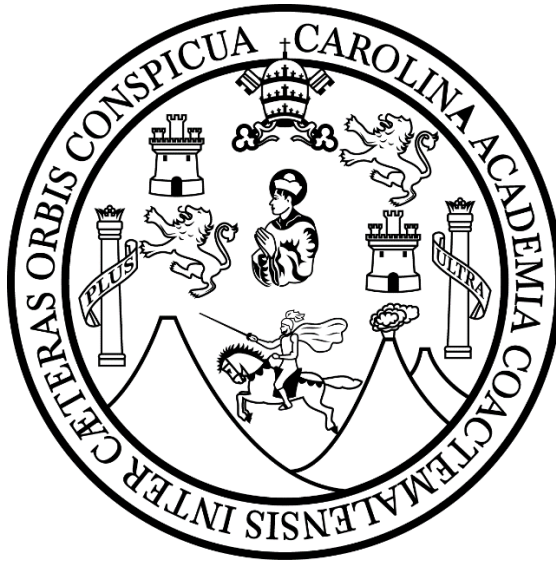


UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

INGENIERIA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Comparación de la estabilidad emulsificante de tres mayonesas elaboradas con el extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) a diferentes temperaturas y volúmenes de fase dispersa/dispersante.

Por:

Karla María López Quintana

Carné: 201741486

DPI: 3222 83604 1001

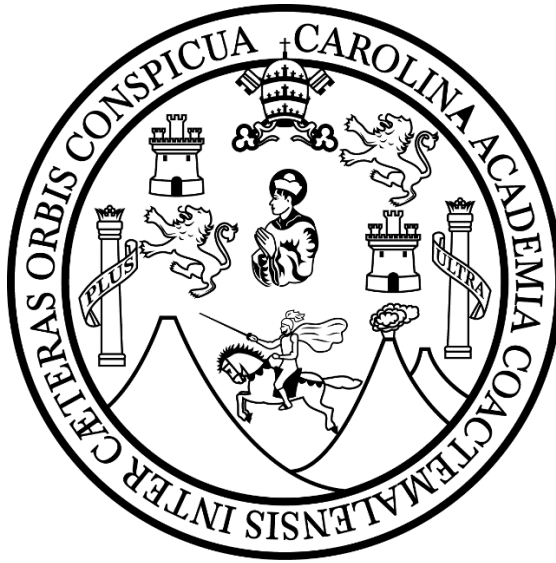
karl99626@gmail.com

Mazatenango. Suchitepéquez, marzo de 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

INGENIERIA EN ALIMENTOS



TRABAJO DE GRADUACIÓN

Comparación de la estabilidad emulsificante de tres mayonesas elaboradas con el extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) a diferentes temperaturas y volúmenes de fase dispersa/dispersante.

Presentado por:

Karla María López Quintana

201741486

Asesores

MSc. Marvin Manolo Sánchez López

Ing. Henry Raúl Manríquez Godínez

Mazatenango. Suchitepéquez, marzo de 2025

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DE SUROCCIDENTE

M.A. Walter Ramiro Mazariegos Biolis

Rector

Lic. Luis Fernando Córdón Lucero

Secretario General

**MIEMBROS DEL CONSEJO DIRECTIVO DEL CENTRO UNIVERSITARIO DE
SUROCCIDENTE**

M.A. Luis Carlos Muñoz López

Director en Funciones

REPRESENTANTE DE PROFESORES

MSc. Edgar Roberto del Cid Chacón

Vocal

REPRESENTANTE GRADUADO DEL CUNSUROC

Lic. Vílser Josvin Ramírez Robles

Vocal

REPRESENTANTES ESTUDIANTILES

TPA. Angélica Magaly Domínguez Curiel

Vocal

PEM y TAE. Rony Roderico Alonzo Solís

Vocal

COORDINACIÓN ACADÉMICA

MSc. Bernardino Alfonso Hernández Escobar Coordinador
Académico

Dr. Álvaro Estuardo Gutierrez Gamboa Coordinador
Carrera Licenciatura en Administración de Empresas

M.A. Rita Elena Rodríguez Rodríguez Coordinadora
Carrera de Licenciatura en Trabajo Social

Dr. Nery Edgar Saquimux Canastuj
Coordinador de las Carreras de Pedagogía

MSc. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador Carrera Ingeniería en Alimentos

MSc. Martín Salvador Sánchez Cruz Coordinador
Carrera Ingeniería Agronomía Tropical

MSc. Karen Rebeca Pérez Cifuentes Coordinadora
Carrera Ingeniería en Gestión Ambiental Local

MSc. Tania María Cabrera Ovalle
Coordinadora Carrera de Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales Abogacía y
Notariado

Lic. José Felipe Martínez Domínguez Coordinador
de Área

CARRERAS PLAN FIN DE SEMANA

Lic. Néstor Fridel Orozco Ramos
Coordinador de las carreras de Pedagogía

M.A. Juan Pablo Ángeles Lam Coordinador
Carrera Periodista Profesional y Licenciatura en
Ciencias de la Comunicación

AGRADECIMIENTOS

A Dios, fuente de mi fortaleza y sabiduría. Agradezco por guiarme en cada paso de este proceso y por darme la perseverancia para enfrentar los desafíos.

A mis padres, por su amor y dedicación infinitos. Su ejemplo de perseverancia me ha guiado en este proceso. Gracias por estar siempre presentes y por ser el motor que me impulsa a seguir adelante. Su apoyo inquebrantable y su confianza en mis habilidades me han impulsado a superar mis límites.

A mis hermanos, Leslie, Humberto y Junior por ser mis cómplices y mi apoyo incondicional. Cada uno de ustedes ha contribuido de manera especial a mi vida y a este proyecto. Gracias por su paciencia y por siempre estar dispuestos a ayudarme.

A mis sobrinos, Joshua, Emily y Mílary por ser una fuente de inspiración y alegría en mi vida. Espero que mi esfuerzo y dedicación en este proyecto les demuestren que los sueños se pueden alcanzar con trabajo y perseverancia.

A mis abuelos, tíos y demás familia, por su apoyo constante a lo largo de este proceso. Cada uno de ustedes ha contribuido de manera significativa a mi desarrollo personal y académico. Sus consejos y experiencias han sido un pilar en mi formación.

A mis queridas amigas, Edelina, Juana y Adriana gracias por su compañía y por hacer de mi experiencia universitaria un camino mucho más ameno. Sus risas, apoyo y momentos compartidos han convertido cada desafío en una aventura.

A mis compañeros, por su constante apoyo y por las valiosas interacciones a lo largo de este viaje académico. Su colaboración ha enriquecido mi experiencia en la universidad.

A la Universidades de San Carlos de Guatemala, por brindarme la oportunidad de desarrollar mis habilidades y ampliar mis conocimientos.

A mis asesores, por su apoyo constante y su orientación experta. Gracias por estar siempre disponibles para resolver mis dudas y por ofrecerme su perspectiva crítica, que ha sido esencial para el desarrollo de esta tesis.

A mis docentes, por su dedicación y compromiso en mi formación académica. Cada uno de ustedes ha contribuido de manera significativa a mi aprendizaje y crecimiento personal. Agradezco su paciencia, orientación y el valioso conocimiento que me han transmitido a lo largo de este proceso.

