la calidad fisicoquímica y sensorial del queque. Aplicación de métodos combinados para aumentar la vida útil del jugo de naranja”, hace referencia al concepto de la conservación de alimentos mencionando lo siguiente:

La conservación de alimentos es un conjunto de procedimientos aplicados a los productos alimenticios para guardarlos y consumirlos mucho después. Generalmente, el deterioro de los alimentos es producido por alteraciones: químicas, físicas y biológicas; por lo que el objetivo principal de la conservación es prevenir o retardar el daño causado principalmente por microorganismos y, por ende, evitar un efecto nocivo sobre los consumidores. Los métodos de conservación de alimentos se dividen en: métodos que utilizan temperatura y métodos no térmicos, dentro de los primeros se encuentran el secado, refrigeración, pasteurización y congelación. Por otro lado, los métodos no térmicos comprenden altas presiones hidrostáticas, pulsos eléctricos, pulsos magnéticos, ultrasonido e irradiación con radiación ultravioleta de onda corta (UVC). (p. 4)

Los métodos de conservación de alimentos con técnicas que sirven para prolongar la vida útil de estos y conservarlos por más tiempo y también para prevenir su deterioro, al conservar estos alimentos mediante estas técnicas se reducen considerablemente la descomposición y el crecimiento microbiano que pueden causar enfermedades de transmisión alimentaria. Hoy se usan diversos tipos de conservación de alimentos y se siguen implementando para conservarlos eficientemente, además de estos, se han desarrollado nuevos métodos que permiten prolongar su vida útil.

Estos métodos se pueden clasificar en diferentes categorías, como la conservación por calor o frío, por reducción del contenido de agua, concentración de sal o azúcar, métodos no térmicos y algunos ejemplos son: pasteurización,

escaldado, esterilización, refrigeración, liofilización, ultracongelación, congelación, concentración por membranas, deshidratación y ahumado, entre otras. Sin embargo, para efectos de esta investigación se va a usar la congelación como método de conservación y esterilización comercial, que este último consiste en una operación unitaria en la cual se usan altas temperaturas y que, a su vez, es un excelente conservador de alimentos.

Al final de este estudio se plantean dos escenarios para observar el comportamiento de la aquafaba y examinar qué tan viable son estas técnicas para su conservación y determinar cuál es mejor manera de conservar la aquafaba para comercializarla.

2.10.1 Congelación

La congelación es un proceso de preservación de alimentos más común, debido a que reduce la tasa de deterioro del alimento, deteniendo el crecimiento de microorganismos, reduciendo las reacciones de deterioro que ocurren en la matriz alimenticia y prolongando así el tiempo de vida útil del alimento. La tecnología de congelación se aplica a alimentos que se comercializarán o consumirán, a largo plazo, para su consumo a corto plazo basta con la refrigeración (Álvarez, 2021, p. 16).

Según la investigación realizada por Ochoa y Pinos (2021): “Análisis al proceso de envasado de productos congelados para el consumo humano en la Ciudad de Milagro para el periodo 2020-2021”, hacen referencia a la congelación de alimentos mencionando lo siguiente:

Dentro del proceso de congelación los alimentos se someten a tratamientos de conservación empleando bajas temperaturas (menores a 0°C) para lograr preservar su calidad, seguridad y consistencia especial para llevar a cabo determinados procesos de producción. Para valorar la calidad del producto se considera fundamental tomar en consideración la velocidad con la que se congela el producto debido a que, si el cambio de temperatura entre la temperatura inicial de congelación y 5 grados por debajo de esta es rápido, los cristales de hielo formados en la estructura del producto serán pequeños, por otro lado, si se reduce la temperatura con una velocidad más pausada, los cristales de hielo serán de mayor volumen. (pp. 17-18)

2.10.2 Esterilización

La esterilización es un método de conservación que se usa para conservar los alimentos para eliminar el crecimiento de microorganismos y para esto se usa una combinación de tiempo y temperatura para disminuir o eliminar la proliferación de microorganismos. Lo que se busca con la esterilización es destruir o inhibir transitoriamente a los agentes causantes del deterioro, como, por ejemplo, la bacteria del *Clostridium botulinum* o, en su defecto, los microorganismos que han alterado la estabilidad del alimento (Zorrilla, 2021, p. 21).

En general, para procesos de esterilización se considera al *Clostridium botulinum*, con un valor de z de 10°C y una temperatura de referencia de 121,1°C (F 121,1 10). El valor de F evaluado, con dichas temperaturas de referencia, se conoce como F0. Por su parte en productos ácidos (pH<4,5) el *Clostridium*

botulinum no puede desarrollarse y, por tal motivo, se consideran como microorganismos de referencia algunos hongos y levaduras, los cuales requieren de temperaturas menores para su destrucción térmica (Aybar, 2021).

2.10.2.1 Etapas del Proceso de Esterilización para Enlatados

Tabla 1

Etapas para realizar el proceso de esterilización en productos enlatados

<p>Venteo</p>	<p>Se introduce, en esta primera etapa, vapor de agua en la autoclave, abriendo completamente la correspondiente válvula de vapor. El objetivo es aumentar la temperatura, a la vez que se expulsa el aire del interior de la autoclave, siendo reemplazado por vapor. Para ello, durante esta etapa, la válvula de purga (que permite la salida de gases de la autoclave y la válvula de drenaje (que permite la salida de agua condensada) se mantienen abiertas. Esta etapa finaliza cuando se termina de expulsar todo el aire del interior de la autoclave.</p>
<p>Calentamiento</p>	<p>Durante esta etapa el alimento se somete a un perfil tiempo-temperatura que permita la eliminación de las bacterias. Típicamente, el seguimiento de dicho perfil se consigue mediante la manipulación de la válvula de</p>

vapor. La válvula de purga suele estar cerrada en esta etapa para mejorar la eficiencia del proceso y la válvula de drenaje se mantiene parcialmente abierta para evitar la acumulación de agua condensada en la autoclave.

Enfriamiento

Una vez que se completa el proceso de esterilización, se debe disminuir la temperatura lo más rápidamente posible, evitando así que el alimento siga perdiendo calidad por efecto del calor. Para ello se introduce una ducha de agua a temperatura ambiente. No obstante, la condensación repentina provoca caídas de presión que puedan dañar los envases. Para paliar este problema se introduce aire a presión a través de una válvula control.

Fuente: Novoa, Pitarch, Antelo y Vilas, 2024.

2.10.3 Esterilización Comercial

La esterilización comercial es una operación unitaria usada en productos calentados, como alimentos enlatados, como garbanzos, frijoles, arvejas o palmitos, entre otros. Para realizar una esterilización comercial se emplean temperaturas sumamente elevadas ($>100^{\circ}\text{C}$) y durante un tiempo determinado (> 5 min), con el objetivo de destruir la actividad microbiana y enzimática (Bermúdez, 2021, p.10). El proceso térmico para aplicar a un alimento depende de su pH y A_w .

Si el pH es menor a 4.6 o tiene un Aw alto es pasteurización. Si el pH es mayor a 4.6 y tiene Aw bajo es esterilización comercial.

La esterilidad comercial, es la destrucción de los microorganismos que provocan la descomposición del alimento bajo condiciones normales de manejo y almacenamiento, los alimentos “comercialmente estériles”. El alimento tiene un número muy pequeño de esporas resistentes, pero estas no alteran la composición del alimento. Por el contrario, si estos estuvieran aislados, podría confirmarse que se encuentran vivas (Mancilla, 2019).

La esterilización comercial debidamente aplicada asegura estabilidad microbiológica y mejora la textura, consistencia, sabor y digestibilidad de ciertos alimentos, que en su estado natural resultan prácticamente incomedibles (Zorrilla, 2021).

2.10.4 Autoclave

Se considera autoclave al contenedor horizontal o vertical capaz de soportar altas presiones y temperaturas (121°C-131°C) dónde se obtiene un efecto esterilizante en el empaquetado industrializado de alimentos sellados al vacío. Debido al empleo de fluidos a altas presiones, el uso de materiales sólidos de grado alimenticio es fundamental en la manufactura de autoclaves industriales, además de dotarlas de características herméticas. Al someter los alimentos a este proceso en un tiempo típico de 20 a 30 minutos se logra superar la temperatura adecuada en la cual tiene lugar la velocidad máxima de crecimiento de los microorganismos

responsables de la descomposición, produciéndose inactividad y muerte celular (Flores, 2021).

2.11 Vida útil

La vida útil de un alimento es un estudio que se realiza durante un tiempo finito, después de producir ciertas condiciones controladas en el almacenamiento, en las cuales se perderán propiedades fisicoquímicas y sensoriales, además de que sufrirá un cambio en el perfil microbiológico. Se puede contar con diversos indicadores que permiten indicar la vida útil de un alimento que ha llegado a su fin entre los cuales están: elevado número de microorganismos, oxidación de grasas y aceites, migración de humedad, pérdida de vitaminas y nutrientes, cambios de textura debidos a actividades enzimáticas, degradación de proteínas, pérdida de sabor y color, disminución o aumento de la viscosidad (Llerena-Casellas, Frías-Chirino, Valdés-Aragón y Riera-González, 2020, p. 38).

Las pruebas para estimación de vida útil suelen ser específicas para cada producto. Pueden incluir alguno o todos los elementos siguientes: análisis microbiológicos, análisis físico químico, evaluación sensorial u oxidación de lípidos, entre otros (Llerena-Casellas et al., 2020).

2.11.1 Vida Útil a Través del Tiempo

Rodríguez (2022) indica que:

La vida útil a través del tiempo es una prueba que se realiza los alimentos en condiciones normal, de modo que se requieren parámetros de almacenamiento, en donde se evalúan los indicadores de acuerdo con el tipo de alimento y se realiza una evaluación periódica que éstos sufran alguna modificación o degradación”. (p. 4)

2.11.2 Vida Útil Acelerada

Díaz (2022) menciona la vida útil acelerada, indicando que:

Estos métodos permiten evaluar de manera rápida el comportamiento del alimento en condiciones extremas; es decir, el producto se almacena a altas temperaturas o condiciones ambientales agrestes. El parámetro de deterioro se selecciona a partir de una evaluación fisicoquímica, microbiológica y/o sensorial. (p. 4)

2.12 Método Pseudo Ploteo de Arrhenius

El Pseudo Ploteo de Arrhenius es método que se utiliza para determinar la relación que existe entre la velocidad de una reacción química con respecto a la temperatura, esta técnica se utiliza principalmente en la industria alimentaria para describir la velocidad de las reacciones químicas cómo afectan estas la calidad de

productos; asimismo, como la oxidación, hidrólisis o descomposición térmica. Para ello, Landeo (2019) hace referencia mencionando lo siguiente:

El método Pseudo ploteo de Arrhenius proporciona datos de la constante de velocidad con respecto a la temperatura de crecimiento. Se basa en que, a mayores temperaturas, la probabilidad de que crezca un microorganismo es mayor, el crecimiento generará energía cinética y tendrá un efecto en la energía de activación de las reacciones. (p. 59)

Una ventaja de los estudios acelerados en los que se emplean más de dos temperaturas de análisis es que se puede determinar el valor Q10 de los productos mediante el método del Pseudo Ploteo de Arrhenius. Este consiste en graficar el logaritmo de la vida útil determinada a cada temperatura con respecto a la temperatura y el valor Q10 se obtiene de la pendiente (Azofeifa, 2024).

2.13 Análisis Sensorial

El análisis sensorial describe y mide las características sensoriales de un alimento y los efectos que producen en el consumidor. Es usado para reconocer calidades, discriminar, describir o definir preferencias entre productos. La respuesta de los sentidos al percibir las sensaciones a las que es sometido y la traducción cerebral debe cuantificarse para poder tener una validez científica; el proceso de asignación de un valor numérico a la respuesta de los sentidos hace al análisis sensorial una disciplina científica cuantitativa (Solís, 2016, p. 15).

2.13.1 Análisis Sensorial de Escala

La investigación realizada por Fernández, García y Fuentes (2018): “Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos”, hace referencia al concepto de análisis sensoriales de escala mencionando lo siguiente:

Las escalas JAR son ampliamente utilizadas en el desarrollo de nuevos productos, como técnica de investigación de consumidores. Se emplean para identificar si los atributos presentes en el alimento están bien optimizados o si, por el contrario, necesitan subir o bajar de intensidad. En esta técnica se utilizan escalas para los diferentes atributos, en donde los consumidores tienen que decir si cada atributo está en el punto ideal, o si le falta o le sobra intensidad. (p. 2)

2.13.2 Análisis Sensorial de Perfiles Descriptivo

El desarrollo y reformulación de alimentos se pueden realizar con perfiles sensoriales descriptivos que identifican las características sensoriales esenciales para su aceptación y establecen un vínculo entre las características del producto y la percepción del consumidor. Es necesario emplear técnicas descriptivas económicas que requieren menos tiempo para recopilar información que las técnicas tradicionales (Silva, Pichiuza y Eccoña, 2021, p. 1).

2.14 Reología en Alimentos

La reología es una ciencia que estudia el flujo y la deformación de la materia de alimentos, ya sean líquidos, sólidos o semisólidos. Estos alimentos deben responder al esfuerzo natural o tangencial según el grado de flujo o deformación (Vivanco, 2019, p. 8).

Por medio de la reología se analiza la deformación y el flujo permite observar la fuerza que le aplican a los alimentos, ya sea cuando están en reposo o en movimiento. La reología en la industria alimentaria es muy importante porque se puede estudiar la consistencia, plasticidad, elasticidad, viscosidad, gravedad específica y textura, estas características reológicas van a variar según el alimento que se vaya a analizar, como lo mencionada Vivanco, las propiedades reológicas de los alimentos varían ampliamente, desde fluidos alimenticios en estado líquido, como el agua, aceites comestibles y bebidas alcohólicas, alimentos viscoelásticos como purés y cremas de sopas a alimentos sólidos galletas horneadas o queso de tipo parmesano, estos últimos deben ser fracturados o quebrados para ser consumidos (2019).

2.15 Potencial de Hidrógeno (pH)

El término de pH es utilizado para designar un grado de acidez o alcalinidad de una solución acuosa o en este caso específico, de un alimento. El pH está directamente relacionado con la concentración de iones hidronio e iones hidroxilo presentes en una solución, en la cual, a mayor cantidad de iones hidronio en la solución, más ácida será (Chaves, 2020).

El pH se utiliza como un indicador para medir la acidez de un medio, debido a que mide los iones de hidronio en una solución determinada, esto se representa en una escala que tiene un rango de 0 a 14, esto quiere decir que la acidez corresponde a una medición que refleja el contenido total de ácido que tiene un alimento, generalmente se determina como la acidez titulable que expresa cuántos gramos de ácido tiene la muestra que se está analizando. La escala de pH va entre los 0 y 7, los cuales se van a considerar ácidos, mientras que en 7 corresponde a neutro, finalmente, entre 7 y 14 son alcalinos o básicos. Estas mediciones se realizan en un equipo llamado pHmetro en donde se cuantifica el cambio en el potencial de electroquímico establecido por los iones hidronio a través de una membrana semipermeable en un electrodo indicador (Chaves, 2020, p.4).

III. MARCO METODOLÓGICO

Se explicará en este capítulo la metodología del proyecto y se empleará el tipo de investigación, las técnicas e instrumentos para recoger la información y en el análisis de los datos.

3.1 Tipo de Enfoque

La investigación por realizar se hará de manera cuali-cuantitativa, dado que mediante técnicas como la cocción y el porcentaje de buenos resultados que se den con las opiniones de los futuros catadores de producto con dicha sustitución. Para ampliar un poco más el enfoque, se puede decir que la parte cualitativa se deriva de posibles pasos que puedan variar sus características organolépticas como el tiempo de reposo de garbanzos y arvejas, cocción necesaria para la extracción, tiempo de reposo para mejorar textura y sus resultados en producto terminado, dando paso así a las características deseables que aporta el ovoproducto a la panificación, tales como: capacidad de emulsificar, formación de espuma, gelificación y la facilidad que tenga para ser miscible con la masa o demás ingredientes utilizados.

Mientras que en formulaciones de productos nuevos no validados o conocidos se requiere un porcentaje requerido para cumplir con las características que debe tener un producto de panificación, por ejemplo, en términos cuantitativos se basa la formulación deseada y se pretende hacer una prueba sensorial, con personas que consuman uno o varios productos con la sustitución y otros con el huevo, saber cuál de las formulaciones alcanzó más cerca de dichas características según sus criterios.

3.2 Tipo de Investigación

La investigación es descriptiva porque se basa en explicar detalladamente las características de las sustituciones que se pueden dar con ayuda de las leguminosas como garbanzos y arvejas, se llevará a cabo una descripción de dicho proceso, explicando las de opciones innovadoras y tecnológicas que pueden llegar a darse con este producto enfocado en productos derivados de la harina. Se especificará paso a paso cómo se realizará la extracción, cocción, tiempos entre proceso, temperaturas, métodos de conservación y empaques utilizados, características sensoriales ya puestas en práctica y evaluadas en producto final. El fin de esta investigación es lograr una explicación para validar el uso de material residual de leguminosas en temas de productos para panadería, logrando una vía diferente que no involucre un derivado de origen animal.

3.3 Sujetos y Fuentes de Información

Se consultan para esta investigación fuentes de información como libros, páginas oficiales de programas de control de alimentos, tesis y tesinas relacionadas, y revistas indexadas de revistas científicas de grado alimentario. Por otro lado, se utilizará la ayuda de profesionales desarrollados en la industria alimentaria, como profesores de la Universidad Técnica Nacional y expertos que trabajan en el ámbito de los alimentos.