A mis fieles compañeras, Namy y Pelusy que estuvieron presentes en la redacción de este documento incluso a altas horas de la noche, sus suaves ronroneos y esos momentos en los que se acurrucaban a mi lado hicieron que cada desafío se sintiera más ligero.

A todas las personas que participaron en mi desarrollo académico, cuyo tiempo, experiencia y conocimiento fueron fundamentales para hacer posible este logro.

ACTO A QUIEN DEDICO

A Dios,

Fuente de inspiración y fortaleza en cada paso de mi camino. Agradezco por la sabiduría y el amor que me han guiado en este viaje. Que este trabajo refleje la fe y la perseverancia que me han impulsado a superar cada desafío.

A mis padres,

Quienes han sido mis maestros en la vida. Su paciencia, amor y dedicación me han enseñado a ser perseverante y a nunca rendirme. Agradezco cada sacrificio que han hecho para brindarme las oportunidades que hoy disfruto. por su amor incondicional y su apoyo constante a lo largo de mi vida. Su sacrificio, enseñanzas y valores han sido la base de mi formación y el impulso que me ha llevado a alcanzar esta meta. Agradezco profundamente su confianza en mí y su motivación en cada paso de este camino. Esta obra es un reflejo de su dedicación y de todo lo que he aprendido de ustedes.

Este logro no es únicamente mío, sino también un homenaje al legado de mi padre, quien siempre soñó con ver a sus hijos alcanzar sus metas y sueños. Sé que está disfrutando de este logro desde el cielo, lleno de orgullo por lo que he logrado.

Índice

1	Resumen	1
2	Abstract	2
3	Introducción.....	3
4	Definición y planteamiento del problema	5
5	Justificación	6
6	Marco teórico.....	7
6.1	Antecedentes de investigaciones previas relacionadas a la estabilidad de las mayonesas.....	7
6.2	Garbanzo	9
6.2.1	Origen del garbanzo.....	9
6.2.2	Variedades del garbanzo.....	9
6.2.3	Producción mundial del garbanzo	10
6.2.4	Producción de garbanzo en Guatemala	10
6.2.5	Composición nutricional del garbanzo INCAP (2012)	11
6.2.6	Residuos del garbanzo	12
6.3	Aquafaba	12
6.3.1	Origen del aquafaba.....	13
6.3.2	Composición nutricional del aquafaba	13

6.3.3	Obtención del aquafaba	14
6.3.4	Propiedades funcionales del aquafaba	15
6.4	Mayonesa	17
6.4.1	Características organolépticas	17
6.5	Emulsión	18
6.5.1	Tipos de emulsiones	19
6.5.2	Estabilidad de la emulsión	19
6.5.3	Estabilizantes de emulsiones	20
6.5.4	Fenómenos de inestabilidad	20
6.5.5	Factores que afectan la estabilidad de la emulsión	22
6.6	Método de Prueba para determinar la estabilidad de la mayonesa	26
6.6.1	Determinación de la estabilidad de la emulsión según COGUANOR 34 14226	
6.6.2	Cálculo del porcentaje de estabilidad de la emulsión	26
6.7	Viscosidad	27
6.7.1	Clases de viscosidad	27
6.7.2	Tipos de fluidos	28
6.7.3	Métodos para medir la viscosidad	29
6.8	Evaluación sensorial	30
6.8.1	Aplicaciones	30
6.8.2	Tipos de pruebas	31

7	Objetivos	36
7.1	General.....	36
7.2	Específicos	36
8	Hipótesis	37
9	Recursos	38
9.1	Recursos humanos	38
9.2	Recursos institucionales.....	38
9.3	Recursos económicos.....	38
9.4	Materiales y equipo.....	38
9.4.1	Elaboración de aquafaba.....	38
9.4.2	Elaboración de mayonesa	39
9.4.3	Análisis de estabilidad de la mayonesa según COGUANOR 34 142	39
9.4.4	Determinación de viscosidad cinemática	40
9.4.5	Análisis sensorial de test de puntaje compuesto.....	40
10	Marco operativo.....	41
10.1	Primera etapa.....	41
10.1.1	Elaboración del aquafaba	41
10.1.2	Formulación	42
10.1.3	Diagrama de bloques.....	43
10.2	Segunda etapa.....	44

10.2.1	Elaboración de mayonesa de aquafaba	44
10.2.2	Formulación	45
10.2.3	Información sobre mayonesas de aquafaba	46
10.2.4	Diagrama de bloques.....	47
10.3	Tercera etapa	48
10.3.1	Metodología para la determinación de la estabilidad de la emulsión según COGUANOR 34 142	48
10.3.2	Cálculo del porcentaje de estabilidad de la emulsión	48
10.4	Cuarta etapa.....	49
10.4.1	Metodología de medición de viscosidad por medio de la Copa “Zahn”	49
10.4.2	Cálculo de la viscosidad cinética	50
10.5	Quinta etapa.....	50
10.5.1	Metodología para el test de puntaje compuesto	51
11	Resultados y discusión	53
11.1	Resultados	53
11.1.1	Estabilidad emulsificante y viscosidad	53
11.1.2	Panel sensorial de puntaje compuesto	54
11.2	Discusión de resultados	56
11.2.1	Estabilidad emulsificante y viscosidad	56
11.2.2	Panel sensorial de test de puntaje compuesto	57

12	Conclusiones.....	59
13	Recomendaciones	61
14	Referencias	63
15	Anexos	69
16	Apéndices	94
17	Glosario	97

1 Resumen

La mayonesa es un componente esencial en la industria alimentaria debido a su versatilidad y aplicaciones en diversos productos. Sin embargo, su estabilidad emulsificante es un desafío persistente para los fabricantes, ya que puede desestabilizarse con el tiempo, lo que afecta la calidad y la vida útil del producto final. En este estudio, se investigó el impacto de la temperatura y el volumen de concentración en la estabilidad emulsificante y las características sensoriales de la mayonesa elaborada con aquafaba, un sustituto vegano del huevo. Se llevaron a cabo pruebas de estabilidad emulsificante según la norma COGUANOR 34 142 para mayonesa, y se midió la viscosidad utilizando el método de Copa “Zahn”. Además, se evaluaron los atributos sensoriales mediante un panel sensorial de test de puntaje compuesto. Los resultados indicaron que, aunque la variación en la temperatura y el volumen de concentración no afectaron significativamente la estabilidad emulsificante, sí tuvo un impacto en la viscosidad del producto. Se observó que la mayonesa de aquafaba se mantiene estable durante al menos un año, independientemente de las condiciones de procesamiento. Sin embargo, tanto la temperatura como el volumen de concentración influenciaron el color, olor, sabor y textura del producto, lo que sugiere la importancia de controlar estas variables para garantizar la calidad y aceptabilidad del producto final en el mercado alimentario.

2 Abstract

Mayonnaise is an essential component in the food industry due to its versatility and applications in various products. However, its emulsifying stability poses a persistent challenge for manufacturers, as it can destabilize over time, affecting the quality and shelf life of the final product. This study investigated the impact of temperature and concentration volume on the emulsifying stability and sensory characteristics of mayonnaise made with aquafaba, a vegan egg substitute. Emulsifying stability tests were conducted following the COGUANOR 34 142 standard for mayonnaise, and viscosity was measured using the Zahn cup method. Additionally, sensory attributes were evaluated through a sensory panel using a composite scoring test. The results indicated that while variations in temperature and concentration volume did not significantly affect emulsifying stability, they did impact the product's viscosity. It was observed that aquafaba mayonnaise remains stable for at least one year, regardless of processing conditions. However, both temperature and concentration volume influenced the color, odor, flavor, and texture of the product, suggesting the importance of controlling these variables to ensure the quality and acceptability of the final product in the food market.

3 Introducción

La mayonesa, una emulsión coloidal ampliamente utilizada en la industria alimentaria, presenta un desafío constante para los procesadores de alimentos debido a su naturaleza intrínsecamente inestable. Para garantizar su estabilidad y calidad, se requiere una comprensión profunda de los factores que afectan su comportamiento emulsificante y sus propiedades sensoriales. En este contexto, el presente estudio se centra en la influencia de la temperatura y el volumen de concentración de aceite y aquafaba en la estabilidad emulsificante, la viscosidad y las características sensoriales de la mayonesa de aquafaba.

La mayonesa, siendo un sistema intrínsecamente inestable, requiere la adición de estabilizantes para mejorar su estabilidad y prolongar su tiempo de conservación. En este contexto, se examinaron las variaciones de temperatura y volumen de concentración de aceite y aquafaba durante el procesamiento de la mayonesa para determinar su efecto en la estabilidad emulsificante.

Durante las pruebas de estabilidad emulsificante, se utilizó la norma COGUANOR 34 142 para mayonesa como referencia. Los resultados indicaron que la variación de temperatura y volumen de concentración no produjo diferencias estadísticamente significativas en la estabilidad emulsificante de la mayonesa. A pesar de esto, se observó que las muestras procesadas a 50°C y con un 50% de volumen de aquafaba mostraron mayor resistencia a la estabilidad emulsificante. Además, se constató que la viscosidad de la mayonesa se vio afectada por la temperatura y el volumen, con una disminución del 15% en la viscosidad en la mayoría de las muestras, lo que sugiere una estabilidad adecuada del producto durante al menos un año.

Por otro lado, el panel sensorial de puntaje compuesto reveló una clara influencia de la temperatura y el volumen de concentración en las características sensoriales de la mayonesa de aquafaba. Se observó que tanto el color, el olor, el sabor y la textura fueron afectados por estas variables, con

diferentes percepciones según las combinaciones de temperatura y volumen. Estos hallazgos son cruciales para comprender cómo ajustar los procesos de producción y formular la mayonesa de aquafaba para mejorar su aceptabilidad y calidad sensorial.

4 Definición y planteamiento del problema

La mayonesa es una emulsión coloidal ampliamente utilizada en la industria alimentaria debido a su versatilidad y su aplicación en diversos productos. Sin embargo, la estabilidad de esta emulsión sigue siendo un desafío importante para los procesadores de alimentos, ya que su estructura coloidal tiende a desestabilizarse con el tiempo y produce problemas de calidad y vida útil limitada del producto, esto generará la desconfianza hacia el comprador y, por lo tanto, un descenso en las ventas. Uno de los factores cruciales que afectan la estabilidad de las mayonesas es el control de las variables de proceso, particularmente las temperaturas de las materias primas durante la fabricación, así como el volumen de la fase dispersa (aceite) y la fase dispersante (agua y otros ingredientes) en la formulación. Estas variables están estrechamente interrelacionadas y su desequilibrio puede provocar la coalescencia de las gotas de aceite, la separación de fases dispersa/dispersante y la ruptura de la emulsión, en consecuencia, puede provocar una reducción en la calidad y la vida útil del producto final.

Aunque existen estudios previos sobre la estabilización de emulsiones, cada producto alimenticio, incluida la mayonesa, se pueden elaborar con diferentes materias primas, en el caso de esta investigación no se utilizará huevo (claras/yemas), sino que se empleará un sustituto siendo el extracto líquido de cocción de garbanzo llamada aquafaba, por lo tanto, se requiere comparar la influencia de las temperaturas y el volumen de las fases dispersa (aceite) y la fase dispersante (Aquafaba) durante el procesamiento.

En función de lo anterior se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Afecta la temperatura y la relación de volumen de fase del extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) aquafaba en la estabilidad emulsificante de una mayonesa?

5 Justificación

La mayonesa consiste en dos fases, la fase dispersa son las gotas de aceite que se encuentran por todo el sistema acuoso (fase continua). La fase acuosa de las mayonesas se le atribuye comúnmente la función principal como agente emulsionante.

En la actualidad, existe una creciente demanda por parte de los consumidores de productos alimentarios más saludables, naturales y sostenibles. La utilización del extracto líquido de cocción de garbanzo llamada aquafaba como sustituto del huevo en la mayonesa representa una opción atractiva para aquellos que buscan alternativas veganas y libres de alérgenos. Investigar la estabilidad de esta mayonesa es relevante para garantizar que se cumplan los estándares de calidad y que la formulación sea adecuada para satisfacer las preferencias de los consumidores. La formulación de una mayonesa a base de aquafaba implica un enfoque innovador en el desarrollo de emulsiones alimentarias. Si se logra una estabilización efectiva, esto podría abrir nuevas posibilidades para la creación de productos emulsionados alternativos, por lo tanto, es importante estandarizar parámetros como la temperatura y los volúmenes de las fases dispersa (aceite) y dispersante (aquafaba). Al lograr controlar la estabilidad emulsificante, se reducirá el riesgo de la separación de las fases de la mayonesa.

La investigación se centró en el análisis del efecto de la temperatura y las proporciones entre las fases para determinar cualquier alteración en la viscosidad de la mayonesa. Por medio de las diferentes metodologías, será posible definir el periodo de tiempo durante el cual la estabilidad emulsionante de la mayonesa se mantendrá constante. El estudio se enfocó en la evaluación de diferentes combinaciones de temperaturas, volúmenes de la fase dispersa (aceite) y de la fase dispersante (aquafaba) con el fin de identificar aquellas que favorezcan una mayor estabilidad en la emulsión.

6 Marco teórico

6.1 Antecedentes de investigaciones previas relacionadas a la estabilidad de las mayonesas

La estabilidad emulsificante de las mayonesas se ven afectadas por diversos factores, tanto extrínsecos como intrínsecos, se puede empezar a generar la desestabilización de la mayonesa en la etapa de procesamiento, almacenamiento y distribución. En los estudios efectuados en la línea de la estabilidad de las mayonesas se pueden mencionar los siguientes:

La investigación de Pérez (2013) titulado Análisis comparativo de propiedades, textura y estabilidad de mayonesas comerciales, demostró que cuando se somete la mayonesa a temperaturas de 80 °C o a un ciclo de congelación-descongelación, la mayonesa sufre un proceso de desestabilización.

En el caso de López (2013) en su investigación “Reformulación de un aderezo tipo mayonesa con bajo porcentaje de contenido graso para mejorar la estabilidad de la emulsión”, hace mención de la mayonesa, lo siguiente:

Se realizó el estudio del comportamiento de un aderezo tipo mayonesa variando las proporciones de huevo y determinando la dosis conveniente para mantener estable la emulsión en el transcurso de nueve meses, sin que se vieran afectadas sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y organolépticas. Para controlar el comportamiento de cada una de las emulsiones propuestas y determinar cuál es la fórmula con la estabilidad más eficiente se evaluó el comportamiento del potencial de hidrógeno, viscosidad, consistencia, tamaño de burbuja en la estructura de la emulsión y registrar el comportamiento a lo largo de nueve meses realizando el método de vida acelerada.