3.4 Matriz de Congruencia

Tabla 2

Matriz de congruencia

Título	Objetivo general	Objetivos específicos	Preguntas de investigación
Validación de la estandarización técnica y funcional para comercializar la aquafaba de distintos tipos de leguminosas como sustituto del huevo para la elaboración	1. Evaluar la viabilidad técnica y funcional de la aquafaba obtenida a partir de diferentes tipos de leguminosas como sustituto del huevo en la panificación, mediante la estandarización del método de obtención, caracterización de sus propiedades fisicoquímicas, estudio de vida	1. Establecer un método estandarizado para la obtención de la aquafaba a partir de diversas leguminosas mediante la cocción para la posterior caracterización de sus propiedades fisicoquímicas que permita establecer su potencial uso como sustituto del huevo en la panificación.	1. ¿Cuál va a ser el método para la estandarización en el proceso de obtención de la aquafaba? 2. ¿Cuál tipo de aquafaba no presenta cambios significativos en el proceso de cocción? 3. ¿Cómo y cuáles propiedades fisicoquímicas serán evaluadas para determinar su utilidad?

de productos en útil acelerado y análisis panificación. sensorial de escala y perfiles en la elaboración de un queque tradicional.

-
- | | |
|---|--|
| 2. Determinar la funcionalidad técnica de la aquafaba como materia prima sustituyente del huevo en aplicaciones alimentarias a partir de un estudio de vida útil a través del tiempo y acelerado de la aquafaba, obtenido de distintos tipos de | 1. ¿Cómo se va a hacer el estudio de la funcionalidad técnica de la aquafaba como materia prima?
2. ¿Cómo se determinará la vida útil de la aquafaba?
3. ¿Cuál tipo de aquafaba va a tener mayor vida útil al realizar el estudio? |
|---|--|
-

leguminosas con el uso de dos tipos de empaque.

3. Determinar la viabilidad técnica de las alternativas de comercialización de la aquafaba por medio de esterilización comercial y congelado, que permitan su implementación en la industria alimentaria.

1. ¿El producto a base de aquafaba posee las características necesarias para lograr la aceptabilidad por parte del consumidor para la implementación en la industria alimentaria?

2. ¿Cuál es el mejor método para la conservación de aquafaba?

3. ¿Es un producto que podría comercializarse?

-
4. Elaborar un queque tradicional con aquafaba como sustituto del huevo para observar el comportamiento como materia prima mediante un análisis sensorial de escala y perfiles.
1. ¿Cuáles serán los porcentajes correctos de aquafaba para elaborar un queque tradicional?
 2. ¿Cómo llevar a cabo la formulación ideal para elaborar un queque con aquafaba?
 3. ¿Qué se podría evaluar y aplicar en un análisis sensorial de escala y perfiles para comparar un queque tradicional con aquafaba en cuanto a su textura, sabor, aroma y apariencia?

3.5. Matriz de Variables

Tabla 3

Definición y operacionalización de variables

Objetivos específicos	Variable	Definición conceptual	Dimensiones (subvariables)	Definición operacional (indicadores)	Definición instrumental (cuáles son los instrumentos o técnicas)
Establecer un método estandarizado para la obtención de la aquafaba a partir de diversas leguminosas mediante la	Determinar cuál es el tipo de aquafaba de las materias primas seleccionadas (garbanzos y arvejas).	Variación de los tipos de aquafaba para evaluar sus características fisicoquímicas y definir cuál se asemeja al huevo.	Porcentaje total de los diferentes tipos de aquafaba en las formulaciones.	Tiempo de cocción y nivel (%) que lleven a un producto más similar posible a los de panificación	Cuadro comparativo con las características fisicoquímicas de las aquafabas.

cocción para la posterior caracterización de sus propiedades fisicoquímicas que permita establecer su potencial uso como sustituto del huevo en la panificación.

tradicionales con el uso de huevo.

Determinar la funcionalidad técnica de la	Variación en los días de vida útil de la aquafaba.	Variación en los días de vida útil de las diversas	Método utilizar	para	Sabor, color, olor, textura.	Cuadro comparativo de los días de vida
--	--	--	-----------------	------	------------------------------	--

aquafaba como	fuentes	de realizar el estudio	útil de cada
materia prima	aquafaba	de vida útil.	muestra a prueba
sustituyente del	(garbanzo	y	en el estudio.
huevo en	arveja).		
aplicaciones			
alimentarias a			
partir de un			
estudio de vida			
útil a través del			
tiempo y			
acelerado de la			
aquafaba			
obtenido de			
distintos tipos			
de leguminosas			

con el uso de
dos tipos de
empaque.

Determinar la	Variación de las	Cantidad	de	Determinar la	Variación de las	Cantidad	de
viabilidad	técnicas	aquafaba		viabilidad técnica	técnicas	aquafaba	
técnica de las	alternativas	de empleada	para	de las alternativas	alternativas	de empleada	para
alternativas de	comercialización.	lograr		de	comercialización.	lograr	
comercialización		conservarla.		comercialización		conservarla.	
de la aquafaba				de la aquafaba			
por medio de				por medio de			
esterilización				esterilización			
comercial y				comercial y			
congelado que				congelado que			
permitan su				permitan su			
implementación				implementación			

**en la industria
alimentaria.**

en la industria
alimentaria.

Elaborar un Elaborar una Establecer la Porcentaje de Porcentajes de Diagrama de flujo
queque formulación de un cantidad de huevo, aquafaba aplicación de detallado y una
tradicional con queque tradicional aquafaba de las de garbanzo y aquafaba para formulación de un
aquafaba como con aquafaba de distintas arveja empleado realizar un queque
sustituto del diferentes leguminosas para en la formulación queque tradicional.
huevo para leguminosas realizar la del batido a tradicional.
observar el como sustituto del formulación ideal realizar.
comportamiento huevo. para un queque.
como materia
prima mediante
un análisis

sensorial de Ejecutar un Análisis sensorial Selección de Grupo de Análisis sensorial **escala y perfiles.** análisis sensorial de escala y población para la panelistas para de perfiles y de de escala y perfiles con medición de realizar la escalas. perfiles para panelistas aceptación. ejecución de una medir las seleccionados, prueba sensorial características del con el fin de medir para medir textura queque tradicional las características esponjosa, color, sensoriales de un olor y sabor del queque producto final. tradicional.

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.6 Población y Muestra

La población a la que se dirige esta investigación será a los consumidores con alguna alergia o intolerancia al huevo y a la población que prefieren consumir productos vegetales, dejando los animales.

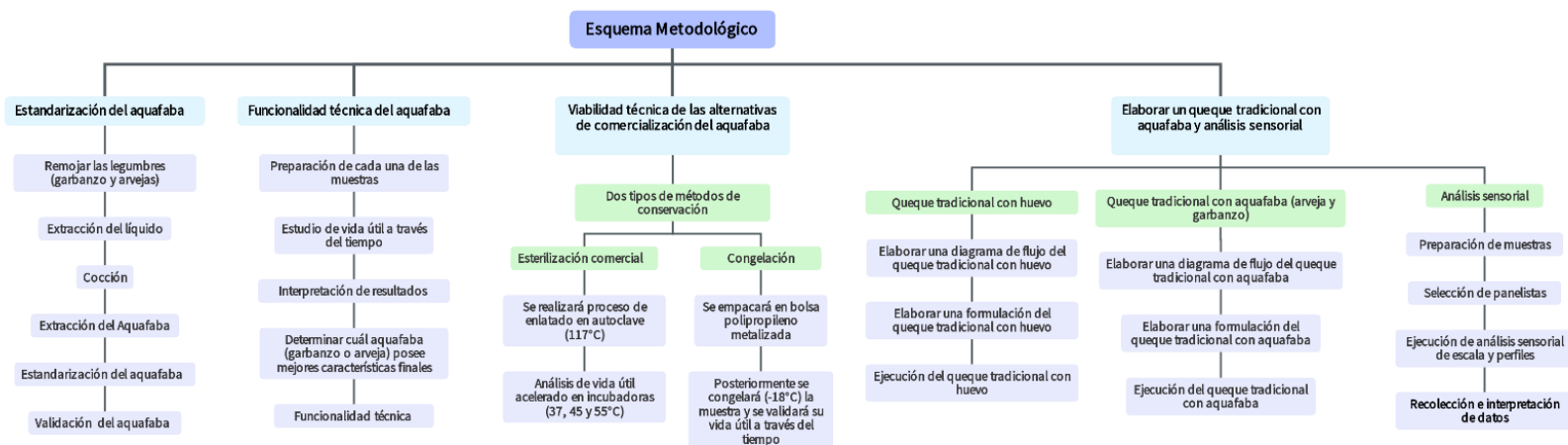
Para este proyecto, el objetivo es evaluar los dos tipos de extracción de aquafaba de las leguminosas seleccionadas. Las cinco muestras consisten en hacer un producto (queque tradicional) con 100% de aquafaba de garbanzo y arveja según el método de conservación empleado, además, se podrá evaluar el producto de panificación 100% hecho de huevo para observar los productos finales y con base en esto, realizar un panel sensorial para evaluar la aceptabilidad de dicho producto. Para lograr determinar el número de repeticiones adecuado se utilizarán métodos estadísticos como el análisis de varianza (ANOVA).

3.7 Descripción de la Metodología

A continuación, se presentará la metodología del proyecto, donde se mostrarán los pasos a seguir para cada objetivo.

Imagen 2

Metodología para el proyecto



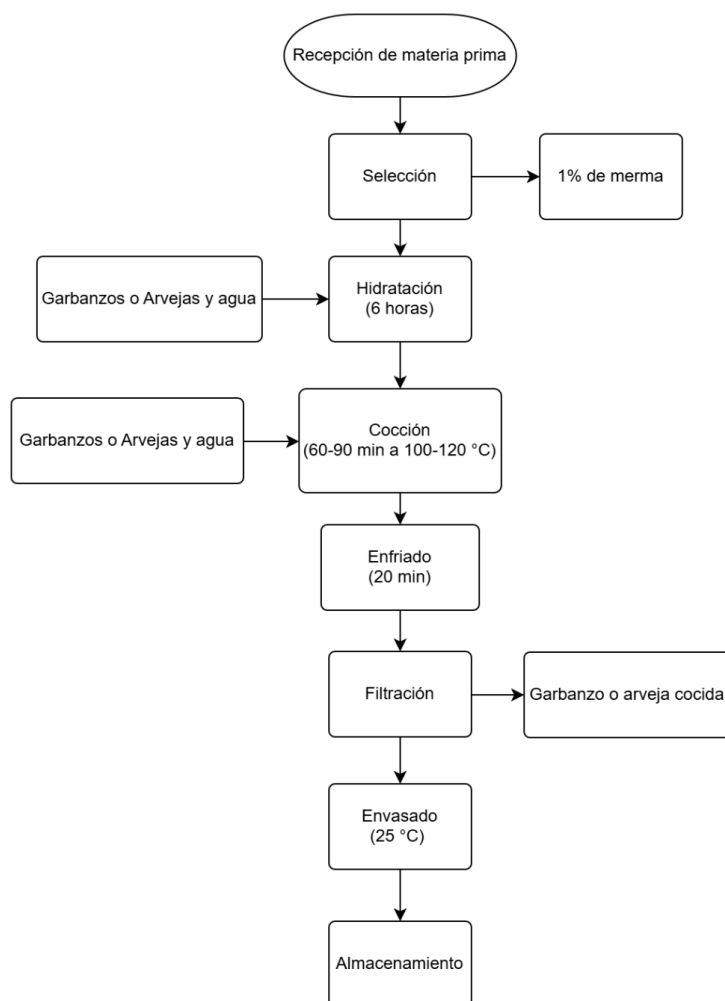
Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.8 Diagramas de Flujo

Se presentan los diagramas de flujo utilizados para la ejecución de pruebas.

Imagen 3

Diagrama de flujo de la obtención de aquafaba



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Descripción del Proceso

1. Recepción de Materia Prima: el proceso comienza con la recepción de los garbanzos o arvejas como materia prima de procesamiento.

2. Selección: una vez recibidos, los garbanzos o arvejas pasan por un proceso de selección. En este paso se eliminan aquellos granos que presentan defectos, lo que resulta en una merma aproximada del 1%. Esta etapa es fundamental para asegurar que solo la materia prima en óptimas condiciones continúe en el proceso.

3. Hidratación: los garbanzos o arvejas seleccionados se sumergen en agua durante un período de seis horas para permitir su adecuada hidratación. Este proceso es esencial para ablandar los granos, lo que facilita la cocción posterior.

4. Cocción: después de la hidratación, los garbanzos o arvejas se someten a cocción en un rango de temperatura de 100-120°C durante 60-90 minutos. La cocción a esta temperatura garantiza que los granos alcancen el grado de cocción necesario para extraer todas las propiedades de la aquafaba.

5. Enfriado: una vez completada la cocción, los garbanzos o arvejas se enfrían hasta alcanzar una temperatura de 20°C.

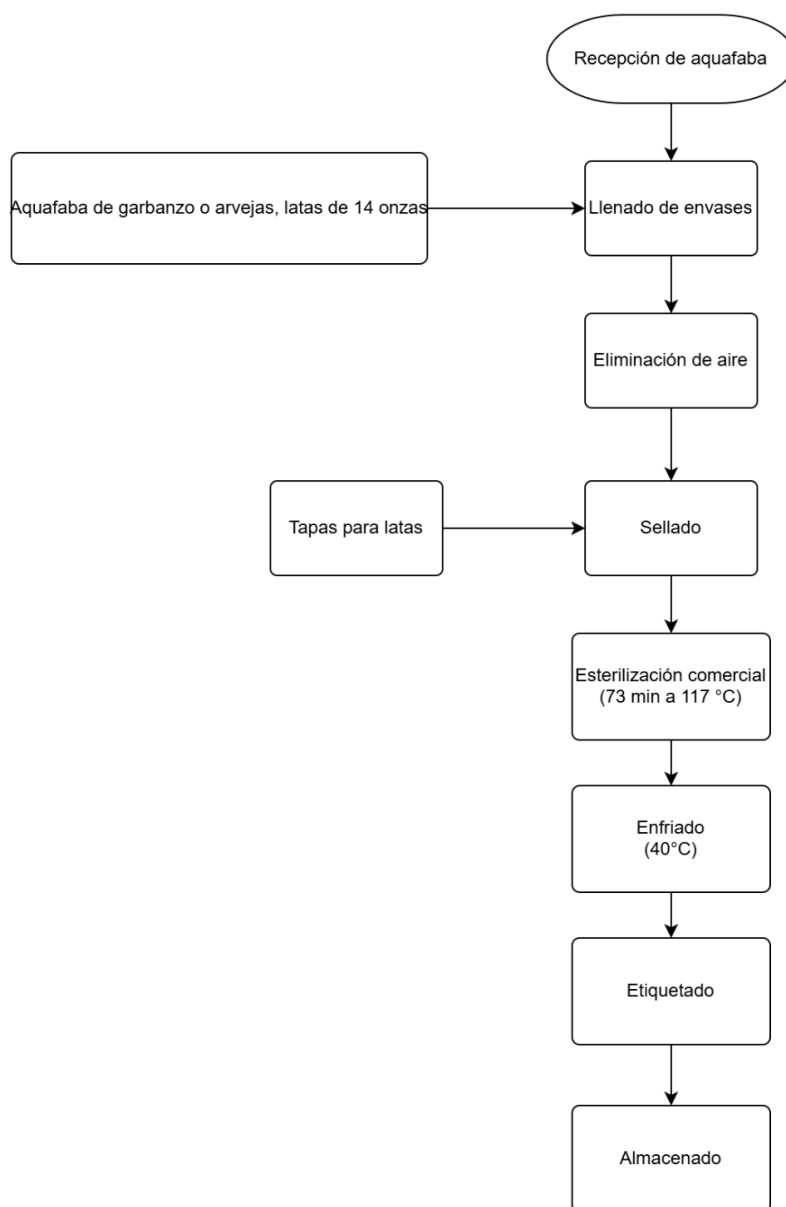
6. Filtración: los garbanzos o arvejas cocidos se someten a un proceso de filtración para separar la aquafaba (líquido residual de la cocción) y la leguminosa.

7. Envasado: tras la filtración, la aquafaba de garbanzo o arveja se envasa. El envasado puede realizarse en diferentes formatos.

8. Almacenamiento: finalmente, los productos envasados se trasladan al almacenamiento.

Imagen 4.

Diagrama de flujo de la esterilización comercial de aquafaba de garbanzo y arveja enlatada.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

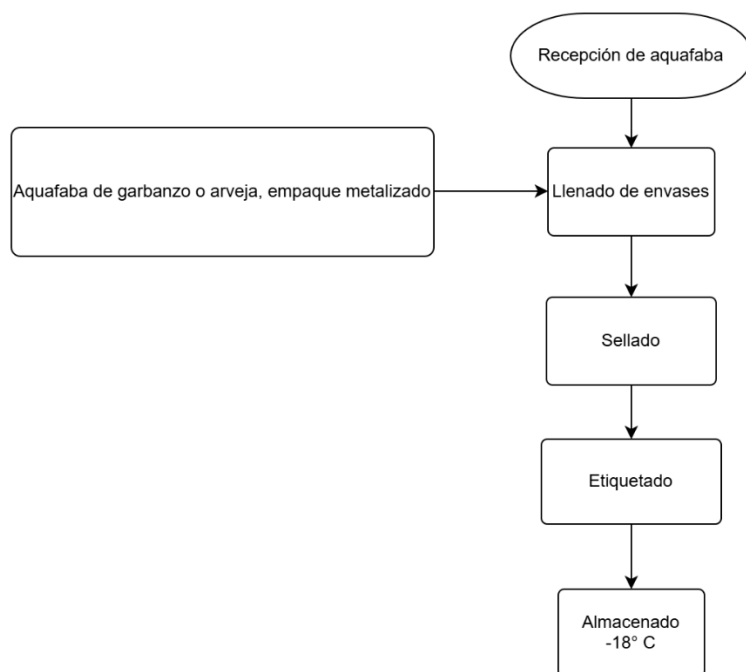
Descripción del Proceso

1. **Recepción de aquafaba:** se recibe la aquafaba que proviene de garbanzos o arvejas. Este subproducto se inspecciona y se almacena en condiciones adecuadas antes de ser utilizado.
2. **Llenado de envases:** la aquafaba se transfiere a los envases (latas de 14 oz) previamente preparados.
3. **Eliminación de aire:** antes de sellar los envases, estos pasan por una máquina *exhauster*. Aquí se elimina el aire del interior, utilizando vapor caliente (80-100 °C) o un sistema de vacío, creando un vacío parcial. Esto mejora la calidad del sellado, evita la oxidación del producto y optimiza la esterilización térmica posterior.
4. **Sellado:** los envases se sellan herméticamente para evitar la entrada de contaminantes y garantizar la inocuidad del producto.
5. **Esterilización comercial:** los envases sellados se someten a un tratamiento térmico de 73 minutos a 117°C en una autoclave. Este paso elimina microorganismos patógenos y reduce la carga microbiana, asegurando la estabilidad del producto a temperatura ambiente.
6. **Enfriado:** después de la esterilización los envases se enfrían hasta alcanzar una temperatura segura de 40°C, para evitar daños al material del envase y estabilizar el producto.
7. **Etiquetado:** una vez enfriados, los envases son etiquetados, especificando la información necesaria del producto, como su contenido (garbanzo o arveja cocido) y los detalles del lote.