Pág. 13

Ayala (2017) en su investigación “Efecto del proceso de extracción de aceite de aguacate en la calidad de un aderezo de mayonesa elaborado aplicando ultrasonido”, realizó el análisis de estabilidad de la emulsión de los aderezos elaborados con aceite comercial, de forma convencional

y por la tecnología del ultrasonido, para lo cual se almacenó cuatro muestras, dos en condiciones de refrigeración a 4 °C y dos a temperatura ambiente; de los dos métodos el aderezo elaborado de forma convencional es el que posee la mayor estabilidad de los aderezos, por otra parte en general no se observan diferencias significativas entre ambos aderezos a lo largo de todo el proceso de almacenamiento.

En la investigación Evaluación físico-química y sensorial de una mayonesa elaborada con aceite de oliva virgen variedad frantoio de Ingrassia (2020) determinó que la mayonesa elaborada con aceite de oliva virgen variedad Frantoio, presentó una ligera oxidación y pérdida de estabilidad cuando se almacenó por 28 días a 20 °C.

Según Valenzuela (2010) en su investigación; Caracterización reológica de mayonesa formulada con fibra de trigo utilizó fibra de trigo como un sustituto parcial del aceite en la preparación de una mayonesa baja en grasa, determinó que la estabilidad de la emulsión se vio mejorada en todas las muestras con fibra de trigo, presentaron valores de estabilidad significativamente mayores que la muestra sin fibra (>97%), tanto en la ausencia como en la presencia de goma guar al 1% de la cantidad de fibra añadida, esto indica que la presencia de fibra tiene un efecto significativo como un sustituto graso y como un estabilizante.

De acuerdo a Pérez (2013) en su investigación Análisis comparativo de propiedades, textura y estabilidad de mayonesas comerciales las diferentes mayonesas comerciales estudiadas presentan una buena estabilidad a temperatura ambiente. Cuando se somete a una temperatura de 80 °C o a un ciclo congelación-descongelación la desestabilización comienza. El proceso de desestabilización está notablemente influido por las características del producto.

Actualmente no existe ningún estudio que demuestre cuales son las temperaturas y relación de volumen de la fase de extracto líquido de cocción del garbanzo (*Cicer arietinum*) conocida como aquafaba, que indique los parámetros de temperatura y de relación de la fase acuosa para así lograr obtener una mayonesa con estabilidad emulsificante, sin necesidad de emplear aditivos.

6.2 Garbanzo

Según Urizar (2017) el garbanzo (*Cicer arietinum L.*) pertenece a la familia *Leguminosae*, es una planta que posee raíces profundas, tallos pelosos, alcanza una altura de 0.60 m.

Posee vainas bivalvas con una o dos semillas en su interior; estas semillas son ligeramente arrugadas, con dos grandes cotiledones, el color de estas semillas va a depender de su variedad debido a que puede ser blanco, crema, amarillento, anaranjado, café, rojizo o negro se puede encontrar diversas tonalidades de color.

6.2.1 Origen del garbanzo

Según AGRINOVA-SCIENCE (s.f.) “El garbanzo es originario del Suroeste de Turquía, desde allí se extendió hacia Europa, África, América y Australia. Actualmente se ha descubierto la existencia de 40 especies de garbanzos desde Oriente Medio, Turquía, Israel y Asia Central”.

6.2.2 Variedades del garbanzo

Existen tres tipos de garbanzos, la diferencia radica en el tamaño, forma y coloración del grano.

6.2.2.1 Kabuli

Este tipo de garbanzo posee un tamaño medio a grande, con forma redonda y textura arrugada, el color es claro. AGRINOVA-SCIENCE (s.f.) afirma que este “tipo de garbanzo se localiza en la región mediterránea, América Central y América del Sur”.

6.2.2.2 Desi

El tamaño del grano es pequeño, con formas angulares y de color amarillo o negro. AGRINOVA-SCIENCE (s.f.) menciona que este tipo de legumbre “se cultiva principalmente en el Medio Oriente”.

6.2.2.3 Gulabi

El grano es de tamaño medio a pequeño, con textura lisa, de forma redonda y de color claro. AGRINOVA-SCIENCE (s.f.) informa que se “cultivan principalmente en el Medio Oriente”.

6.2.3 *Producción mundial del garbanzo*

El garbanzo es una leguminosa, es una fuente de proteínas, posee lípidos y carbohidratos que es utilizado por millones de personas en países en desarrollo en todo el mundo; la producción principal se encuentra en el continente asiático y africano.

6.2.4 *Producción de garbanzo en Guatemala*

En Guatemala hay potencial para producir garbanzo debido a que existen regiones que cumplen los requerimientos agroclimáticos del cultivo.

De acuerdo a Gándara (2021) el cultivo de garbanzo en Guatemala se genera en las siguientes condiciones:

El cultivo es capaz de crecer en suelos de textura franco arcillosa, desde ligeros a pesados, aunque los óptimos son franco-arcillosos, sin excesos de sales y con buena capacidad de retención de humedad. El garbanzo se puede cultivar en los departamentos de Peten, Baja Verapaz, Zacapa, Jalapa y Jutiapa, también este cultivo se adapta muy bien a las regiones que comprenden el corredor seco. Parr. 9 – 10

6.2.5 Composición nutricional del garbanzo INCAP (2012)

Tabla 01: Composición nutricional del garbanzo grano seco determinada por INCAP en el año 2012

Nutriente	Cantidad
Agua	11.43 %
Energía	364 Kcal
Proteína	19.30 g
Grasa total	6.04 g
Carbohidratos	60.65 g
Fibra dietética total	17.40 g
Ceniza	2.48 g
Calcio	105 mg
Fósforo	366 mg
Hierro	6.24 mg
Tiamina	0.48 mg
Riboflavina	0.21g
Niacina	1.54 mg
Vitamina C	4 mg
Vitamina A equivalente a retinol	3 µg
Ácidos grasos mono-insaturados	1.36 g
Ácidos grasos poli-insaturados	2.69 g
Ácidos grasos saturados	0.63 g
Colesterol	0 mg
Potasio	875 mg
Sodio	24 mg
Zinc	3.43 mg
Magnesio	115 mg
Vitamina B6	0.54 mg
Vitamina B12	0.00 µg
Folato equivalente FD (ácido fólico)	557 µg
Fracción comestible	1.00 %

Fuente: (INCAP, 2012, p. 30).

6.2.6 Residuos del garbanzo

Según Peralta (2014) “el descarte se utilizan los granos partidos, brotados, manchados, lavados y pequeños”.

Comúnmente los granos de descarte y la cascarilla se utilizan para alimentación de animales o para la creación de productos nuevos como galletas, alimentos sustitutos de la carne, etc.

Entre los desechos del garbanzo también está el agua de su cocción, la que se denomina aquafaba, es un líquido utilizado como sustituto del huevo, debido a que posee las mismas propiedades funcionales de esta materia prima, por lo tanto, es una alternativa para la población vegana y las personas que son alérgicas al huevo Fuchs (2019).

6.3 Aquafaba

Es el líquido que se obtiene de la cocción del garbanzo, o de cualquier otra semilla leguminosa. “Este líquido posee carbohidratos (azúcares, fibra soluble) y proteínas (LEA, deshidrinas, defensina, histona, LTP, superóxido dismutasa, provicilina y leguminina.) que dan las características funciones del huevo en diversas preparaciones” (Pinguil y Tapia, 2020).

Aquafaba aproximadamente posee una décima parte de la proteína del huevo en peso, al no contener la mayoría de estas proteínas permite que se pueda metabolizarlas adecuadamente, permitiendo a las personas que son alérgicas a las proteínas del huevo puedan consumir alimentos que normalmente lo posean DH (s.f).

La mejor aquafaba proviene de garbanzos y frijoles blancos, aunque también se pueden usar otras legumbres como guisantes, lentejas, soja, frijoles rojos y frijoles negros, pero posee composiciones

ligeramente diferentes por lo tanto se debe de ajustar la composición del aquafaba para que no varíen tanto el producto final (DH, s.f.).

6.3.1 Origen del aquafaba

Todo empezó en la comunidad vegetariana intentando descubrir una materia prima de origen vegetal que pudiera sustituir el huevo por otro producto que posea la mayoría de sus propiedades funcionales.

Según Jasso (2020) el origen de la aquafaba, se describe de la siguiente manera:

Se habían descubierto que ciertas materias primas podían sustituir el huevo como el plátano, aunque esta materia prima no posee la propiedad de formar espuma, también se descubrió el gel proveniente de las semillas de linaza, aunque este sustituto no abarcaba todas las propiedades funcionales del huevo. Un tenor y al mismo tiempo chef de origen francés llamado Joël Roessel, investigó sobre posibles espumas de origen vegetal, tiempo después empezó a circular un video realizado por un francés donde utiliza el aquafaba y ganache para realizar un postre. El ingeniero de sistemas estadounidense Goose Wolf proporcionó un nombre para el extracto líquido de cocción de las legumbres, lo denominó como aquafaba, debido a que juntó dos palabras en latín: Aqua (de agua) y Faba (de haba o alubia), la palabra aquafaba su abreviatura es AF. Parr. 7

No pasó más de seis meses para que el aquafaba fuera conocido alrededor del mundo, el descubrimiento del agua de garbanzos como sustituto de la clara de huevo significó la oportunidad de emplear esta materia prima en formulaciones experimentales (sic) DH (s.f.).

6.3.2 Composición nutricional del aquafaba

Los granos de legumbres, se componen principalmente de carbohidratos, proteínas y agua, esto lo menciona DH (s.f.) en el siguiente texto:

Los carbohidratos de las legumbres se encuentran en mayores cantidades que las proteínas, mientras que los almidones consisten principalmente en amilosa y amilopectina. Durante el proceso de

cocción de los granos de las legumbres, los almidones se gelatinizan, lo que permite que las partes solubles de la semilla se filtren al agua de cocción. Para una mayor extracción de componentes de las legumbres, se debe aumentar tanto la temperatura de cocción como la presión, como también el tiempo de cocción. Parr. 18

Aproximadamente el aquafaba posee el 5% de los componentes de la legumbre en peso seco, se puede reducir el aquafaba con la ayuda de la cocción para aumentar los componentes del aquafaba aproximadamente de 10% o más, por lo tanto, aumentará las propiedades emulsificantes del aquafaba. Parr. 19

La composición del aquafaba va a depender de los siguientes aspectos:

- Métodos de procesamiento (remojo, cocción)
- Diversos factores como temperatura, presión, pH y duración del tratamiento
- Variedad (garbanzos Kabuli, Desi o Gulabi)
- Aditivos
- Concentración de proteínas
- Tipo y concentración de carbohidratos. Parr. 18-19

6.3.3 Obtención del aquafaba

La aquafaba se puede obtener fácilmente a través de los garbanzos enlatados, solamente se separa el agua de los garbanzos.

De acuerdo a Meda *et al.* (2019), los pasos para obtener aquafaba maximizando sus propiedades funcionales, son los siguientes:

Lavado del garbanzo

Se somete a un lavado y remoción manual de impurezas como piedras, insectos y granos podridos.

Remojo del garbanzo (Extracción líquido-sólido)

Cuando el garbanzo este limpio y libre de impurezas se somete a un proceso de remojo con una relación garbanzo/agua de 1:2, durante 24 horas. Después del remojo, se procede a un nuevo lavado para luego desecar el agua.

Según Fen (2017) el remojo se realiza para las siguientes finalidades: “ablandamiento de las cascarillas, absorción de agua e hinchamiento de los cotiledones, disminución del tiempo de cocción, comienzo de la actividad de enzimas que reduce tóxicos o antinutritivos”.

Lavado del garbanzo

Después del remojo, se procede a realizar un lavado para luego desechar el agua utilizada.

Cocción del garbanzo (extracción sólido-líquido)

La óptima cocción del garbanzo debe de ser con un tiempo de 40 min, temperatura de 120°C y una relación garbanzo/agua de 1:1, con lo cual se obtiene aquafaba que posee una capacidad de espuma y estabilidad de espuma.

Enfriado del aquafaba

El garbanzo y el aquafaba se dejan enfriar hasta temperatura ambiente.

Filtrado del garbanzo

La Aquafaba es recuperada a través de filtración empleando un colador comercial.

Almacenamiento

Se coloca en frascos de cristal la aquafaba y se almacenada en refrigeración a 4 °C durante 24 horas, para posteriormente utilizarlo como materia prima.

6.3.4 *Propiedades funcionales del aquafaba*

Según Raymundo y Vélez (2013) “los carbohidratos, proteínas y otros sólidos vegetales solubles que migran de las semillas al agua durante la cocción le confieren diversas propiedades funcionales como emulsionantes, espumantes, gelatinizantes y espesantes”. Esto se debe a la composición del garbanzo que permite obtener diversas propiedades funcionales.

6.3.4.1 Emulsionante

Se refiere a la cantidad máxima de aceite emulsionado, en determinada cantidad de proteína hasta que se forme la inversión de fases.

Según Raymundo y Vélez (2013), ellos los describen de la siguiente manera:

Se relaciona con el área interfacial que cubre la proteína para así lograr determinar la estabilidad de la emulsión con el calentamiento y la centrifugación de la emulsión a baja velocidad o después de la decantación, se logra medir después de varias horas. Cuando ocurre la ruptura de la emulsión produce la separación de la fase acuosa y la fase oleosa. Pág. 31

6.3.4.2 Espumante

De acuerdo con Raymundo y Vélez (2013) los espumantes se detallan en el siguiente párrafo:

Las espumas son sistemas coloidales bifásicos con una fase acuosa y una fase de gas o de aire dispersa, las proteínas tienen la capacidad de formar y estabilizar espumas, pero va a depender de diversos factores para que la espuma no se vea afectada como el tipo de proteína y grado de desnaturalización, la presencia o ausencia de iones de calcio, temperatura, pH, diferentes métodos de batido y otros componentes químicos como lípidos y/o carbohidratos. Pág. 32

La formación de espuma en el aquafaba es debido a la presencia de saponinas, carbohidratos y fracciones de proteínas, se activa mediante el método de batido o agitación.