8. **Almacenado:** los envases ya etiquetados se colocan en incubadoras a temperaturas controladas de 37°C, 45°C y 55°C. Este paso permite evaluar la estabilidad del producto en un período de tiempo más corto, simulando condiciones que podrían enfrentarse durante su vida útil. Los análisis posteriores verifican la calidad microbiológica, sensorial, química y física para determinar su duración óptima en condiciones normales.

Imagen 5

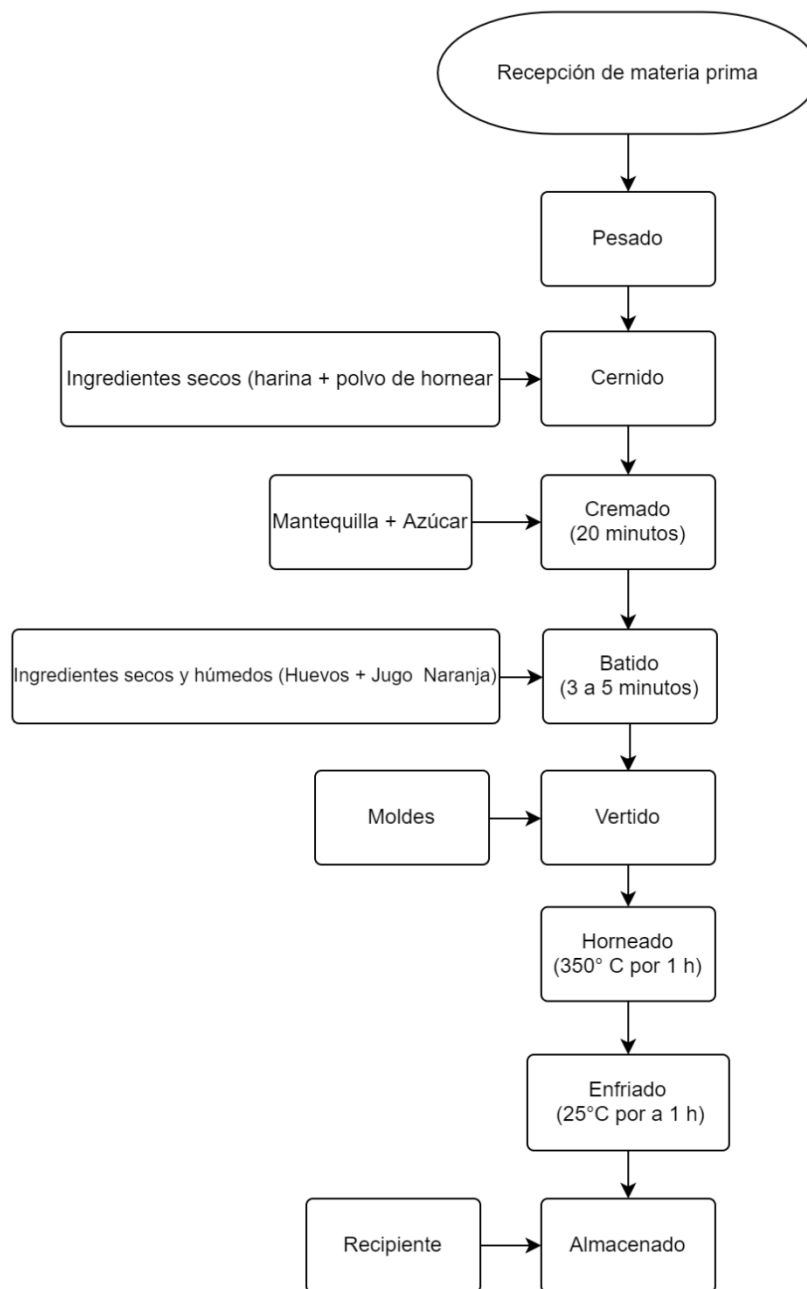
Diagrama de flujo de la congelación de aquafaba de garbanzo y arveja en empaque metalizado



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Descripción del Proceso

- 1. Recepción de aquafaba:** se recibe la aquafaba que proviene de garbanzos o arvejas. Este subproducto se inspecciona y almacena en condiciones adecuadas antes de ser utilizado.
- 2. Llenado de envases:** la aquafaba se transfiere a los empaques metalizados de polipropileno.
- 3. Sellado:** se realiza el sellado del empaque metalizado por medio de aplicación de calor y presión para unir las capas de material termosellable, con el fin de crear un cierre hermético.
- 4. Etiquetado:** los empaques metalizados son etiquetados, especificando la información necesaria del producto, como su contenido (garbanzo o arveja).
- 5. Almacenamiento:** se almacenan los empaques metalizados a -18°C .

Imagen 6*Diagrama de flujo de un queque tradicional con huevo*

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Descripción de Proceso

1. **Recepción de materias primas:** inicialmente se realiza la recepción de las materias primas, las cuales son: harina, polvo para hornear, mantequilla, azúcar, huevos y jugo de naranja. Estos ingredientes son fundamentales para la elaboración del queque, se debe asegurar que estos ingredientes cumplan con los estándares de calidad y especificaciones deseadas.
2. **Pesado:** se deben pesar todos los ingredientes según la formulación establecida, después al pesado se deben separar en secos (harina y polvo para hornear y azúcar) y húmedos (huevos, jugo de naranja y mantequilla).
3. **Cernido:** inicialmente hay que cernir los ingredientes secos, como la harina y el polvo de hornear, este proceso se hace con el propósito de eliminar los grumos y, además, nos ayuda a airear la mezcla, con el fin de conseguir una textura más suave en el queque.
4. **Cremado:** en la batidora se coloca la mantequilla y el azúcar para crear una mezcla homogénea, cremar consiste en batir ambos ingredientes para tener una mezcla esponjosa y ligera, durante 20 minutos.

Nota: cada cinco minutos dejar de batir para quitar la mezcla alrededor del tazón de la batidora, para que los ingredientes se mezclen uniformemente. Para saber si el proceso de cremado fue exitoso, la mezcla debe ser de color blanco.

5. **Batido:** una vez finalizado el proceso de cremado, se añaden los huevos uno a uno (en total son tres huevos), una vez que la mezcla del cremado y los huevos se incorpore, se va agregando la harina poco a poco a una velocidad baja, una vez que la harina se incorpore en su totalidad con las

demás materias primas, se agrega el ingrediente húmedo (jugo de naranja) y, finalmente, se incorpora el polvo para hornear, cuando ya se tengan todos los ingredientes se debe batir aproximadamente cinco minutos hasta formar una masa homogénea y sin grumos.

6. **Vertido:** antes de iniciar este proceso se debe precalentar el horno a 350°C por cinco minutos, seguidamente la pasta del queque se vierte en los moldes, la masa debe quedar bien esparcida en todo el molde, es de suma importancia engrasar (mantequilla o aceite) o colocarles papel encerado a los moldes para que a la hora de desmoldarlos no se queden adheridos al recipiente.
7. **Horneado:** una vez colocada la mezcla de los queques en los moldes se deben hornear por una hora a 350°C.

Nota: no se debe abrir el horno durante los primeros 15 minutos, ya que, al abrirse antes de este tiempo, entra aire al horno y provoca que queque no crezca de manera compacta. Al pasar los 15 minutos, se procede a abrir el horno para ir revisando el proceso de horneado. Para asegurar que el queque quede bien horneado se puede pinchar con algún utensilio, si sale limpio quiere decir que el queque quedó bien cocinado y no estaría crudo.

8. **Enfriado:** después de hornear correctamente el queque, se debe colocar en una en rejilla y dejar enfriar a temperatura ambiente (25°C) aproximadamente una hora. Se deja enfriar durante este tiempo para que el queque adquiera más firmeza y no se rompa, siendo más fácil rebanarlo.

9. **Almacenado:** finalmente al enfriarse el producto, se debe almacenar el queque en un recipiente con tapa, ya sea de vidrio o plástico para mantener sus características organolépticas.

Formulación para un queque tradicional con huevo.

En la tabla 4 se presenta la formulación para la elaboración de un queque tradicional con huevo.

Tabla 4

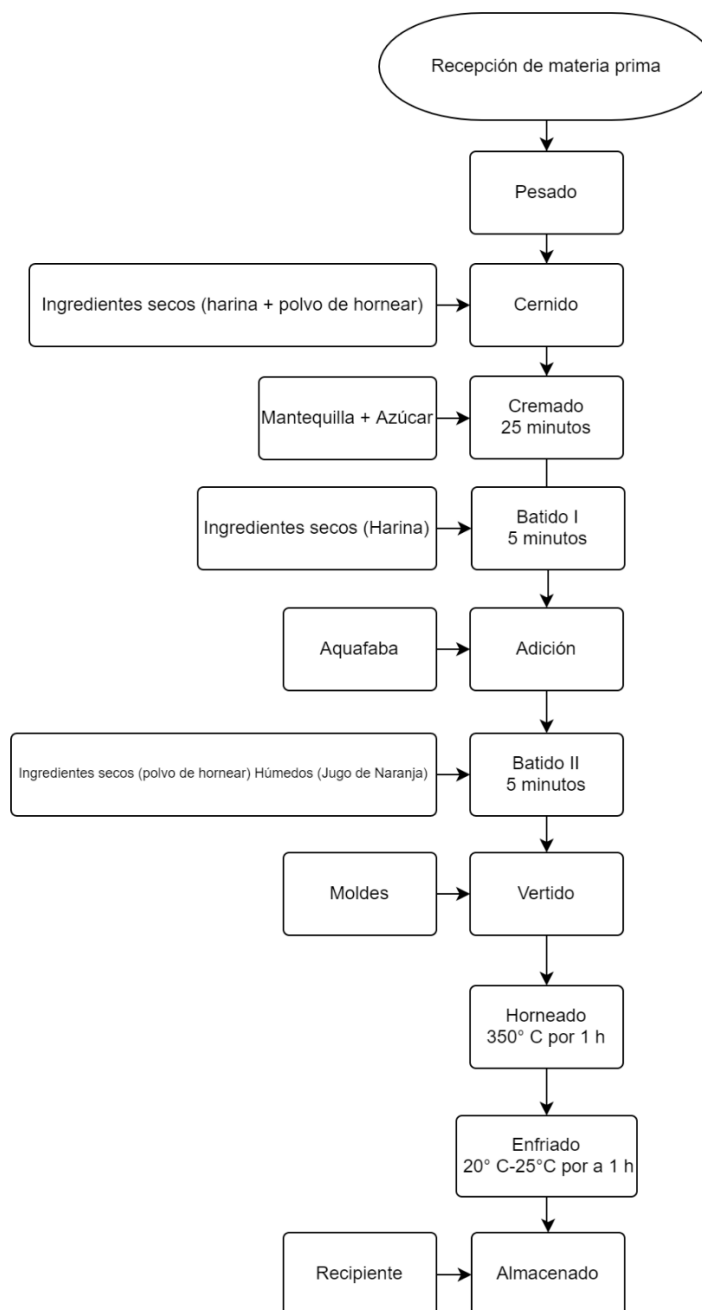
Formulación de un queque tradicional con huevo

Formulación queque Huevo		
Ingredientes	Gramos (g)	Porcentaje (%)
Harina	185	29,27
Huevo	168	26,58
Mantequilla	125	19,78
Azúcar	107	16,93
Jugo de naranja	39	6,17
Polvo para hornear	8	1,27
Total	632	100

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Imagen 7

Diagrama de flujo de un queque tradicional con aquafaba de garbanzo y arveja.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Descripción del Proceso

1. **Recepción de materias primas:** inicialmente se reciben las materias primas, las cuales son: harina, polvo para hornear, mantequilla, azúcar, garbanzo o arveja y jugo de naranja. Estos ingredientes son fundamentales para la elaboración del queque, se debe asegurar que cumplan con los estándares de calidad y especificaciones deseadas.
2. **Pesado:** todos los ingredientes se deben pesar según la formulación establecida, después del pesado se separan en secos (harina, polvo para hornear, azúcar) y en húmedos (aquafaba y jugo de naranja).
3. **Cernido:** primero hay que cernir los ingredientes secos como la harina y el polvo de hornear, este proceso se hace con el propósito de eliminar los grumos y, además, nos ayuda a airear la mezcla, con el fin de conseguir una textura más suave en el queque.
4. **Cremado:** en la batidora se coloca la mantequilla y el azúcar para crear una mezcla homogénea, cremar consiste en batir ambos ingredientes para tener una mezcla esponjosa y ligera, durante 20 minutos.

Nota: cada cinco minutos dejar de batir para quitar la mezcla alrededor del tazón de la batidora para que los ingredientes se mezclen uniformemente. Para saber si el proceso de cremado fue exitoso, la mezcla debe ser de color blanco.

5. **Batido I:** tras el proceso de cremado se debe añadir la harina poco a poco a una velocidad baja, cuando esta materia prima se incorporé adecuadamente con los demás ingredientes, se debe batir

aproximadamente durante cinco minutos hasta formar una masa homogénea.

6. **Adición:** cuando la mezcla del batido I esté incorporada, se añade la aquafaba, ya sea de garbanzo o arveja, con el propósito de sustituir el huevo.

Nota: primeramente, se debe batir la aquafaba ya sea de garbanzo o arveja, con el fin de airear el líquido de estas leguminosas para conseguir un punto de nieve, el cual es el proceso que se la hacen a claras de huevo, que consiste en incorporar aire con el propósito de que las claras crezcan. Este proceso puede durar alrededor de cinco minutos.

7. **Batido II:** luego de la adición de la aquafaba se debe agregar el ingrediente húmedo (jugo de naranja) y finalmente se incorpora el polvo para hornear, este proceso se bate entre tres y cinco minutos hasta formar una masa homogénea.
8. **Vertido:** antes de iniciar este proceso, se debe precalentar el horno a 350°C por cinco minutos, luego la pasta del queque se vierte en los moldes, la masa debe quedar bien esparcida en todo el molde, es de suma importancia engrasar (mantequilla o aceite) o colocarles papel encerado a los moldes para que a la hora de desmoldarlos no se queden adheridos al recipiente.
9. **Horneado:** una vez colocada la mezcla de los queques en los moldes se deben meter a hornear por una hora a 350 °C.

Nota: no se debe abrir el horno durante los primeros 15 minutos, debido a que, al abrirse antes de este tiempo, entra aire al horno y provoca que queque no crezca de manera compacta. Al pasar los 15 minutos, se procede a abrir el horno para ir

revisando el proceso de horneado. Para asegurar que el queque quedé bien horneado se puede pinchar con algún utensilio, si el mismo sale limpio, quiere decir que el queque quedó bien cocinado y no esté crudo.

10. **Enfriado:** después de hornear correctamente el queque, se debe colocar en una en rejilla y dejar enfriar a temperatura ambiente (25°C) aproximadamente una hora. Se deja enfriar durante este tiempo para que el queque adquiera más firmeza y no se rompa, siendo más fácil rebanarlo.

11. **Almacenado:** finalmente, al enfriarse el producto, se debe almacenar el queque en un recipiente con tapa, ya sea de vidrio o plástico, para mantener sus características organolépticas.

Formulación para un queque tradicional con aquafaba de garbanzo o arveja.

En la tabla 5 se presenta la formulación para la elaboración de un queque tradicional con aquafaba de garbanzo o arveja.

Tabla 5

Formulación de un queque tradicional con aquafaba garbanzo o arveja

Formulación queque aquafaba de garbanzo o arveja		
Ingredientes	Gramos (g)	Porcentaje (%)
Harina	185	29,00
Aquafaba	168	26,33
Mantequilla	125	19,59
Azúcar	107	16,77
Jugo de naranja	45	7,05
Polvo para hornear	8	1,25
Total	638	100

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.8.1 Fórmula para Determinar la Gravedad Específica

La fórmula para determinar la gravedad específica del batido se emplea con el fin de controlar la uniformidad de la torta, para ello, se prepara la mezcla y se hace una representación contra la proporción del agua, con base en esto se obtienen los resultados finales.

Gravedad específica del batido de torta

$$= \frac{\text{Peso del volumen batido}}{\text{Peso del mismo volumen de agua}}$$



Fuente: American Institute of Baking (1994).

En la tabla 6 se presentan los materiales y equipos que se utilizan para la elaboración del queque tradicional, análisis de gravedad específica y medición de altura (pie de rey).

Tabla 6

Materiales y equipos

Instrumento	Uso	Ilustración
Balanza digital	Equipo que permite la medición de peso y masa	
Batidora	Máquina para preparar mezclas	
Taza medidora	Instrumento utilizado para medir ingredientes	
Horno	Utilizado para preparar productos de panificación	

Moldes de aluminio	Para realizar una cocción uniforme	
Pie de rey	Instrumento utilizado para medir dimensiones y superficies pequeñas con exactitud.	