6.3.4.3 Gelatinizante

“Las proteínas tienen la capacidad de formar redes tridimensionales conocidos como geles, estos geles se caracterizan por presentar alta viscosidad, plasticidad y elasticidad, en la industria alimentaria son utilizadas por su propiedad funcional” Raymundo y Vélez (2013). Pág. 32

6.3.4.4 Espesante

“La capacidad espesante proporciona cuerpo, aumenta la estabilidad y facilita la formación de suspensiones, debido a que aumenta la viscosidad del sistema sin modificar otras propiedades como el sabor” Raymundo y Vélez (2013). Pág. 32

6.4 Mayonesa

Es una emulsión semisólida elaborada con yema de huevo o huevo entero, aceite comestible vegetal, acidificantes, se puede emplear o no saborizantes como la sal, especias y azúcar COGUANOR (1982). Pág. 1

Respecto a las propiedades de la mayonesa, Borja y Villatoro (2015) mencionan el siguiente párrafo:

La mayonesa consiste en dos fases, una fase interna conocida como discontinua en el cual gotas de aceite están dispersas en una fase acuosa externa, continua con diversas materias primas, entre las cuales se encuentra el vinagre, el azúcar, la sal, la yema de huevo. La consistencia de la mayonesa va a depender del volumen de la fase acuosa y oleosa para lograr producir un producto con consistencia estable, es necesario tener una proporción de aceite del 65 a 80%. La mayonesa se clasifica como un producto semiperecedero, debido a que este producto es suficientemente estable para lograr mantenerse en óptimas condiciones sin necesidad de un almacenamiento con bajas temperaturas (refrigeración), pero no permite un almacenamiento indefinido. El deterioro de la mayonesa empieza por la rotura de la emulsión o por la oxidación, en el caso de la mayonesa es difícil que exista crecimiento bacteriano, cuyo crecimiento es inhibido por la acidez del producto. Pág. 10

6.4.1 Características organolépticas

El consumidor considera las características organolépticas (textura, sabor, olor y color) como los atributos más importantes de los alimentos, estas características logran determinar las preferencias de cada individuo.

Según López (2013) las características organolépticas se pueden percibir a través de los sentidos de la siguiente manera:

El color es el atributo que inicialmente es percibido por el consumidor y por tanto es una de las principales características por la que el consumidor lo elige, los colores que posea el alimento

pueden ser proporcionados por pigmentos naturales o sintéticos. Muchos de los pigmentos naturales de los alimentos son destruidos durante el tratamiento térmico, esto se debe a transformaciones químicas que sufre el alimento y como consecuencia sufre cambios en el pH y puede ocurrir oxidación, por lo tanto, se ve reflejado en el cambio de color del alimento. Los pigmentos sintéticos son elaborados para ser más estables para evitar pérdidas de color en los alimentos, por lo que a menudo se agregan al alimento antes de la elaboración. La sensación básica de sabor se encuentra fuertemente matizada por la presencia de innumerables compuestos complejos de naturaleza orgánica, cada compuesto proporciona cierto sabor al producto, los sabores que existen son salado, dulce, amargo, ácido y umami. Los olores en los alimentos poseen diversas mezclas complejas de componentes volátiles que aportan la sensación característica del tipo de alimento analizado. Durante el proceso de elaboración estos componentes pueden llegar a perderse reduciéndose entonces la intensidad del olor o logra destacar otros componentes de este y del aroma. La textura es una sensación subjetiva que es provocada por el comportamiento mecánico y reológico del alimento, esto ocurre durante la masticación y la deglución del alimento. La textura de los alimentos se determina principalmente por el contenido de agua, grasa, por las proporciones y tipos de proteínas y carbohidratos estructurales como la celulosa, almidones y diversas pectinas. Cuando ocurre cambios en la textura son producidos por la pérdida de agua o grasa, por lo tanto, causa la formación o rotura de las emulsiones. Pág. 28-31

6.5 Emulsión

Es una mezcla homogénea de dos líquidos que normalmente no puede mezclarse, como aceite y agua, está compuesta por dos fases, la fase dispersa se obtiene al romper uno de los líquidos y lo convierte en pequeñas gotas, estas se distribuyen en la fase dispersante o continua.

Las emulsiones están compuestas, según lo describe Ventura (2015) de la siguiente manera:

La mayoría de las emulsiones constan de dos tipos de líquidos, un líquido polar, como lo es el agua, y el otro líquido es apolar como el aceite, por esta razón se conoce comúnmente al agua y aceite como los dos componentes que forman una emulsión. Las emulsiones su sistema es termodinámicamente inestable y al dejarla por un tiempo en reposo, provoca que las gotas pasen por la etapa de floculación para luego producir la coalescencia y lo tanto ocurre la separación de las fases inmiscibles. Pág. 12-13

6.5.1 Tipos de emulsiones

Existen dos tipos de emulsiones, su fase continúa y dispersa decidirán qué tipo de emulsión es.

6.5.1.1 Emulsión directa

Es aquella que se encuentra formada por una fase dispersante o continua (agua) y la fase dispersa es una sustancia lipofílica (aceite o grasa).

“Para que estas emulsiones sean más estables es necesario que posean compuestos hidrosolubles como proteínas y fosfolípidos” Álvnav (2019).

Este tipo de emulsiones son representados por mayonesa, leche, aderezos, y cremas.

6.5.1.2 Emulsión inversa

Es aquella formada por una fase dispersa una sustancia hidrofílica (agua) y la fase continua es lipofílica (aceite o grasa).

“Para que estas emulsiones sean más estables deben de contener sustancias liposolubles, como el colesterol y las sales de calcio de los ácidos grasos” Álvnav (2019).

Este tipo de emulsiones son representados por mantequilla o margarina.

6.5.2 Estabilidad de la emulsión

Se refiere a la capacidad de una emulsión a resistir cambios en sus propiedades a lo largo del tiempo, cuanto más estable es una emulsión, menos cambian sus propiedades con el paso del tiempo.

“Una emulsión puede desestabilizarse a través de diferentes tipos de procesos físico-químicos, la desestabilización física resulta en una alteración en la distribución espacial o en la organización estructural de las moléculas” Bengoechea (2006). Pág 53

6.5.3 Estabilizantes de emulsiones

Los estabilizantes confieren a las emulsiones la estabilidad que necesitan para evitar que exista separación de fase, favoreciendo principalmente las interacciones estéricas de las gotas de la emulsión.

De acuerdo a Muñoz, et.al. (2007), los estabilizantes de emulsiones se componen de la siguiente manera:

Un estabilizante o estabilizador es un compuesto químico macromolecular que cuando es hidratado, proporciona a la fase acuosa de la emulsión una estabilidad física por un lapso de tiempo prolongado. La emulsión para que posea estabilidad es necesario restringir la movilidad de la fase dispersa, esto es posible al aumento de la viscosidad y, en ocasiones de la viscoelasticidad, de la fase continua. Pág. 69

6.5.4 Fenómenos de inestabilidad

Las emulsiones sufren de inestabilidad por los siguientes procesos: cremado, floculación, degradación, coalescencia y maduración de Ostwald. A continuación, se define cada uno de los fenómenos de inestabilidad:

6.5.4.1 Cremado

Ocurre cuando las partículas dispersas son menos densas comparado con el fluido suspendido, por lo tanto, estas partículas tienden a movilizarse hacia la superficie de la muestra, formando una sección más concentrada que se denomina crema.

Según Martínez (2013) se refiere a lo siguiente:

La presencia del cremado depende del tamaño de gota y de la distribución del tamaño de gota. Para obtener un cremado menos denso se necesitan gotas de menor tamaño, esto permite que se forme un mayor conjunto de gotas para que así se logre atrapar la mayor cantidad de gotas en la fase continua. La velocidad de cremado se puede medir por la cantidad separada de la emulsión de la fase acuosa por un periodo de tiempo y depende de la distribución del tamaño de gota en las emulsiones y la viscosidad de la fase continua. Pág. 10

6.5.4.2 Floculación

Se refiere a mecanismos de asociación o agregación de las gotas, mediante el cual permanece intacta la capa interfacial de las gotas.

De acuerdo a Martínez (2013) se describe de la siguiente manera:

La floculación y el cremado están muy relacionados, debido a la formación de agregados de gotas, estos tienen un radio efectivo, en cambio las gotas individuales no lo poseen, lo que provoca que se incremente la velocidad de desplazamiento de los flóculos hacia la superficie del sistema, cremando rápidamente. Pág. 10

6.5.4.3 Degradación

Se debe cuando las emulsiones poseen un área interfacial mínima entre la fase dispersada y el medio dispersante, “este proceso se logra debido a la difusión de las gotas a través de lo siguiente: coagulación, coalescencia y maduración de Ostwald” Martínez (2013).

6.5.4.4 Coalescencia

El proceso de crecimiento de las gotas que se produce cuando las gotas pequeñas se unen al entrar en contacto entre sí, cuando esto ocurre repetidamente se forma una fase líquida continua; al final lo que sucede con las emulsiones es que se rompen y forman dos fases líquidas distintas que tienden a separarse.

Según Schlumberger (2022) se describe de la siguiente manera:

En el lodo a base de aceite, la fase acuosa se dispersa en forma de gotículas y el aceite forma la fase continua (externa). El lodo a base de aceite estable permanecerá disperso en condiciones normales de perforación porque cuando las gotículas entran en contacto entre sí no se unen debido a la película emulsionante resistente que hay alrededor de cada gota. Sin embargo, cuando la película de emulsión alrededor de cada gota se debilita, las gotículas comienzan a unirse. Si no se corrige, esto puede provocar la ruptura total de la emulsión y los sólidos mojarse con el agua. Parr. 1

6.5.4.5 Maduración de Ostwald

Involucra el movimiento de moléculas de aceite pequeñas para formar gotas más grandes; es decir, es el proceso por el cual, las partículas grandes crecen a expensas de las más pequeñas, debido a la alta solubilidad de las partículas pequeñas y su difusión molecular hacia la fase continua.

De acuerdo a Spiegato (2021) se refiere a lo siguiente:

El efecto es causado por diferencias en la energía molecular de cristales o gotas más grandes versus pequeños. Las estructuras más grandes tienen una energía más baja porque el centro de la gota o cristal tiene una disposición molecular estable, no es probable que se deshaga, mientras que solo la superficie exterior está disponible para formar un cristal o gota más grande. Los tamaños más pequeños son menos estables porque la superficie exterior, aunque pequeña, es probable que se conecte o se fusione con otras moléculas. Parr. 1

6.5.5 Factores que afectan la estabilidad de la emulsión

Una emulsión es un sistema termodinámicamente inestable, existen diferentes factores que provocan que existan separación de las fases (continua y dispersa). La estabilidad de una emulsión es directamente dependiente de la estabilidad o rigidez de su interfase, entendiéndose de esta manera que la estabilidad estará en términos de la no coalescencia de las partículas dispersas, así como de su sedimentación, sin embargo, la mayoría de las emulsiones son estables durante un periodo de tiempo debido a su estabilidad cinética.

6.5.5.1 Tamaño de gota y distribución del tamaño de la gota

El tamaño y la distribución de las gotas afectan directamente a la estabilidad de las emulsiones, si las emulsiones poseen gotas muy pequeñas estas serán más estables, en cambio si la emulsión posee gotas más grandes posee mayor probabilidad de coalescencia.

“Las gotas que se encuentren dispersas aumentarán su tamaño debido al número de colisiones ocurridas, por lo tanto, son un factor determinante la distribución de estas y el tiempo de residencia” Montes (2010).

6.5.5.2 Viscosidad de las emulsiones

La viscosidad puede afectar o favorecer a la estabilidad de las emulsiones, según Hernández (2021) esto se debe a lo siguiente:

Una alta viscosidad en la fase externa disminuye el coeficiente de difusión y la frecuencia de colisión de las gotas, incrementando así la estabilidad de la emulsión. El tener alta concentración (volumen) de gotas también incrementa la viscosidad aparente de la fase continua y la estabilidad de la emulsión. La viscosidad de la concentración (volumen) de la fase dispersa aumenta y puede llegar a provocar que el sistema se comporte como un sólido. Parr. 38

6.5.5.3 Película interfacial

Se considera como la envoltura que cubre a cada gota, si esta posee una resistencia alta, es favorable para la emulsión. Las películas interfaciales proporcionan mayor estabilidad para la emulsión.

Según Montes (2010) se refiere a lo siguiente:

Las películas interfaciales se forman cuando ocurre la adsorción de moléculas polares de alto peso molecular que son activas inter-facialmente. La resistencia mecánica de la película interfacial es directamente proporcional a la estabilidad de la emulsión, puede llegar a ocurrir coalescencia debido a las frecuentes colisiones de las gotas dispersas. Pág. 3

6.5.5.4 Sólidos

Los sólidos presentes en las emulsiones las describe Montes (2010) en el siguiente párrafo:

Los sólidos presentes actúan como agentes surfactantes que estabilizan la emulsión, los factores como el tamaño de partícula, las interacciones de las inter-partículas, y de la humectabilidad de los sólidos afectan directamente a la estabilidad de la emulsión. Las partículas sólidas estabilizan las emulsiones por difusión de la interfase donde las cuales forman películas rígidas que pueden inhibir la coalescencia de las gotas de la emulsión, para que esto ocurra las partículas deben ser mucho más pequeñas que el tamaño de las gotas de la emulsión para actuar como estabilizadores de la emulsión. Pág. 4

6.5.5.5 Temperatura

La temperatura está inversamente relacionada con la estabilidad de la emulsión, debido a que la temperatura afecta las propiedades físicas del agua, aceite; el efecto más importante que posee la temperatura sobre una mayonesa es en la variación de la viscosidad de la emulsión, debido a que mayor temperatura, menor viscosidad.

De acuerdo a Montes (2010) la temperatura interfiere en la emulsión de la siguiente manera:

Al aumentar la energía térmica de las gotas de la fase dispersa con la temperatura, provoca que ocurra una colisión entre gotas por lo tanto provoca que aumenten su tamaño. La temperatura reduce la viscosidad inter-facial y provoca que la velocidad del drenaje de la película sea más rápida y mejora la coalescencia de la gota. Pág. 6

Está demostrado que la temperatura afecta indirectamente a las emulsiones en el transcurso del tiempo de almacenamiento debido a que si aumenta la temperatura, provoca que exista una disminución en la viscosidad pero durante el proceso de elaboración se recomienda que la materia prima que se utiliza se encuentre a temperatura ambiente, debido a que las recetas tradicionales de mayonesa de aquafaba indican que a mayor temperatura se “corta” la mayonesa impidiendo que se forme la emulsión, por lo tanto en el momento de emplear diferentes temperaturas al aquafaba para

su elaboración la mayonesa se puede comprobar si afecta negativamente o positivamente a la emulsión de la mayonesa de aquafaba.