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.9 Técnicas e Instrumentos para Recolección de Información

Como base inicial, se realizará un formulario (encuesta) a la población objetivo-escogida, la cual corresponde a los participantes de la Universidad Técnica Nacional, con el fin de determinar el consumo del garbanzo y las arvejas, la frecuencia de consumo y en qué preparaciones suelen consumirlo; asimismo, consultar sobre el conocimiento de la aquafaba como tal y su predisposición para consumirlo en productos de panificación.

Para la recolección de información se realizará por medio de evaluaciones o pruebas como análisis sensorial, aplicadas a los catadores en la etapa final de la implementación de la aquafaba. Los datos obtenidos serán considerados para la toma de decisiones de la aceptabilidad por parte de los consumidores.

La información recolectada a partir de dichas técnicas se clasificará y analizará mediante cuadros o tablas, usando representaciones gráficas para

interpretar los datos obtenidos y formular las conclusiones y recomendaciones del proyecto implementado.

3.10 Técnicas de Análisis de la Información

Las técnicas que se usarán para validar la información de dicho proyecto serán por medio de la recolección durante las pruebas de la extracción de aquafaba de los garbanzos y arvejas, por su parte, el método que se utilizará para llevar un registro de la información sobre la extracción de la aquafaba será por medio de cuadros comparativos; asimismo, sus características reológicas y para lograr la interpretación de estos resultados será por medio de un gráfico de araña, con el propósito de visualizar de mejor manera la información y determinar cuál leguminosa es la mejor opción para la sustitución de huevo.

También se utilizarán tablas comparativas para notar las comparaciones de los productos que se vayan a realizar y para estas pruebas se medirán la altura y la gravedad específicas, para validar la incorporación de aire en el batido del queque. Para la interpretación de datos se usarán gráficas lineales y circulares.

Por último, a la hora de realizar la aceptabilidad del producto se hará por medio de un análisis sensorial de perfil descriptivo con panelistas entrenados, evaluando cada atributo del 1 al 7 y de escala de aceptación con consumidores, el cual consiste en una prueba en la que se les presentará un hoja informativa, con el propósito de evaluar las características organolépticas del producto final, esta evaluación será por medio de la escala de “me gusta” o “no me gusta” y con base

en esto, se realiza la recolección de datos que se procederá a cuantificarlos con tablas y gráficos.

Como es un estudio experimental, se utilizará la estadística fundamental porque permite validar los resultados de las diferentes pruebas y con base en eso se determinará si existe una correlación entre los datos obtenidos. Finalmente, la información teórica se obtendrá mediante un análisis documental y científico por las fuentes de información mencionadas.

3.11 Encuesta al Consumidor

Profundizando, en la investigación sobre “Validación de la estandarización técnica y funcional para comercializar la aquafaba de garbanzos y arvejas como sustituto del huevo para la elaboración de productos en panificación”, se realizó una encuesta a 101 personas entre los 18 a 60 años, con el fin de recopilar información importante sobre el conocimiento y el consumo de productos de panificación, así como con la familiaridad de los encuestados respecto a la aquafaba como una alternativa sustituyente al huevo.

3.12 Análisis de Microbiológico para Verificación de la Efectividad de Tratamiento de Esterilidad Comercial

Después de realizada la esterilización comercial se debe hacer una verificación para garantizar que el proceso térmico fue efectivo y así asegurar que el producto sea inocuo para el consumo. Por ende, se envió el aquafaba de garbanzo y arveja esterilizados comercialmente a los Laboratorios Microtec, acreditados por la norma ISO 17025. Los análisis llevados a cabo corresponden al

recuento total aerobio mesófilo (método BAM C3) y al recuento total anaerobio mesófilo (método APHA 2015) que permiten detectar la presencia de microorganismos que podrían sobrevivir al proceso térmico si se presentó algún fallo, como también, la prueba de esterilidad comercial (método BAM C21A) para confirmar la ausencia de microorganismos capaces de desarrollarse en condiciones normales de almacenamiento.

3.13 Estudios de Almacenamiento

3.13.1 Vida Útil a Través del Tiempo

Se realizó un estudio de vida útil a través del tiempo, en el cual se hizo la extracción de la aquafaba de garbanzo y arveja, colocándolas en empaque metalizado para posteriormente congelar las muestras. La frecuencia de muestreo se observa en la tabla 7. En este caso, se terminará el estudio una vez que la capacidad espumante sea insatisfactoria.

Tabla 7

Tiempo y frecuencia de almacenamiento de aquafaba de garbanzo y arvejas congelada

Temperatura de almacenamiento(°C)	Tiempo de almacenamiento (meses)	Frecuencia de muestreo
-18	3	1 vez a la semana

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.13.2 Vida Útil Acelerada

La evaluación de vida útil acelerada se almacenó a tres temperaturas: 37°C, 45°C y 55 °C. La frecuencia de muestreo a cada temperatura se observa en la tabla 8.

Tabla 8

Tiempo y frecuencia de almacenamiento a las diferentes temperaturas de almacenamiento en incubadoras para vida útil acelerada de aquafaba de garbanzo y arvejas esterilizadas comercialmente

Temperatura de almacenamiento(°C)	Tiempo de almacenamiento (meses)	Frecuencia de muestreo
37	4.5	1 vez a la semana
45	4.5	1 vez a la semana
55	4.5	1 vez a la semana

Fuente: Elaboración propia, 2024.

3.13.3 Determinación del Gráfico de Vida Útil y el Valor Q_{10} de la Aquafaba de Garbanzo y Arveja Esterilizada Comercialmente

El gráfico de Pseudo Ploteo de Arrhenius se construyó con los valores de vida útil obtenidos para cada una de las temperaturas evaluadas, ubicando las temperaturas de almacenamiento en el eje X y el logaritmo de la vida útil obtenida en el eje Y. A partir de la ecuación lineal obtenida se despejó la vida útil para la temperatura ambiente a 25°C.

3.14 Estudios de Análisis Sensorial

3.14.1 Análisis Sensorial de Perfiles

Esta evaluación se realizó con diez panelistas entrenados de la empresa Derivados de Maíz Alimenticio S. A. (DEMASA), en la sesión se presentó el patrón que es el queque tradicional con huevo, como los potenciales sustitutos para realizar un análisis sensorial de perfiles, debido a que se requiere una evaluación objetiva que permita evaluar la viabilidad de la sustitución del huevo en la panificación. Los resultados se obtuvieron por medio de un gráfico de araña.

3.14.2 Análisis Sensorial de Escala y Aceptación

Se realizó análisis sensorial de escala y aceptación con 70 consumidores, el cual se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas. Los resultados se obtuvieron por medio de Anova-Tukey.

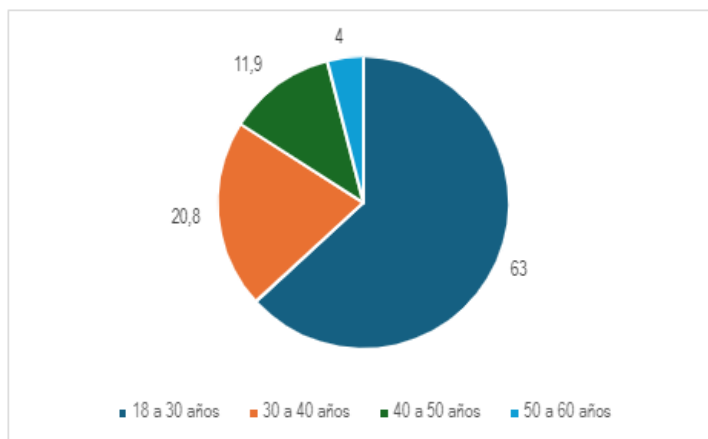
IV. ANÁLISIS DE RESULTADOS

4.1 Encuesta al Consumidor

Con el propósito de profundizar en el conocimiento sobre la aquafaba y recopilar información relevante para la investigación, se llevó a cabo una encuesta. Esta permite evaluar el nivel de familiaridad de los encuestados con la aquafaba, sus posibles usos en la industria alimentaria y la percepción sobre su aceptación como sustituto del huevo. A continuación, se presentan los resultados obtenidos, los cuales brindan una perspectiva sobre el grado de conocimiento y el interés del público en este potencial sustituto.

Gráfico 1

Resultados sobre el rango de edades de los entrevistados.

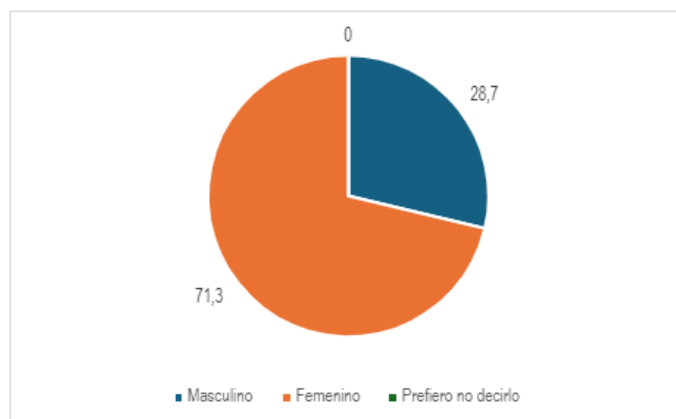


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según el gráfico 1, se entrevistaron a 101 personas, con las cuales, el 63% ronda entre 18 y 30 años; el 20,8%, entre 30 y 40; el 11,9%, alrededor de 40 a 50 y, finalmente, el 4% entre 50 y 60.

Gráfico 2

Resultados sobre el género de los entrevistados

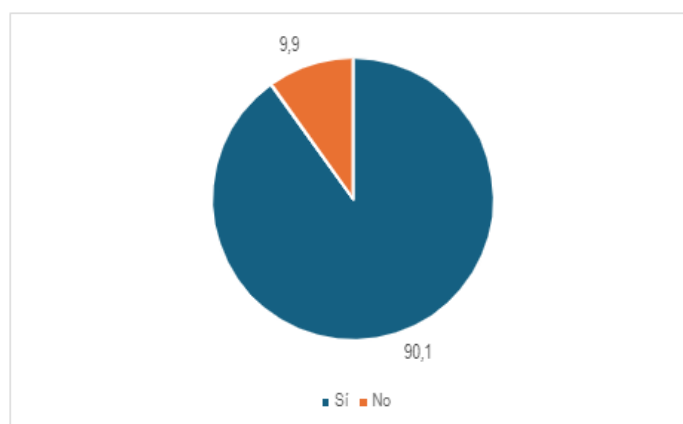


Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con el gráfico 2 se determinó que, de las 101 personas entrevistadas, el 71.3% corresponde a mujeres, mientras que el 28.7% a hombres, por lo que se entrevistaron 74 mujeres y 27 hombres.

Gráfico 3

Resultados sobre el consumo de productos de panificación

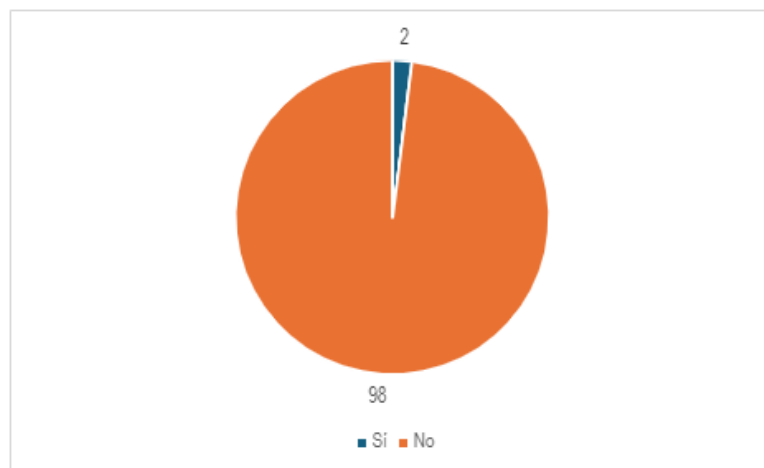


Fuente: Elaboración propia, 2024.

El gráfico 3 muestra que 90,1% de las personas encuestadas consume productos de panificación, por otro lado, el 9.9% no consume este tipo de productos; puede ser porque sean celíacos o tengan una alergia a la proteína del huevo.

Gráfico 4

Resultados sobre la alergia y/o intolerancia a la proteína del huevo (ovoalbúmina)

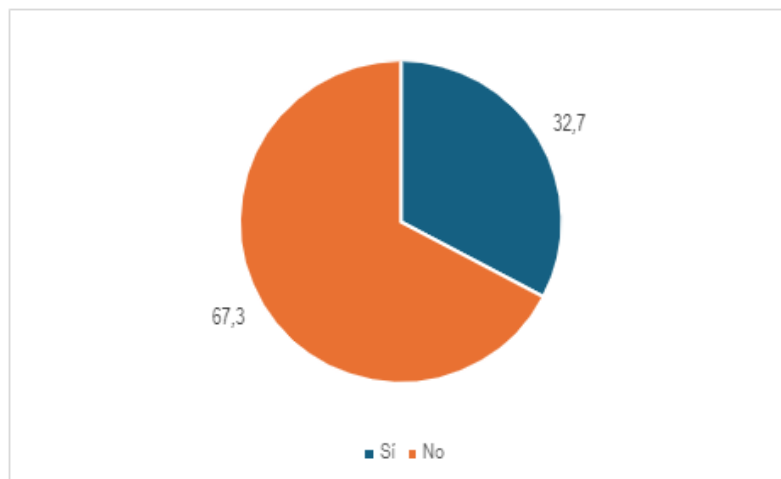


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según el gráfico 4, de las 101 personas entrevistadas, dos indicaron que tenían alguna alergia o intolerancia a la proteína del huevo que equivale al 2%, además, el 98% de las personas que realizaron la encuesta no presentan ninguna alergia e intolerancia a la proteína del huevo (ovoalbúmina).

Gráfico 5

Resultados sobre alguna alternativa para sustituir el huevo en la panificación

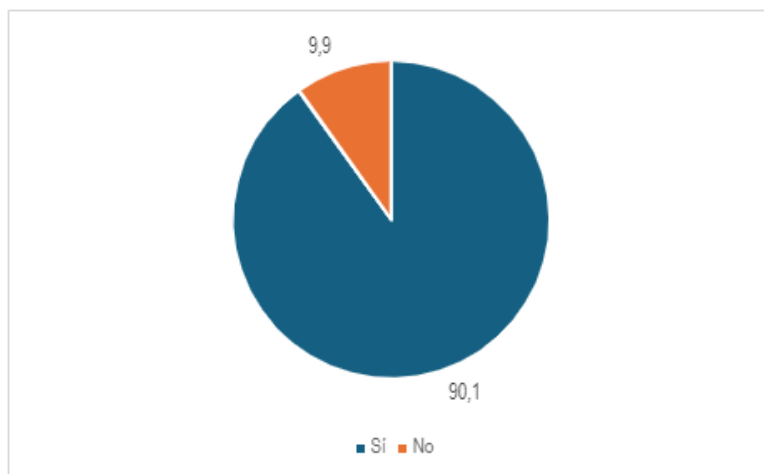


Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el gráfico 5, se muestran los resultados obtenidos sobre el conocimiento de alguna alternativa para sustituir el huevo en la panificación, en el cual, el 32,7% de los entrevistados sí conoce alguna alternativa para la sustitución del huevo, este porcentaje se debe a que un grupo de encuestados tienen algún conocimiento acerca del tema a estudiar, mientras que el 67,3% de las 101 personas a las que se le aplicó la entrevista no conoce sobre alguna alternativa sobre cómo sustituir el huevo en la panificación.

Gráfico 6

Resultados sobre el consumo de productos con alternativas para sustituir el huevo en la panificación

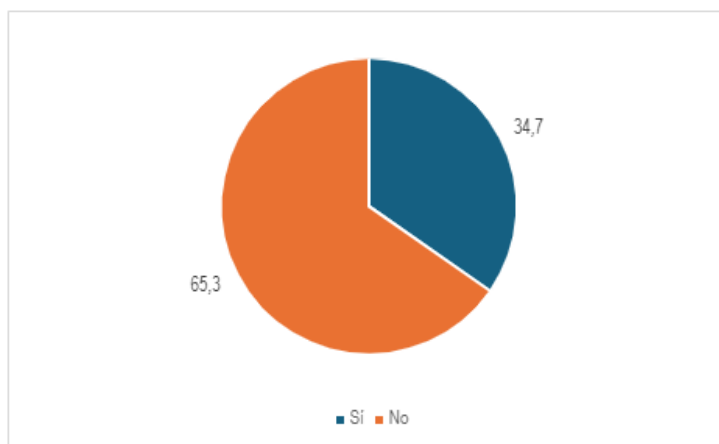


Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el gráfico 6 se presenta el porcentaje sobre el consumo de productos con alternativas para sustituir el huevo en la panificación, en el que, el 90,1% de la población está dispuesta a consumir productos con alternativas para sustituirlo, mientras que el 9,9% no se atreve a probar productos con alternativas de sustitución, en las que el huevo no sea una de sus materias primas principales.

Gráfico 7

Resultados sobre el conocimiento de la aquafaba

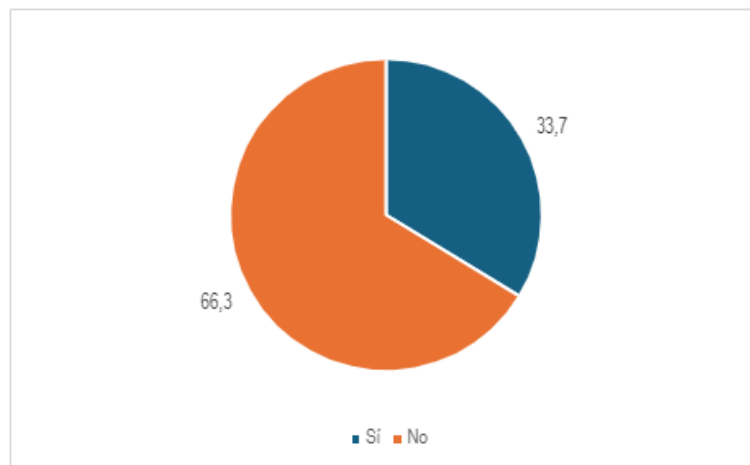


Fuente: Elaboración propia, 2024.

De acuerdo con el gráfico 7, el 65,3% de la población no tiene ningún conocimiento de que es la aquafaba; sin embargo, el 34,7% sí tiene idea de qué es, debido a que son expertos en el área de la industria alimentaria.

Gráfico 8

Resultados sobre el conocimiento sobre el líquido residual de garbanzos o arvejas como sustituto del huevo.

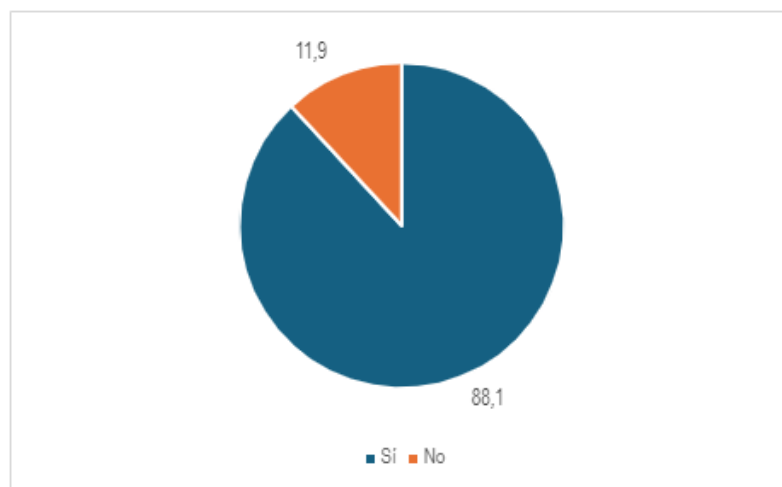


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Dado el gráfico 8, el 33,7% sí tiene conocimiento acerca de que el líquido residual de la cocción de arvejas y garbanzos son un potencial sustituto del huevo, mientras que el 66,3% no tenía idea de que el huevo se puede reemplazar con el líquido residual de estas leguminosas.

Gráfico 9

Resultados sobre el consumo de garbanzos naturales o enlatados

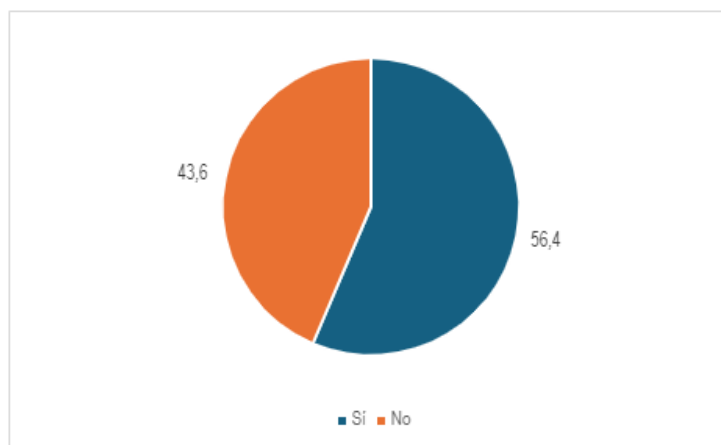


Fuente: Elaboración propia, 2024.

Según el gráfico 9, el 88,1% de los encuestados sí consume garbanzos, ya sean naturales o enlatados, por otra parte, 11,9% no consume este tipo de leguminosas en ninguna de las presentaciones anteriormente mencionadas.

Gráfico 10

Resultados sobre el consumo de arvejas naturales o enlatados.

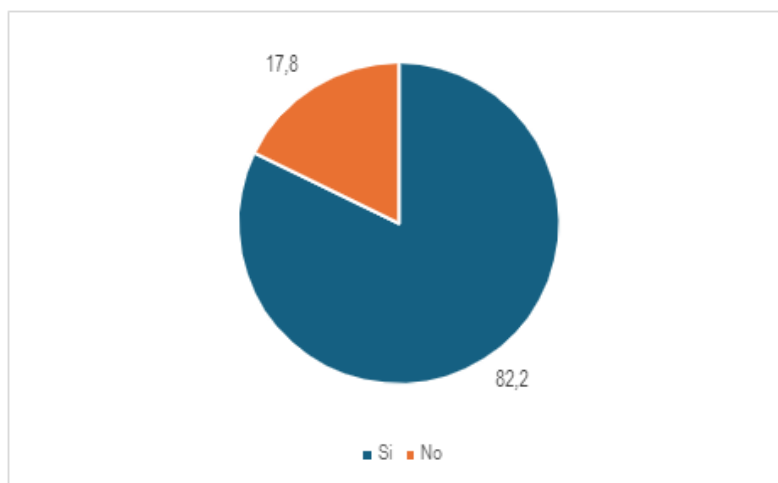


Fuente: Elaboración propia, 2024.

De los resultados del gráfico 10, se puede determinar que el 56,4% de las personas sí consume la arveja en sus comidas, ya sea natural o enlatada, pero el 43,6% lo no hace con ninguna de las presentaciones.

Gráfico 11

Resultados sobre el desecho del líquido residual de garbanzos y arvejas



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Con base en el gráfico 11, el 82,2 % de los encuestados sí desecha el líquido residual que se obtiene de la cocción de los garbanzos y arvejas, el 17,8% al tener conocimiento de que este líquido residual de estas leguminosas no lo desecha porque le da un segundo uso.

4.2 Método Estandarizado para la Obtención de la Aquafaba y su Posterior Caracterización

4.2.1 Obtención de Aquafaba por Medio de Cocción

Estandarizar un método para la obtención de aquafaba de garbanzos y arvejas es fundamental para garantizar la consistencia y calidad de este ingrediente en aplicaciones en la industria panificadora. Al realizar este proyecto

se llevaron a cabo distintas pruebas con el objetivo de determinar las condiciones ideales de remojo y cocción que permitieran maximizar las propiedades funcionales de la aquafaba, dando énfasis en su capacidad espumante, atributo esencial para su potencial uso como sustituto del huevo.

Uno de los pasos preliminares fue colocar a prueba diferentes tiempos de remojo, dado que este proceso tiene un impacto en la hidratación de dichas legumbres y, asimismo, la extracción de compuestos solubles durante el periodo de cocción. Se determinó que un remojo de seis horas era óptimo. El tiempo establecido permitió alcanzar un equilibrio entre la hidratación y la eficiencia del proceso.

En la etapa de la cocción se registraron diversos tiempos y temperaturas para garantizar las propiedades fisicoquímicas de la aquafaba. Las pruebas dieron como resultados que la cocción ideal se presenta de 60 minutos a una temperatura de 100°C, lo que permite una mejor calidad de la aquafaba. Un atributo clave es la capacidad espumante para aplicaciones en productos horneados, en el caso de la aquafaba obtuvo una espuma estable con un buen volumen que puede compararse fácilmente con las claras de huevo.

Como se estableció anteriormente, se analiza tiempo y temperatura, con el fin de lograr la mejor calidad en el producto final y garantizar la estabilidad de los compuestos. Para ello, Huang, Masarweh, Paviani, Mills y Barile (2024) hacen referencia mencionando lo siguiente:

Además de las propiedades espumantes, las propiedades gelificantes y emulsionantes de la aquafaba de garbanzos y otras legumbres se han estudiado y documentado en la literatura científica. Se cree que estas propiedades funcionales están asociadas a varios componentes de la aquafaba, como proteínas, polisacáridos solubles, oligosacáridos, saponinas y compuestos fenólicos. Debido a estas propiedades, la aquafaba se puede utilizar como sustituto del huevo para elaborar postres veganos. (p. 2)

4.2.2 Estudio de Análisis Reológicos

Se muestran en la tabla 9, los resultados de los análisis realizados del batido y al queque tradicional como producto terminado, elaborados en la planta seca de la Universidad Técnica Nacional, sede de Atenas, llevados a cabo para recopilar información para compararlos entre ellos y las fuentes bibliográficas ya desarrolladas previamente.

La tabla 9 muestra los resultados sobre la gravedad específica del batido de los queques de huevo y sus potenciales sustitutos.

Tabla 9

Resultados obtenidos de la gravedad específica realizada al batido

Instrumento	Materia Prima	Gravedad específica
	Huevo	$\frac{98 \text{ g}}{125 \text{ g}} * 100 = 78.4$
	Aquafaba garbanzo congelada	$\frac{111 \text{ g}}{125 \text{ g}} * 100 = 88.8$
Taza	Aquafaba garbanzo esterilización comercial	$\frac{94 \text{ g}}{125 \text{ g}} * 100 = 75.2$
medidora	Aquafaba arveja congelada	$\frac{114 \text{ g}}{125 \text{ g}} * 100 = 91.2$
	Aquafaba arveja esterilización comercial	$\frac{96 \text{ g}}{125 \text{ g}} * 100 = 76.8$

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Uno de los factores más importantes para conocer la uniformidad del pastel o torta, es la gravedad específica que posee el batido, este dato se obtiene al pesar un recipiente con agua para utilizarse como muestra patrón y seguidamente el recipiente con el batido. La institución American Institute of Baking (1994) hace referencia a este concepto mencionando lo siguiente:

La gravedad específica también se considera como una medida del aire incorporado en el batido. Usando el agua como una medida de comparación con una gravedad específica de 1.0, el batido de la torta tradicional normalmente mostrará un rango de gravedad específica de 0.7 a 0.6, o un peso menor que el de los batidos de tortas tradicionales o tipo esponja en un volumen igual. (p. 6)





Como se muestra en la tabla 9, el batido de aquafaba de arveja esterilizada comercialmente da un resultado de 76.8, el cual se asemeja más al de huevo con 78.4 de gravedad específica, para obtener estos resultados todas las muestras se batieron durante 25 minutos, este tiempo es de suma importancia porque va a estandarizar el mezclado para mantener la uniformidad del proceso para la elaboración y producto final. Al estandarizar su manipulación será más sencillo, esto quiere decir que, si se bate más afectará directamente la gravedad específica

en el horno porque el batido se vuelve viscoso y su textura final perderá calidad y, por otro lado, al batirlo poco, reduce esta incorporación de aire al batido dando como resultado un menor volumen en la torta. Realizando este análisis comparativo se expone que la muestra que obtuvo mejor resultado fue la de aquafaba de arveja esterilizada comercialmente.

En la tabla 10 se comparan las mediciones de altura de los queques de huevo y de aquafaba de garbanzo y arvejas.

Tabla 10

Medición de altura al queque tradicional como producto terminado

Instrumento	Materia Prima	Resultados (mm)	Ilustración
		48	
	Huevo	48	
		50	
		24	
	Aquafaba garbanzo congelada	23	
		24	
		25	
	Aquafaba garbanzo esterilización comercial	25	
		25	
		40	
	Aquafaba arveja congelada	40	
		39	

	25
Aquafaba arveja esterilización comercial	25
	25



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Conocer la altura del producto final, en este caso del queque tradicional, es de interés, dado que nos muestra puntos comparativos en los cuales se valorarán según la preferencia del consumidor, debido a que el mismo es una característica que nos ayuda a determinar la calidad del producto final.

Los resultados obtenidos en la tabla 10 muestran cómo el queque realizado con aquafaba de arveja congelada da como resultado un promedio de 40 mm, se asemeja más a los resultados dados por el queque tradicional realizado con huevo, el cual dio un promedio de 48 mm, siendo un indicador de posible preferencia para el consumidor final porque su textura se puede parecer más.

4.2.3 Estudio de Análisis Físicoquímicos

Se observó el comportamiento del indicador con base al método de conservación utilizado al realizar la toma de pH en cada una de las muestras. En el caso de la aquafaba esterilizada comercialmente, el rango obtenido fue de 5.2 a 5.4, mostrando resultados estables, en los cuales se muestra una varianza de 0.2 a través del tiempo. Por otro lado, el método de conservación de congelado

muestra un descenso en los datos, iniciando con 6.3 y finalizando con 5.5, con una variación de 0.8 al pasar los días. Estas variaciones se pueden generar por diversos factores presentes en el proceso.

El pH es un indicador de estabilidad y calidad en los productos en la industria alimentaria, por ello, Thomas-Meda, Vela-Gutiérrez, Tavano y Tacías-Pascacio (2023) hacen referencia al pH, mencionando lo siguiente:

Respecto al pH, se encontró que la aquafaba enlatada presentó un pH más alto (5,85) que la aquafaba natural (5,15) obtenida en este trabajo, lo que puede deberse, como se mencionó anteriormente, a las diversas diferencias en el tiempo de cocción, temperatura de cocción, adición de sales y conservantes, presión durante la cocción, cultivar y genotipo de garbanzo, relación garbanzo a agua. (p. 3)

Se considera la toma del pH, con el fin de obtener productos estables, en los que los procesos de producción sean más seguros, no afecten la durabilidad del producto y el mismo sea un indicador de calidad, por ello, al comparar la muestra real del aquafaba con la base teórica, mostró resultados similares al finalizar el estudio. El resultado dado por las pruebas de aquafaba esterilizada comercialmente fue de 5.25 y teóricamente el estudio tomado como referencia da como resultado 5.85, lo que indica que los resultados obtenidos tuvieron una variación de 0.6. En el caso del aquafaba congelada, se menciona teóricamente con base a un estudio relacionado con el tema, llevando como nombre “Aprovechamiento de garbanzos (*Cicer arietinum* L.) para preparar un producto vegetal similar al huevo”, el cual hace referencia al procedimiento de la aquafaba

congelada y su pH, mencionando que los resultados obtenidos finales fueron de 4.0 (Gomes, 2023), en el caso de las muestras obtenidas con el procedimiento de la aquafaba congelada, se observa un descenso en el pH en el que su resultado final es de 5.5, dando una diferencia de 1.5. Estas diferencias pueden ser causadas por la variabilidad del proceso en cuanto a tiempo y temperatura de cocción, la cantidad de proporción entre el líquido utilizado (agua) y leguminosa, entre otros factores. Sin embargo, los resultados obtenidos fueron deseables, mostrando un producto estable sin variaciones en sus características.

4.3 Determinación de la Funcionalidad Técnica

4.3.1 Empaque Metalizado de Polipropileno

Se optó por utilizar un empaque metalizado debido a las propiedades superiores como la barrera contra la luz, humedad, oxígeno y resistencia a elevadas temperaturas, siendo estos factores críticos para la adecuada conservación de productos en estado de congelación. Durante este periodo los resultados muestran que el empaque metalizado logró prevenir efectivamente problemas como las quemaduras por congelación, cambios en el color y textura del producto final. Igualmente, conservó sus características organolépticas, lo que generó aceptación sensorial por parte de los consumidores en las pruebas llevadas a cabo.

4.3.2 Empaque Enlatado

La esterilización comercial de aquafaba ha demostrado ser la solución para garantizar la inocuidad microbiana y prolongar la vida útil, permitiendo hasta dos

años de almacenamiento sin refrigeración. Utilizando un estricto control de tiempo y temperatura, el proceso garantiza la eliminación de microorganismos patógenos y perjudiciales, preservando las propiedades funcionales de la aquafaba como la capacidad de formar espuma y emulsionar. Aunque el estudio finalizó después de cuatro meses, debido a limitaciones de tiempo, los resultados obtenidos durante este período confirmaron que el producto mantiene su calidad y estabilidad durante el almacenamiento a largo plazo, lo que lo convierte en una opción viable y segura para la industria alimentaria. Este proceso de esterilización es adaptable a las necesidades de producción industrial, se integra fácilmente en las líneas de producción de envases en un entorno estéril y garantiza un producto final confiable para los consumidores.

4.4 Determinación de Viabilidad Técnica

Las tablas 11 y 12 muestran los resultados del análisis de vida útil de la aquafaba en condiciones de congelación y esterilización comercial, evaluando su estabilidad.

4.4.1 Vida Útil a Través del Tiempo

Tabla 11

Vida útil a través del tiempo

Método de conservación	Temperatura de almacenamiento del estudio (°C)	Vida útil estimada a -18 °C (meses)
Congelado	-18	3

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Al evaluar la vida útil a través del tiempo de las aquafabas de garbanzo y arveja, tomando en cuenta que el método de conservación que se implementó fue la congelación en una temperatura de -18°C, bajo estas condiciones el tiempo de vida útil es de tres meses y durante esta conservación inicial se mantuvieron las propiedades funcionales, tales como el poder emulsificante y la textura, lo que equivale que en tres meses bajo condiciones de congelación, se mantuvieron los compuestos responsables que permiten las propiedades emulsificantes así como la textura de la aquafaba de garbanzo y arveja. Estos resultados indican que la congelación como método de conservación es una opción viable para mantener la

funcionalidad de la aquafaba durante tres meses y garantizar que la textura y la capacidad emulsificante esté en óptimas condiciones durante este periodo.

Pasados los tres meses de almacenamiento de la congelación de la aquafaba de arveja y garbanzo, y según los análisis correspondientes (pH), se reveló que hubo un cambio significativo en el poder emulsificante y un cambio perceptible en la textura de la aquafaba. Este cambio se puede atribuir que durante la congelación después de tres meses, las proteínas de la aquafaba de garbanzo y arveja se desnaturalizan, además, así que la formación de cristales de hielo, como resultado a estos factores, hay una afectación considerable con la capacidad espumante y emulsionante del producto, de esta forma, durante este periodo de tiempo, la textura presentó una pérdida de viscosidad que limita la funcionalidad de la aquafaba. Aunque la congelación es un método de conservación efectivo, luego de los tres meses la aquafaba de garbanzo y arveja cambian sus propiedades funcionales como la emulsificación y la textura.

4.4.1 Vida Útil Acelerada

Tabla 12

Vida útil acelerada

Método de conservación	Temperatura de almacenamiento(°C)	Vida útil estimada a 25 °C (meses)
	37	4.5
Esterilización	45	4.5
comercial	55	4.5

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Los resultados que se obtuvieron hasta los 4.5 meses de análisis de vida útil acelerada indicaron que la aquafaba de garbanzo y arveja esterilizada comercialmente no presenta desviaciones significativas en sus características organolépticas, tales como sabor, color, textura y aroma, por lo que esto indica que el proceso de esterilización comercial fue eficaz para preservar las propiedades sensoriales del producto, dado que es crucial para su aceptación en la industria alimentaria. La estabilidad organoléptica durante este período también resalta la capacidad de la aquafaba para mantener sus propiedades funcionales, como la capacidad de formar emulsión, sin perder sus características que hacen que se asemejen a las de claras de huevo. Por otro lado, el potencial de hidrógeno (pH) es un indicador clave para evaluar la estabilidad del producto y este se mantuvo estable durante el período de análisis, lo que indica que no hubo una acidificación significativa ni crecimiento de microorganismos acidificantes. Esta estabilidad

también muestra la efectividad del proceso de esterilización comercial llevado a cabo que elimina microorganismos patógenos y alterantes, y de la protección de las condiciones del envase cerrado, lo que es importante para la funcionalidad de este en la industria alimentaria y aunque los resultados del análisis se realizaron hasta los 4.5 meses, son realmente prometedores. La vida útil de un producto esterilizado comercialmente puede extenderse más allá del período observado, debido a que este proceso prolonga la vida útil de los enlatados hasta por dos años, así que, una observación a largo plazo podría revelar posibles cambios en la calidad sensorial o en la estabilidad microbiológica que podrían determinar el tiempo máximo para su uso.

4.5 Análisis Microbiológico

Las Tablas 13 y 14 presentan los resultados microbiológicos obtenidos tras el proceso de esterilización comercial, con el objetivo de verificar la ausencia de microorganismos y confirmar que la aquafaba cumple con los criterios de esterilidad comercial.

4.5.1 Microbiología Cuantitativa

Tabla 13

Aquafaba de garbanzo esterilizada comercialmente

Parámetros	Resultados	Unidades	Método
Recuento total aerobio mesófilo	Menos 10	UFC/g o ml	BAM C3
Recuento total anaerobio mesófilo	Menos 10	UFC/g o ml	APHA 2015
Esterilidad comercial	Producto estéril comercialmente	-	BAM C21A

Fuente: Microtec, 2024.

Tabla 14*Aquafaba de arveja esterilizada comercialmente*

Parámetros	Resultados	Unidades	Método
Recuento total aerobio mesófilo	Menos 10	UFC/g o ml	BAM C3
Recuento total anaerobio mesófilo	Menos 10	UFC/g o ml	APHA 2015
Esterilidad comercial	Producto estéril comercialmente	-	BAM C21A

Fuente: Microtec, 2024.

Al realizar los análisis microbiológicos con base en el producto empacado, utilizando el método de conservación de esterilización comercial (aquafaba de garbanzo y arveja esterilizada comercialmente), se puede dar a conocer la estabilidad del producto final. Como referencia, se toman los resultados de una lata de frijoles enteros porque se utiliza el mismo método de cocción. Con base en estos resultados se da como muestra un producto estéril y sin presencia de la bacteria *Clostridium botulinum*, se le da prioridad a la ausencia o presencia de esta, dado que es un indicador de inocuidad en productos enlatados. A lo anteriormente mencionado, López-Mata, Valencia-López y Medina-Torres, (2016) hacen referencia mencionando lo siguiente:

Esta bacteria es tomada como base para diseñar procesos de esterilización de alimentos enlatados debido a que es una bacteria termo resistente,

entonces si se inactiva esta bacteria podemos asegurar que los demás microorganismos patógenos también han sido inactivados y así poder tener un alimento inocuo.

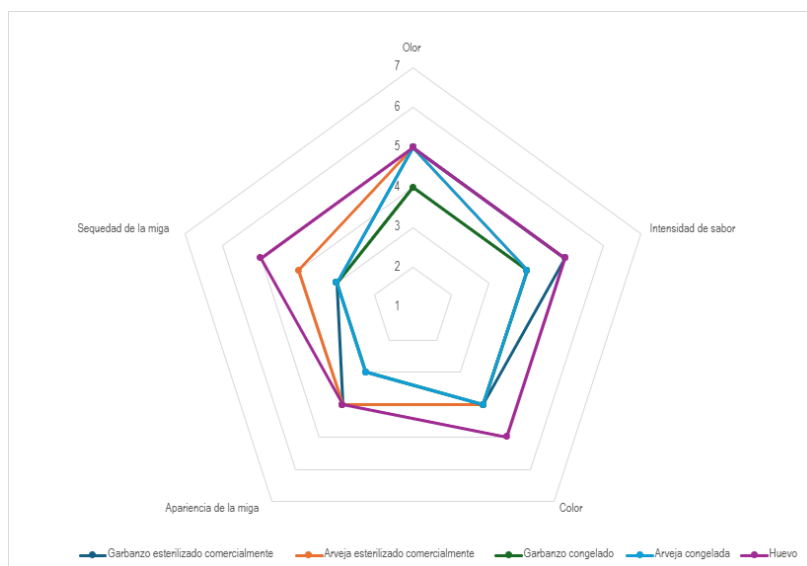
Así mismo, se hacen análisis de recuento total dando como resultado el mínimo esperado de 10 UFC/g o ml, siendo un producto estéril comercialmente.

4.6 Análisis Sensorial

4.6.1 Análisis Sensorial de Perfiles con Panel Entrenado

El Gráfico 12 muestra el comportamiento de los atributos sensoriales de los queques con huevo y las diversas aquafabas a través de un análisis de perfiles, permitiendo visualizar las diferencias en percepción de sus características.

Gráfico 12 Análisis sensorial de perfiles con panel entrenado de DEMASA



Fuente: Elaboración propia, 2024.

La evaluación se realizó a diez panelistas entrenados, se presentó el patrón que es el queque tradicional con huevo como los potenciales sustitutos para realizar un análisis sensorial de perfiles, debido a que se requiere una evaluación objetiva que permite evaluar la viabilidad de la sustitución del huevo en la panificación. En este gráfico de araña se evidencia que el queque tradicional de huevo presenta una notoria ventaja en el atributo de color y sequedad con respecto a los demás queques, por otro lado, el queque con aquafaba de garbanzo congelado y garbanzo esterilizado comercialmente destacó en la intensidad del sabor, por lo que podría llegar a ser un potencial sustituto del huevo; sin embargo, el queque con aquafaba de arveja congelada y arveja esterilizada comercialmente se mantienen muy estable, aunque no sobresalen en ningún atributo. Finalmente, los resultados indican que el sustituto adecuado siempre dependerá del atributo sensorial prioritario por los consumidores porque, a pesar de que los panelistas entrenados detectaron una diferencia en el atributo de sequedad de la miga, eso no representa una diferencia significativa en el agrado de los consumidores.

4.6.2 Prueba de Escalas

Se realizó un análisis sensorial de escala con 70 consumidores, la cual se llevó a cabo en las instalaciones de la Universidad Técnica Nacional, sede Atenas. En el caso del olor, las muestras que presentaron diferencia significativa fueron el queque de huevo (4,97^A) y el queque de arveja esterilizada comercialmente (4,08^B), por otro lado, en el atributo de color se tuvo que el queque de huevo (4,05^B) y el de garbanzo esterilizado comercialmente (4,85^A) tuvieron una diferencia significativa al 95% de confianza, esto quiere decir que los consumidores lograron

notar diferenciación entre las misma; empero, esto arroja resultados positivos (Gráfico 13. Prueba hedónica de aceptación), debido a que, a pesar de estas diferencias, los consumidores aceptan el producto porque es un tema de percepción y preferencia. Con respecto a intensidad de sabor y en sequedad de la miga no se presentaron diferencias significativas entre ninguno de los queques, dando así resultados favorables, debido a que el consumidor acepta el sabor y la apariencia de la miga de los queques con sustituto del huevo y no encontraron diferencia alguna (ver tabla 15).

Tabla 15 Análisis estadístico (Anova-Tukey) de los resultados de la prueba de preferencia con consumidores.

Análisis estadístico (Anova-Tukey) de los resultados de la prueba de preferencia con consumidores.

Tratamiento	Atributos				
	Olor	Intensidad de sabor	Color	Apariencia de la miga	Sequedad de la miga
Huevo	4,97 ^A	4,02 ^A	4,05 ^B	4,97 ^A	3,95 ^A
Garbanzo congelado	4,45 ^{AB}	4,05 ^A	4,65 ^{AB}	4,05 ^B	4,05 ^A
Arveja congelada	4,35 ^{AB}	4,37 ^A	4,75 ^{AB}	4,25 ^{AB}	3,95 ^A
Arveja E. Comercialmente	4,08 ^B	4,17 ^A	4,65 ^{AB}	4,22 ^{AB}	3,91 ^A
Garbanzo E. Comercialmente	4,27 ^{AB}	4,35 ^A	4,85 ^A	4,85 ^A	3,98 ^A

Fuente: Elaboración propia, 2024.

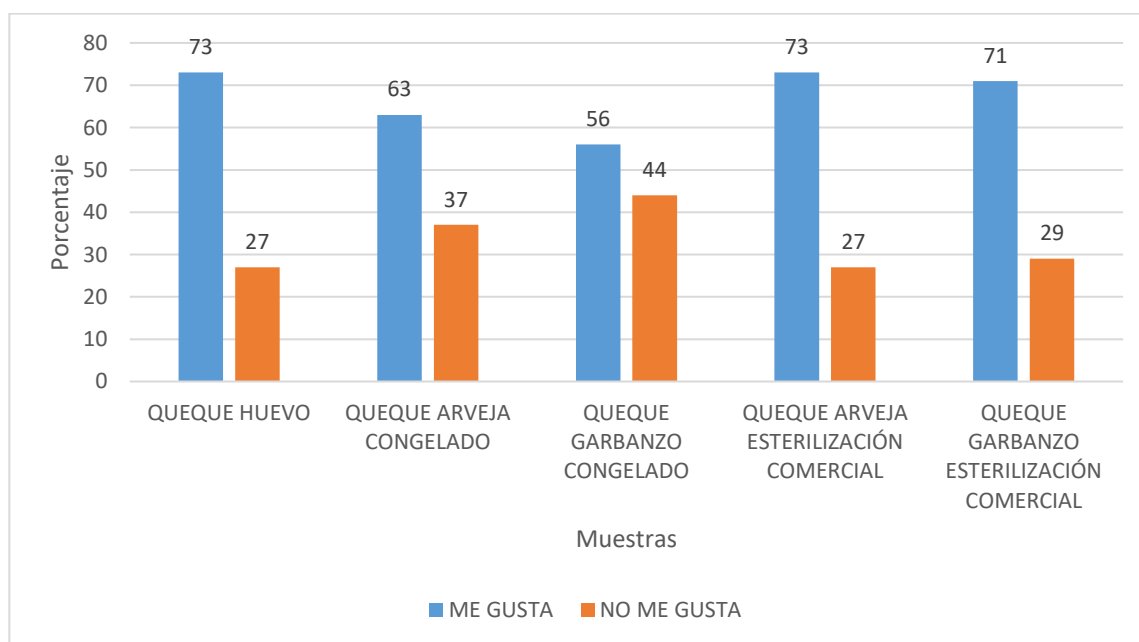
Nota: promedios con diferentes superíndices para un mismo atributo indican diferencia significativa al 95% de confianza.

4.6.3 Prueba Hedónica

El Gráfico XIII presenta los resultados de la prueba hedónica realizada para evaluar la aceptación de los queques elaborados con huevo y aquafaba de garbanzo y arvejas, mostrando la preferencia de los consumidores.

Gráfico 13

Prueba hedónica de aceptación al consumidor



Fuente: Elaboración, propia, 2024.

Los resultados del análisis sensorial muestran que el queque de huevo y el de arveja esterilizado comercialmente son los más aceptados, con un 73% de respuestas de “me gusta”. Esto sugiere que, aunque el queque de huevo sigue siendo bien recibido, el de arveja esterilizado, a pesar de no ser una alternativa

directa, también tiene una buena aceptación. En contraste, los queques con garbanzo congelado muestran una aceptación más baja con solo un 56% de “me gusta”, lo que sugiere que la textura o el sabor del garbanzo congelado podría no ser el más adecuado como sustituto del huevo. Sin embargo, el queque de garbanzo esterilizado comercialmente, con una aceptación del 71%, parece indicar que los métodos de procesamiento, como la esterilización, pueden tener un impacto positivo en la aceptación del producto final. Estos resultados nos llevan a pensar que la aquafaba, al ser un sustituto del huevo más cercano en cuanto a textura y funcionalidad, podría tener un buen potencial en productos de panificación.

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Se presentarán en este apartado las conclusiones obtenidas durante el proyecto, igualmente, las recomendaciones propuestas para futuras investigaciones.

5.1 Conclusiones

Respecto a la estandarización de la obtención de aquafaba de garbanzos y arvejas, se determinó que el tiempo de remojo ideal es de seis horas con una cocción de 60 minutos, elevándolo a una temperatura de 100°C. Esto permitió optimizar las propiedades funcionales de esta materia prima, dando así, una capacidad espumante que se asemeja al de las claras de huevo.

En síntesis, para la caracterización de las propiedades fisicoquímicas se muestra que la aquafaba de arveja esterilizada comercialmente en base a la gravedad específica es la que más se asemeja al huevo, con una diferencia de 1,6. Asimismo, cabe destacar que, en términos de altura, la que más se asemejó al huevo en un queque tradicional fue la aquafaba de arveja congelada, es importante resaltar que este último punto no afecta en el resultado, puesto que queda a la preferencia del consumidor.

Por consiguiente, tras evaluar la funcionalidad técnica, los resultados indican que al utilizar dos distintos métodos de conservación, la opción más viable y que prolonga la vida útil de la aquafaba es la esterilización comercial, ya que, a los cuatro meses de estudiada aún conservaba sus propiedades funcionales; no obstante, por una limitante de tiempo no se logró continuar con su estudio ;

mientras que la congelación tuvo una durabilidad de tres meses en la cual perdió la capacidad espumante y la textura que es fundamental para asemejar las características del huevo.

En resumen, en cuanto a la viabilidad técnica de las alternativas de comercialización, ambas propuestas son viables; sin embargo, para la implementación industrializada en el área de alimentos, específicamente en la de panificación, la aquafaba esterilizada comercialmente cumple con las características necesarias para sustituir el huevo en un queque tradicional, por otro lado, la aquafaba congelada pierde sus cualidades funcionales y organolépticas.

Finalmente, los resultados de los análisis sensoriales de escala reflejan que el queque con aquafaba de garbanzo congelado y garbanzo esterilizado comercialmente destacaron en la intensidad del sabor, mientras que los queques con aquafaba de arveja congelada y arveja esterilizada comercialmente se mantienen muy estables, aunque no sobresalen en ningún atributo; en cuanto al análisis sensorial de perfiles, las muestras que presentaron diferencia significativa fueron el queque de huevo y el de arveja esterilizada comercialmente, por otro lado, en el atributo de color se tuvo que el queque de huevo y el de garbanzo esterilizado comercialmente tuvieron una diferencia significativa al 95% de confianza, esto quiere decir que los consumidores lograron notar diferencia entre las mismas; empero, se demostró en la prueba hedónica de aceptación que la elección del sustituto del huevo más propicio en la panificación siempre estará determinada por el atributo sensorial que los consumidores consideren más relevante, porque, aunque los panelistas entrenados notaron una diferencia en la

sequedad de la miga, esta variación no tiene un impacto significativo en el nivel de agrado de los consumidores.

5. 2 Recomendaciones

Es pertinente recomendar ampliar este estudio en las diversas gamas de productos de panificación, debido a que este proyecto se focalizó en un queque tradicional y así, poder llegar a más productos que el principal objetivo sea sustituir el huevo con aquafaba para cumplir necesidades del consumidor final.

En consecuencia, sería ideal para futuras investigaciones continuar con el estudio de vida útil acelerada después de los cuatro meses que duró esta investigación hasta que la capacidad espumante dé un resultado insatisfactorio para el uso previsto en la industria, lo que permitirá tener cortes más altos para cada temperatura y, por tanto, una mayor vida útil para su almacenamiento en temperatura ambiente.

Este trabajo establece una base sólida para futuras investigaciones y desarrollos industriales que busquen promover el uso de ingredientes que puedan ser sustitutos funcionales en la industria alimentaria; sin embargo, se propone que se realice análisis sensorial de escala y perfiles a una amplia gama de productos de panificación para evaluar la aceptabilidad de parte del consumidor y así poder emplearla en diversos productos.

Se sugiere realizar la caracterización de la aquafaba en términos de la relación agua y legumbre, así como los diferentes tipos de garbanzos y arvejas utilizados en su obtención, con el fin de evaluar cómo estas variaciones afectan su comportamiento funcional y propiedades fisicoquímicas.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Beltrán, T. M. (2021). *Efectos de la congelación y ultracongelación en la estructura y textura de frutas y vegetales: Una revisión bibliográfica de datos publicados*. Tesis de Bachillerato, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos.

American Institute of Baking. (1994). Tecnología aplicada a la panificación curso por correspondencia. <file:///C:/Users/valeria.solano/OneDrive%20-%20CMI/Downloads/Queques2.pdf>

Apáez, M., Escalante, J., Apáez., P. y Álvarez, J. (2020). Producción, crecimiento y calidad nutrimental del garbanzo en función del nitrógeno y fósforo. *Rev. Méx. Cienc. Agríc.* vol. 11. N.º 6, pp. 1273-1284. <https://www.scielo.org.mx/pdf/remexca/v11n6/2007-0934-remexca-11-06-1273.pdf>

Arosi, D. (2020). *Rendimiento en grano seco de líneas promisorias en arveja (Pisum sativum L.) en el valle del Mantaro*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima- Perú <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4565/arosi-cordero-diego-franco.pdf?sequence=1>

Aybar Huamán, H. D. (2021). *Influencia de la concentración del líquido de gobierno y parámetros del tratamiento térmico en la conserva de granada (Punica granatum)*.

<https://repositorio.unica.edu.pe/server/api/core/bitstreams/74bf49fc-2a4a-4229-ac72-cf28599fe72c/content>

Azofeifa, A. (2016). *Evaluación de la aceptación sensorial y del concepto de producto de tres mermeladas de vegetales con especias y determinación de la vida útil de la mermelada más susceptible al deterioro mediante un estudio de almacenamiento*. Tesis de Licenciatura. San José, Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

<https://repositorio.sibdi.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/14cf37f6-00a7-4a35-b5a3-6eb36ac0a47d/content>

Baque, F. y Estrella, M. (2020). *Desarrollo de productos pasteleros a base del agua residual de la cocción del garbanzo (Cicer Arietinum)*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/51589/1/BINGQ-GS-20P76.pdf>

Bermúdez Lavado, M. L. (2021). *Efecto de la temperatura de horneado y tratamiento térmico sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general en conserva de pimiento piquillo (Capsicum annum L.) tipo artesano*. Tesis de grado. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo-Perú.

https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/8355/REP_MELISSA.BERMUDEZ_EFECTO.DE.LA.TEMPERATURA.DE.HORNEADO.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Bolaños Quesada, D. (2020). *Efectos a largo plazo de la dieta vegana en la salud del ser humano*.

<https://repositorio.ulacit.ac.cr/bitstream/handle/123456789/6182/039193.pdf?sequence=1>

Cconocc Roca, J. (2023). *Estudio del enriquecimiento con harina de semilla de calabaza (Curcubita ficifolia) sobre la calidad fisicoquímica y sensorial del queque*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho – Perú.

http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/UNSCH/5203/1/TESIS%20IA296_Cco.pdf

Cedeño, O. y Vera, J. (2017). *Determinación del tipo de preservante apto para la preservación del jugo de zanahoria*.

<https://repositorio.ulead.edu.ec/bitstream/123456789/1714/1/ULEAM-IAL-0019.pdf>

Chaves, J. (2020). *Evaluación del efecto de las condiciones de proceso sobre la letalidad acumulada y el pH de zanahorias acidificadas tratadas térmicamente*. Tesis de Licenciatura. San José- Costa Rica. Universidad de Costa Rica.

<https://www.kerwa.ucr.ac.cr/server/api/core/bitstreams/edb2f04b-af74-42bf-b63d-3dae60600f14/content>

Chávez Cruz, R. E. (2023). *Evaluación del perfil de textura de pan elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de maíz*. Tesis de Licenciatura. Universidad Nacional de Cajamarca. Cajamarca- Perú.
<http://hdl.handle.net/20.500.14074/5910>

- Díaz Quina Luisa, D. A. (2022). *Análisis de las metodologías más utilizadas para la determinación de la vida útil de alimentos*. Tesis de Bachillerato, Universidad Técnica de Ambato. Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología. Carrera de Ingeniería en Alimentos. <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/35992/1/AL%20850.pdf>
- Fernández Segovia, I., García Martínez, E. M. y Fuentes López, A. (2018). *Aplicación de las escalas de punto ideal o Just-About-Right (JAR) en análisis sensorial de alimentos*. <https://riunet.upv.es/handle/10251/104054>
- Flores, M. C. (2021). *Esterilización con autoclave para la elaboración de comida mexicana de 12 meses de refrigeración*. *Innovación y soluciones industriales*, 64. <https://redibai-myd.org/portal/wp-content/uploads/2021/10/d1-reducido.pdf#page=68>
- Gomes, JGDS (2023). *Aprovechamiento de garbanzos (Cicer arietinum L.) para preparar un producto vegetal similar al huevo*. <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/75881>
- Guardado Sánchez, F. S. (2019). *Efecto de diferentes sustitutos de huevo, la aplicación de aireación, la adición de lecitina y el almacenamiento sobre las características físicas y sensoriales de un queque libre de huevo*. <https://www.kerwa.ucr.ac.cr/bitstream/handle/10669/80501/Fani%20Guardado%20Tesis%20Maestr%c3%ada.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Guerra de Oliveira, P. (2021). *Reutilización para alimentación humana de los desechos de pan en industria y distribución*. Tesis de Doctorado. Universidad de Valladolid. Valladolid, España.
<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/60782/TESIS-2166-230822?sequence=1&isAllowed=y>
- He, Y., Meda, V., Reaney, M. J. y Mustafá, R (2021). Aquafaba, un nuevo aditivo reológico de origen vegetal para aplicaciones alimentarias. *Rev. Tendencias en ciencia y tecnología de los alimentos*. V. 111. ISSN 0924-2244. p.p. 24-42.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224421001424>
- Huang, Y. P., Masarweh, C., Paviani, B., Mills, D. A. y Barile, D. (2024). Exploring bioactive compounds in chickpea and bean aquafaba: Insights from glycomics and peptidomics analyses. *Food Chemistry*, 460, 140635.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0308814624022854>
- Llerena-Casellas, L., Frías-Chirino, A., Valdés-Aragón, A. y Riera-González, G. (2020). Estudio de la vida útil de una salchicha de pollo mediante pruebas aceleradas: Study of the shelf-life of the chicken sausage through accelerated tests. *Ciencia Y Tecnología De Alimentos*, 30(3), 37-41.
<https://revcitecal.iiaa.edu.cu/revista/index.php/RCTA/article/view/204>
- López-Mata, F. A., Valencia-López, J. J. y Medina-Torres, L. (2016). Modelado de la transferencia de calor en el tratamiento térmico de productos enlatados. *Información tecnológica*, 27(6), 85-94.

https://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S071807642016000600009&script=sci_arttext&tlng=pt

Mancilla Cohaila, A. M. (2019). *Esterilización comercial y su efecto en la calidad fisicoquímica, sensorial y microbiológica de conservas de picante a la tacneña*. Tesis. Universidad Privada de Tacna. Tacna – Perú.

[https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1653/Mancilla-Cohaila-](https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1653/Mancilla-Cohaila-Abigaid.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

[Abigaid.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/1653/Mancilla-Cohaila-Abigaid.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Mejía Cabezas, N. T. y Campoverde Santos, D. K. (2022). Estudio comparativo de propiedades funcionales y fisicoquímicas de aquafaba de distintas leguminosas. *Alfa Publicaciones*, 4(1.2), 35–50.

<https://doi.org/10.33262/ap.v4i1.2.182>

Microtec. (2024). *Laboratorio acreditado bajo la Norma ISO 17025*.

Nguyen, T. M. N., Quoc, L. P. T., Tran, G. B., (2021). Evaluation of Textural and Microstructural Properties of Vegan Aquafaba Whipped Cream from Chickpeas, *Chemical Engineering Transactions*, 83, 421-426.

<https://www.aidic.it/cet/21/83/071.pdf>

Novoa, M., Pitarch, J. L., Antelo, L. T. y Vilas, C. *Modelling for dynamic optimization of a food sterilization plant. Proceedings of the III CEA symposium of the Groups: Control Engineering – Modelling, Simulation and Optimization*. 10-12 April 2024, Vigo, Spain

https://digital.csic.es/bitstream/10261/355954/1/Modelado_optimizacion_OA_2024.pdf

Ochoa Moreira, M. A. y Pinos Velasco, G. E. (2021). *Análisis al proceso de envasado de productos congelados para el consumo humano en la ciudad de Milagro para el periodo 2020-2021*. Tesis de Bachillerato. Universidad Estatal de Milagro. Milagro- Ecuador.

Ortuño Pazmiño, J. F. (2022). [Imagen]. *Desarrollo de una mayonesa utilizando aquafaba como emulsificante*. Tesis de Bachillerato, Quito: UCE.
<http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/29697/1/UCE-FCQ-CQA-ORTU%c3%91O%20JUAN.pdf>

Peralta Pérez, A. (2019). *Aplicación de métodos combinados para aumentar la vida útil del jugo de naranja*. Tesis de Bachillerato, Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Pinguil Guamán, N. A. y Tapia Calle, A. M. (2020). *Propuesta de postres veganos elaborados con harinas de trigo, almendras y camote sin refinar*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Cuenca. Cuenca- Ecuador.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34874>

Rodríguez Pérez, L. (2022). *Desarrollo de metodología para estudio de vida útil acelerada en chocolates*. Tesis de Maestría. Universidad de Valladolid. Valladolid- España.

<https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/56787/TFM-L585.pdf?sequence=1>

Silva Paz, R. J., Pichiuza Gonzales, G. N. y Eccoña Sota, A. (2021). Comparación de métodos sensoriales descriptivos: perfil flash y preguntas CATA para caracterizar infusiones de muña (*Minthostachys mollis*). *Enfoque UTE*, 12(3), 11-23.

http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-65422021000300011

Solís Bravo, A. (2016). *Descripción de la situación actual sobre el uso y consumo, perfil sensorial y grado de aceptación del queso seco tradicional elaborado en la región Huetar Norte y región Chorotega de Costa Rica*. Tesis de Licenciatura. Universidad de Costa Rica. San José Costa Rica.

Thomas-Meda, A., Vela-Gutiérrez, G., Tavano, O. L. y Tacias-Pascacio, V. G. (2023). Efecto de las condiciones de procesamiento sobre las propiedades funcionales de la aquafaba de garbanzos naturales: valorización de un residuo alimentario: Propiedades funcionales de la aquafaba de garbanzos naturales. *Biotechnia*, 25(2), 23–29.

<https://doi.org/10.18633/biotechnia.v25i2.1837>

Thomas-Meda, A., Vela-Gutiérrez, G., Tavano, O. L. y Tacias-Pascacio, V. G. (2023). Efecto de las condiciones de procesamiento sobre las propiedades funcionales de la aquafaba de garbanzos naturales: valorización de un residuo alimentario. *Biotechnia*, 25 (2), 23-29.

https://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-14562023000200023&script=sci_arttext&tlng=en

Vivanco Pesantes, D. (2019). *Texto: Reología aplicada a la ingeniería de alimentos*. <https://hdl.handle.net/20.500.12952/4447>

Zorrilla Cruz, E. L. (2021). *Esterilización de jamonada de pollo en envase flexible y la determinación de su vida en anaquel*. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12996/4791/zorrilla-cruz-erika-lizbeth.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Zudaire, L. E., Magán, C. G. y del Río Camacho, G. (2019). Alergia a huevo de gallina. *Protocolos diagnósticos y terapéuticos en Pediatría*, 2, 217-235.

VII. GLOSARIO

- **Alergia:** es una reacción inmunológica del cuerpo a ciertas sustancias extrañas.
- **Aquafaba:** es el líquido viscoso y acuoso que se obtiene de la cocción de ciertas leguminosas, por ejemplo, el garbanzo, además, es un buen sustituto del huevo.
- **Intolerancia:** es la reacción adversa que tiene el cuerpo al consumir una sustancia que no puede metabolizarse, como la lactosa en la leche o el gluten en el trigo.
- **Esterilización comercial:** proceso térmico que elimina microorganismos de los alimentos (método de conservación).
- **Ovoalbúmina:** es la proteína que contiene el huevo.
- **Ovoproducto:** son aquellos productos que derivan de huevo.

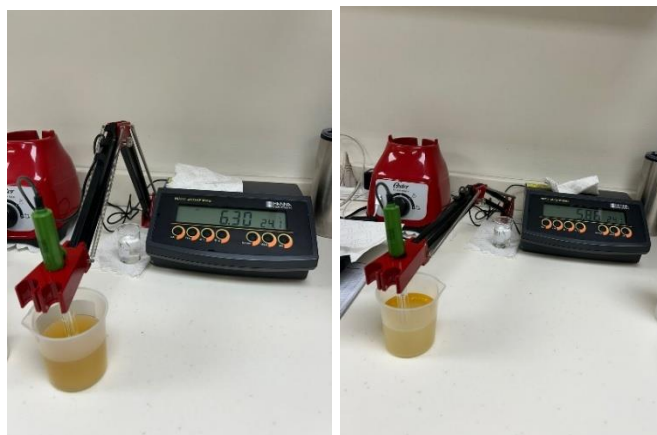
VIII. ANEXOS

8.1 Anexos 1. Aquafaba de garbanzo y arveja.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.2 Anexo 2. Medición de pH del día uno de las aquafabas de garbanzo y arveja bajo el método de conservación de congelación.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.3 Anexo 3. Aquafaba de arveja congelada en un empaque metalizado.



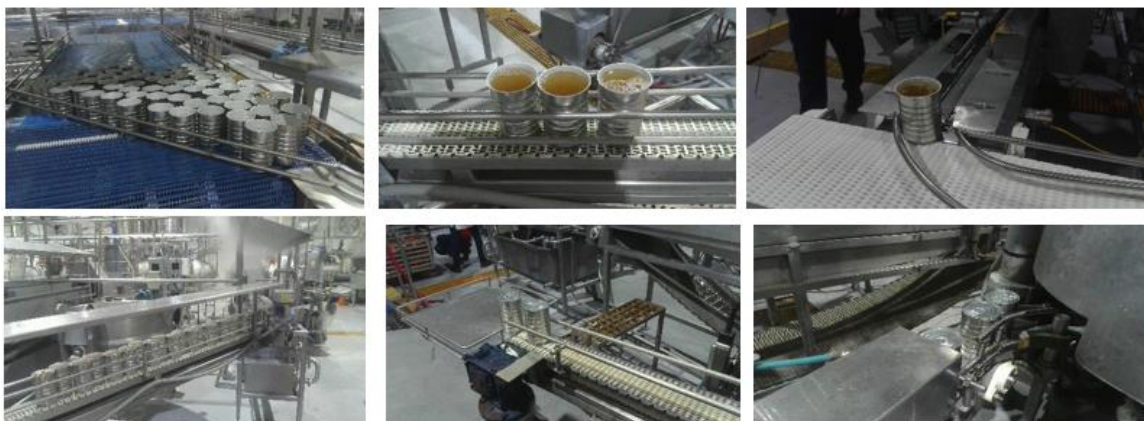
Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.4 Anexo 4. Autoclave para realizar la esterilización comercial.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.5 Anexo. 5. Proceso de esterilización comercial de las latas de aquafaba.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.6 Anexo 6. Enlatado de la aquafaba.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.7 Anexo 7. Incubadoras para almacenar las muestras de aquafaba para analizar la vida útil acelerada.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.8 Anexo 8. Almacenamiento de las muestras enlatadas de aquafaba en las incubadoras.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.9 Anexo 9. Peso de la muestra enlatada de aquafaba de garbanzo en esterilización comercial.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.10 Anexo 10. Medición de pH de las muestras de aquafaba en latadas bajo esterilización comercial en temperaturas de 31, 45 y 55 °C.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.11 Anexo 11. Emulsión de la aquafaba de garbanzo y arveja.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.12 Anexo 12. Materias primas para la elaboración del queque de huevo.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.13 Anexo 13. Materias primas para la elaboración del queque de aquafaba.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.14 Anexo 14. Batido de huevo, aquafaba de garbanzo y arveja tanto congelada y esterilización comercial.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

Como se observa en el anexo 14, de izquierda derecha tenemos el batido con huevo, aquafaba congelada de garbanzo, aquafaba esterilización comercial de garbanzo, aquafaba congelada de arveja y aquafaba esterilización comercial de arveja.

8.15 Anexo 15. Queque de huevo, aquafaba de garbanzo y arveja tanto congelada y esterilización comercial.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

En el anexo 15, de izquierda derecha tenemos el queque con huevo, aquafaba congelada de arveja, aquafaba esterilización comercial de arveja, aquafaba congelada de garbanzo y aquafaba esterilización comercial de garbanzo.

8.16 Anexo 16. Análisis sensorial son panelistas entrenados en DEMASA.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.17 Anexo 17. Preparación de muestras para el análisis sensorial al consumidor en la UTN.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.18 Anexo 18. Análisis sensorial al consumidor realizado en la UTN.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.19 Anexo 19. Plantilla para prueba sensorial con panelistas entrenados en DEMASA.

Matriz para evaluar										
Escala: 1 a 7	Analista 1	Analista 2	Analista 3	Analista 4	Analista 5	Analista 6	Analista 7	Analista 8	Analista 9	Analista 10
Olor										
Intensidad de sabor										
Color										
Apariencia de la miga										
Seco										
Agrado										

Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.20 Anexo 20. Plantilla para la prueba sensorial al consumidor en la UTN.

PANEL SENSORIAL

Nombre: _____

Fecha: 10 de octubre 2024

1. ¿Con qué frecuencia consume queque tradicional?
- | | | | |
|----------------|----------------------|-------------------|----------------------------|
| Todos los días | 2-5 veces por semana | 1 vez a la semana | Menos de 1 vez a la semana |
| () | () | () | () |

2. Por favor pruebe los queques en el siguiente orden:

Muestra	Qué tanto le gusta	1	2	3	4	5	6	7
342	Olor							
	Intensidad de sabor							
	Color							
	Apariencia de la miga							
	Seco							

Tomar agua entre cada muestra

Muestra	Qué tanto le gusta	1	2	3	4	5	6	7
876	Olor							
	Intensidad de sabor							
	Color							
	Apariencia de la miga							
	Seco							

Tomar agua entre cada muestra

Muestra	Qué tanto le gusta	1	2	3	4	5	6	7
969	Olor							
	Intensidad de sabor							
	Color							
	Apariencia de la miga							
	Seco							

Tomar agua entre cada muestra

Muestra	Qué tanto le gusta	1	2	3	4	5	6	7
430	Olor							
	Intensidad de sabor							
	Color							
	Apariencia de la miga							
	Seco							

Tomar agua entre cada muestra

Muestra	Qué tanto le gusta	1	2	3	4	5	6	7
721	Olor							
	Intensidad de sabor							
	Color							
	Apariencia de la miga							
	Seco							

Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.21 Anexo 21. Plantilla para la prueba sensorial al consumidor en la UTN.

PANEL SENSORIAL

AGRADO GENERAL

Favor marque con un círculo.

342



876



969



430



721



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.22 Anexo 22. Análisis microbiológico de la aquafaba de garbanzo esterilizada comercialmente



Stephanny Pérez Zúñiga
Stephanny Pérez Zúñiga
883



Informe de resultados 24-49726
jueves, 26 de septiembre de 2024

Trazabilidad de la muestra

AQUAFABA GARBANZO ESTERILIZADA COMERCIALMENTE		Recepción	6/9/2024
Condiciones	25 °C	Inicio de análisis	6/9/2024
Generado por	Gabriela Rojas	Fin de análisis	26/9/2024

La identificación interna de la muestra, así como el número de informe de resultados es equivalente.

Información del muestreo

Muestreador	No indica	Fecha de muestreo	N/A
Lugar de muestreo	No indica	Método de muestreo	N/A

Los resultados de las muestras que no fueron muestreadas por Microtec aplican para la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio


Microbiología Cuantitativa

Parámetros	Resultados	Unidades	Método
Recuento total aerobio mesófilo*	Menos de 10	UFC/g o ml	BAM C3
Recuento total anaerobios mesófilos	Menos de 10	UFC/g o ml	APHA 2015
Esterilidad comercial	Producto estéril comercialmente	--	BAM C21A

* Análisis acreditado
Ver alcance en www.eca.or.cr

Las referencias para los métodos analíticos están disponibles en www.labmicrotec.com

Última Línea


Dr. Renzo Lizano Vindas
Jefe de Laboratorio
Microbiólogo y químico clínico - 1673

PO04-IN-R01-A.v.1

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a las muestras analizadas. No deben reproducirse más que en su totalidad, y solamente con la autorización por escrito de Microtec. El Cliente reconoce como informe de ensayo original y formal el documento debidamente firmado electrónicamente.

Pág. 1 de 1

4108-0000 • servicioalcliente@labmicrotec.com • Pavas, San José, Costa Rica

Fuente: Microtec, 2024.

8.23 Anexo 23. Resumen del análisis microbiológico de la aquafaba de garbanzo esterilizada comercialmente



Stephanny Pérez Zúñiga
8834

Informe de resultados 24-49726-Esterilidad
jueves, 26 de septiembre de 2024

Trazabilidad de la muestra

AQUAFABA GARBANZO ESTERILIZADA COMERCIALMENTE		Recepción	6/9/2024
Condiciones	25 °C	Inicio de análisis	6/9/2024
Generado por	Gabriela Rojas	Fin de análisis	26/9/2024

La identificación interna de la muestra, así como el número de informe de resultados es equivalente.

Información del muestreo

Muestreador	No indica	Fecha de muestreo	N/A
Lugar de muestreo	No indica	Método de muestreo	N/A

Los resultados de las muestras que no fueron muestreadas por Microtec aplican para la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio

Fecha de incubación: 06 / 09 / 2024
Días de incubación: 14 Días

Descripción del producto	Antes de incubación	Después de incubación	Descripción del producto
Condición de cierre	Ok	Ok	pH: 5,30 (35 ° C) / 5,45 (55 ° C)
Microfugas	No	No	Olor: típico del producto.
Abombamiento	No	No	Apariencia: típico del producto.
Golpes o abolladuras	No	No	Gram: no se observan microorganismos.

Cultivo	Temperatura	Fecha de incubación	Fecha de lectura	Resultados
Presencia de microorganismos aerobios	35°C / 55°C	07 - 08 - 2024	26-09-2024/23-09-2024	Ausente
Presencia de microorganismos anaerobios	35°C / 55°C	07 - 08 - 2024	26-09-2024/23-09-2024	Ausente
Recuento total aerobio	35°C	07 - 08 - 2024	23-09-2024	<10
Recuento total anaerobio	35°C	07 - 08 - 2024	23-09-2024	<10

Análisis Microscópico: No se observan microorganismos.

Observaciones: Producto estéril comercialmente, después de 14 días de incubación a 35 °C y 55 °C.

Dr. Renzo Lizano Vindas

Jefe de Laboratorio

Microbiólogo y químico clínico -1673-

Última Línea

PO04-IN-R01-A v.1

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a las muestras analizadas. No deben reproducirse más que en su totalidad, y solamente con la autorización por escrito de Microtec. El Cliente reconoce como informe de ensayo original y formal el documento debidamente firmado electrónicamente.

Pág. 1 de 1

4108-0000 • servicioalcliente@labmicrotec.com • Pavas, San José, Costa Rica

Fuente: Microtec, 2024.

8.24 Anexo 24. Análisis microbiólogo de la aquafaba de arveja esterilizada comercialmente



Stephanny Pérez Zúñiga
Stephanny Pérez Zúñiga
883

Informe de resultados **24-49727**
jueves, 26 de septiembre de 2024

Trazabilidad de la muestra

AQUAFABA ARVEJA ESTERILIZADA COMERCIALMENTE		Recepción	6/9/2024
Condiciones	25 °C	Inicio de análisis	6/9/2024
Generado por	Gabriela Rojas	Fin de análisis	26/9/2024

La identificación interna de la muestra, así como el número de informe de resultados es equivalente.

Información del muestreo

Muestreador	No indica	Fecha de muestreo	N/A
Lugar de muestreo	No indica	Método de muestreo	N/A

Los resultados de las muestras que no fueron muestreadas por Microtec aplican para la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio

Microbiología Cuantitativa

Parámetros	Resultados	Unidades	Método
Recuento total aerobio mesófilo*	Menos de 10	UFC/g o ml	BAM C3
Recuento total anaerobios mesófilos	Menos de 10	UFC/g o ml	APHA 2015
Esterilidad comercial	Producto estéril comercialmente	--	BAM C21A

* Análisis acreditado
Ver alcance en www.eca.or.cr

Las referencias para los métodos analíticos están disponibles en www.labmicrotec.com

..... Última Línea


Dr. Renzo Lizano Vindas
Jefe de Laboratorio
Microbiólogo y químico clínico - 1673

P004-IN-R01-A v.1

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a las muestras analizadas. No deben reproducirse más que en su totalidad, y solamente con la autorización por escrito de Microtec. El Cliente reconoce como informe de ensayo original y formal el documento debidamente firmado electrónicamente.

Pág. 1 de 1

4108-0000 • servicioalcliente@labmicrotec.com • Pavas, San Jose, Costa Rica

Fuente: Microtec, 2024

8.25 Anexo 25. Resumen del análisis microbiológico de la aquafaba de arveja esterilizada comercialmente



Stephanny Pérez Zúñiga
88

Informe de resultados **24-49727-Esterilidad**
jueves, 26 de septiembre de 2024

Trazabilidad de la muestra

AQUAFABA ARVEJA ESTERILIZADA COMERCIALMENTE		Recepción	6/9/2024
Condiciones	25 °C	Inicio de análisis	6/9/2024
Generado por	Gabriela Rojas	Fin de análisis	26/9/2024

La identificación interna de la muestra, así como el número de informe de resultados es equivalente.

Información del muestreo

Muestreador	No indica	Fecha de muestreo	N/A
Lugar de muestreo	No indica	Método de muestreo	N/A

Los resultados de las muestras que no fueron muestreadas por Microtec aplican para la muestra tal y como fue recibida en el laboratorio

Fecha de incubación: 06 / 09 / 2024

Días de incubación: 14 Días

Descripción del producto	Antes de incubación	Después de incubación	Descripción del producto
Condición de cierre	Ok	Ok	pH: 5,30 (35 ° C) / 5,45 (55 ° C)
Microfugas	No	No	Olor: típico del producto.
Abombamiento	No	No	Apariencia: típico del producto.
Golpes o abolladuras	No	No	Gram: no se observan microorganismos.

Cultivo	Temperatura	Fecha de incubación	Fecha de lectura	Resultados
Presencia de microorganismos aerobios	35°C / 55°C	07 - 08 - 2024	26-09-2024/23-09-2024	Ausente
Presencia de microorganismos anaerobios	35°C / 55°C	07 - 08 - 2024	26-09-2024/23-09-2024	Ausente
Recuento total aerobio	35°C	07 - 08 - 2024	23-09-2024	<10
Recuento total anaerobio	35°C	07 - 08 - 2024	23-09-2024	<10

Análisis Microscópico: No se observan microorganismos.

Observaciones: Producto estéril comercialmente, después de 14 días de incubación a 35 °C y 55 °C.

Dr. Renzo Lizano Vindas

Jefe de Laboratorio

Microbiólogo y químico clínico..1673....

Última Línea.....

P004-IN-R01-A v.1

Los datos que se recogen en este informe de ensayo afectan exclusivamente a las muestras analizadas. No deben reproducirse más que en su totalidad, y solamente con la autorización por escrito de Microtec. El Cliente reconoce como informe de ensayo original y formal el documento debidamente firmado electrónicamente.

Pág. 1 de 1

4108-0000 • servicioalcliente@labmicrotec.com • Pavas, San José, Costa Rica

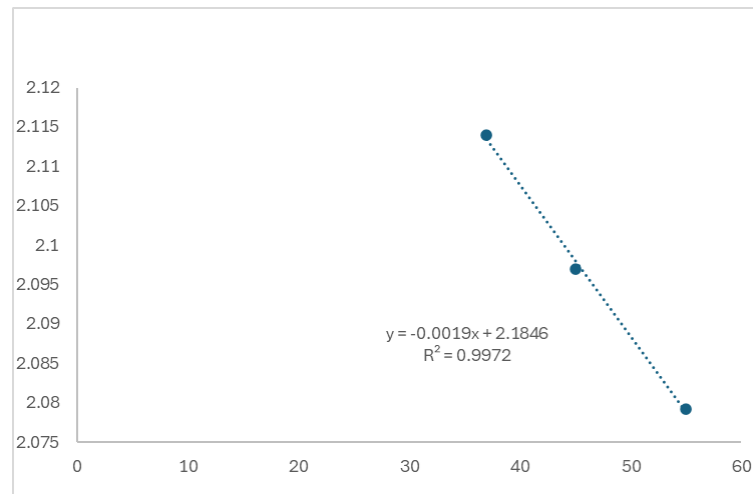
Fuente: Microtec, 2024.

8.26 Anexo 26. Resultados obtenidos del análisis sensorial al consumidor realizada en la UTN.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.27 Anexo 27. Pseudo Ploteo de Arrhenius para la obtención de la vida útil de Aquafaba de garbanzo y arveja esterilizado comercialmente.



Fuente: Elaboración propia, 2024.

8.28 Anexo 28. Formato de la encuesta sobre el uso de aquafaba como sustituto del huevo en panificación.

Uso de aquafaba como Sustituto del Huevo en Panificación	
Este formulario es parte de la investigación titulada "VALIDACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN TÉCNICA Y FUNCIONAL PARA COMERCIALIZAR EL AQUAFABA DE GARBANZOS Y ARVEJAS COMO SUSTITUTO DEL HUEVO PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS EN PANIFICACIÓN". Nuestro objetivo es explorar la percepción y aceptación del aquafaba como una alternativa viable al huevo en productos de panificación, considerando sus propiedades funcionales y su potencial en el mercado. Agradecemos tu participación, ya que tus respuestas nos ayudarán a comprender mejor las necesidades y preferencias de los consumidores, así como a identificar oportunidades para la introducción de productos innovadores y sostenibles en la industria alimentaria. La información recopilada se tratará confidencialmente y se utilizará exclusivamente para fines de investigación.	
Pregunta 1: Edad.	18 a 30 años 30 a 40 años 40 a 50 años 50 a 60 años
Pregunta 2: Sexo.	Masculino Femenino Prefiero no decirlo
Pregunta 3: ¿Consume productos de panificación?	Sí No
Pregunta 4: ¿Es alérgico y/o intolerante a la proteína de huevo (ovoalbúmina)?	Sí No
Pregunta 5: Conoce alguna alternativa para sustituir el huevo en la panificación?	Sí No
Pregunta 6: ¿Consumiría productos con alternativas para sustituir el huevo en la panificación?	Sí No
Pregunta 7: ¿Tiene algún conocimiento sobre qué es aquafaba?	Sí No
Pregunta 8: ¿Sabía que el líquido residual de la cocción de garbanzos o arvejas es un sustituto potencial del huevo?	Sí No
Pregunta 9: ¿Consume garbanzos naturales o enlatados?	Sí No
Pregunta 10: ¿Consume arvejas naturales o enlatadas?	Sí No
Pregunta 11: ¿Desecha el líquido residual de estas leguminosas?	Sí No

Fuente: Elaboración propia, 2024.

Chaves y Sánchez filólogos

A QUIEN INTERESE

Yo, Mario José Chaves Sánchez, máster en Docencia Universitaria de la Universidad Continental de las Ciencias y las Artes, y bachiller en Filología de la Universidad Autónoma de Centroamérica; con cédula de identidad 6-0172-0317; inscrito en el Colegio de Licenciados y Profesores, con el carné N.º 97989, hago constar que he revisado el documento desde el punto de vista filológico. Se han corregido en él los errores encontrados en ortografía, redacción, gramática y sintaxis. El cual se intitula:

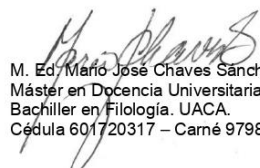
Validación de la Estandarización Técnica y Funcional para Comercializar la Aquafaba de Garbanzos y Arvejas Como Sustituto del Huevo para la Elaboración de Productos en Panificación

Licenciatura en Ingeniería en Tecnología de Alimentos

Universidad Técnica Nacional
Sede de Atenas

**De: Jesús Brenes Carpio,
Stephanny Pérez Zúñiga y
Valeria Solano Pacheco**

Se extiende la presente certificación a solicitud del interesado en la ciudad de San José el día 29 del mes de enero de dos mil veinticinco. El filólogo no se hace responsable por los cambios que se le introduzcan al trabajo posteriormente a su revisión.



M. Ed. Mario José Chaves Sánchez
Máster en Docencia Universitaria. UCCART.
Bachiller en Filología. UACA.
Cédula 601720317 – Carné 97989

Waze y Facebook: Chaves y Sánchez filólogos
Teléfonos 2227-8513. Cel 8394-4475
mariochavess@hotmail.com / info@chavesysanchezfilologos.com
Página web: chavesysanchezfilologos.com

**CARTA DE AUTORIZACIÓN PARA USO Y MANEJO DE LOS TRABAJOS
FINALES DE GRADUACIÓN
UNIVERSIDAD TÉCNICA NACIONAL
(Trabajo colectivo)**

Atenas, 07 de marzo 2025

Señores
Vicerrectoría de Investigación
Sistema Integrado de Bibliotecas y Recursos Digitales

Estimados señores:

Nombre de sustentantes	Cédula
Jesús Brenes Carpio	304920536
Stephanny Pérez Zúñiga	604560498
Valeria María Solano Pacheco	208040362

Nosotros en calidad de autores del trabajo de graduación titulado: **VALIDACIÓN DE LA ESTANDARIZACIÓN TÉCNICA Y FUNCIONAL PARA COMERCIALIZAR LA AQUAFABA DE GARBANZOS Y ARVEJAS COMO SUSTITUTO DEL HUEVO PARA LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS EN PANIFICACIÓN.**

El cual se presenta bajo la modalidad de:

Seminario de Graduación

Proyecto de Graduación



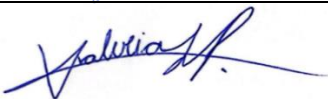
Tesis de Graduación

Presentado en la fecha 7/Marzo/2025, autorizamos a la Universidad Técnica Nacional, sede **Atenas**, para que nuestro trabajo pueda ser manejado de la siguiente manera:

Autorizamos	SI	No
Conservación de ejemplares para préstamo y consulta física en biblioteca	X	
Inclusión en el catálogo digital del SIBIREDI (Cita catalográfica)	X	
Comunicación y divulgación a través del Repositorio Institucional	X	
Resumen (Describe en forma breve el contenido del documento)	X	
Consulta electrónica con texto protegido	X	
Descarga electrónica del documento en texto completo protegido	X	
Inclusión en bases de datos y sitios web que se encuentren en convenio con la Universidad Técnica Nacional contando con las mismas condiciones y limitaciones aquí establecidas.	x	

Por otra parte, declaramos que el trabajo que aquí presentamos es de plena autoría, es un esfuerzo realizado de forma conjunta, académica e intelectual con plenos elementos de originalidad y creatividad. Garantizamos que no contiene citas, ni transcripciones de forma indebida que puedan devenir en plagio, pues se ha utilizado la normativa vigente de la American Psychological Association (APA). Las citas y transcripciones utilizadas se realizan en el marco de respeto a las obras de terceros. La responsabilidad directa en el diseño y presentación son de competencia exclusiva, por tanto, eximo de toda responsabilidad a la Universidad Técnica Nacional.

Conscientes de que las autorizaciones no reprimen nuestros derechos patrimoniales como autores del trabajo. Confiamos en que la Universidad Técnica Nacional respete y haga respetar nuestros derechos de propiedad intelectual.

Nombre del estudiante	Cédula	Firma
Jesús Brenes Carpio	304920536	
Stephanny Pérez Zúñiga	604560498	
Valeria María Solano Pacheco	208040362	

Día: 07 de marzo 2025