1.1.1.1 pH

El pH tiene una fuerte influencia sobre la estabilidad de la emulsión. “Añadir ácidos o bases inorgánicos cambia radicalmente los asfáltenos que forman las películas y resinas que estabilizan las emulsiones. Ajustar el pH puede minimizar las características estabilizadoras de la emulsión de la película, incrementando así la tensión interfacial” Hernández (2021).

6.5.5.6 Composición de la salmuera

La concentración (volumen) de la salmuera permite formar emulsiones estables. “El agua con bajas concentraciones de sal favorece las emulsiones estables, mientras que altas concentraciones de sal favorecen las emulsiones sueltas” Hernández (2021).

6.5.5.7 Envejecimiento de la emulsión

El envejecimiento de la emulsión incrementa la estabilidad porque el tiempo permite que los tensioactivos naturales migren hacia la interfaz de la gota. “La película o la piel que rodea las gotas se vuelve más gruesa, más resistente y más dura. La cantidad de agentes emulsificantes puede incrementar debido a la oxidación, fotólisis o bacterias” Hernández (2021).

6.5.5.8 Relación de volumen de fase

Es la proporción entre el volumen de la fase dispersa y el volumen de la fase continua. Cuando se incrementa el volumen de la fase dispersa se incrementa en el área interfacial el número de gotas y/o el tamaño de gota, esto provoca que se “reduzca la distancia de separación de las gotas debido a que incrementa la velocidad y el número de colisiones entre las gotas, de esta manera, este factor es desfavorable en la estabilidad de las emulsiones” Montes (2010).

En las “recetas tradicionales” utilizan aproximadamente el 75% de aceite y el 25% de aquafaba para crear una emulsión, sin embargo, estas mayonesas son para consumo inmediato, por lo tanto, al momento de emplear diversos volúmenes de aquafaba en las mayonesas se tendrá resultados que determinen el volumen adecuado para la mayonesa de aquafaba.

6.6 Método de Prueba para determinar la estabilidad de la mayonesa

6.6.1 Determinación de la estabilidad de la emulsión según COGUANOR 34 142

La norma COGUANOR 34 142 Mayonesa especifica que el producto no deberá presentar separación de agua o de aceite después de realizar los siguientes pasos del método:

- Se colocan 100 g. de mayonesa en un envase limpio y se cierra con una tapadera hermética.
- Se coloca el envase en una estufa a $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 5\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas.
- Se deja enfriar el envase y se observa si hay separación de aceite o de agua en el producto.

6.6.2 Cálculo del porcentaje de estabilidad de la emulsión

El porcentaje estabilidad de la emulsión se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Estabilidad de la emulsión (\%)} = \frac{F_1}{F_0} * 100$$

Donde:

F0 = peso original de cada muestra

F1 = peso de la fracción precipitada

Si la separación es muy leve se realiza lo siguiente:

Porcentaje de estabilidad emulsificante = $100 - \text{Estabilidad de la emulsión (\%)}$

6.7 Viscosidad

Es un parámetro de los fluidos que tiene importancia en sus diversas aplicaciones industriales, particularmente en el desempeño de los lubricantes usados en máquinas y mecanismos. La viscosidad de las sustancias puras varía de forma importante con la temperatura y en menor grado con la presión. La facilidad con que un líquido se escurre es una pauta de su viscosidad. Se define como la propiedad que tienen los fluidos de ofrecer resistencia al movimiento relativo de sus moléculas. También se suele definirla como una propiedad de los fluidos que causa fricción, esto da origen a la pérdida de energía en el flujo fluido. La importancia de la fricción en las situaciones físicas depende del tipo de fluido y de la configuración física o patrón. Si la fricción es despreciable, se considera el flujo como ideal. Mardones (2020)

6.7.1 Clases de viscosidad

6.7.1.1 Viscosidad dinámica

Es cuando se presenta movimiento en un fluido y este desarrolla una tensión de corte, la tensión de corte puede definirse como la fuerza requerida para deslizar una capa de aire unitario de una sustancia sobre otra capa de la misma sustancia, podemos encontrar que la magnitud de la tensión de corte es directamente proporcional al cambio de la velocidad entre diferentes posiciones del fluido. Colombia (2007)

6.7.1.2 Viscosidad cinemática

Representa la característica propia del líquido desechando las fuerzas que genera su movimiento, obteniéndose a través del cociente entre la viscosidad absoluta y la densidad del producto en cuestión. Su unidad es el stoke o centistoke (cm^2/seg). Colombia (2007)

6.7.2 Tipos de fluidos

6.7.2.1 Fluido no newtoniano

Es aquél cuya viscosidad varía con el gradiente de tensión que se le aplica. Como resultado, un fluido no-newtoniano no tiene un valor de viscosidad definido y constante, a diferencia de un fluido newtoniano. Colombia (2007)

Aunque el concepto de viscosidad se usa habitualmente para caracterizar un material, puede resultar inadecuado para describir el comportamiento mecánico de algunas sustancias, en concreto, los fluidos no newtonianos. Estos fluidos se pueden caracterizar mejor mediante otras propiedades reológicas, propiedades que tienen que ver con la relación entre el esfuerzo y los tensores de tensiones bajo diferentes condiciones de flujo, tales como condiciones de esfuerzo cortante oscilatorio. Colombia (2007)

6.7.2.2 Fluido newtoniano

Es un fluido con viscosidad en que las tensiones tangenciales de rozamiento son directamente proporcionales al gradiente de velocidades. Un buen número de fluidos comunes se comportan como fluidos newtonianos bajo condiciones normales de presión y temperatura: el aire, el agua, la gasolina y algunos aceites minerales. Colombia (2007)

6.7.3 Métodos para medir la viscosidad

6.7.3.1 Viscosímetros de burbuja

Se pueden basar en un método comparativo alfabético y se compone de cuatro juegos de tubos de referencia de viscosidad conocida que van de la A5 a Z10 cubriendo un rango de 0,0005 a 1,000 stokes (unidad de viscosidad cinemática). Otra opción es basar su uso en un método de tiempo directo en el que se utiliza un tubo de largo y diámetro, con tres líneas de tiempo para determinar los segundos que requiere una burbuja de aire para recorrer una distancia vertical determinada, Crisol (2016).

6.7.3.2 Copas de inmersión

El uso de copas de inmersión es un método que ofrece una medición rápida y aproximada del tiempo de caída de materiales y es mayormente utilizado para evaluar la viscosidad de líquidos y es utilizado por fabricantes y quienes se dedican a aplicar este tipo de materiales, Crisol (2016).

6.7.3.3 Copas de fluidez

Cuando no es necesario conocer la viscosidad absoluta de un material se pueden emplear copas de fluidez, método que permite determinar una estimación relativa de la fluidez del líquido. La viscosidad con este método se mide en segundos, Crisol (2016).

Este método propone la utilización de las Copas “Zahn” para determinar la viscosidad de los fluidos.

6.7.3.4 Viscosímetros rotacionales

Un equipo de medición como un viscosímetro rotacional permite determinar la viscosidad de líquidos no-Newtonianos a partir de la velocidad de los esfuerzos aplicados. Para ello se utilizan diferentes métodos, Crisol (2016).

6.8 Evaluación sensorial

Una evaluación sensorial permite analizar diversos productos a través de los sentidos. La evaluación sensorial es una técnica de medición y análisis que posee mucha importancia de igual manera como los métodos químicos, físicos o microbiológicos, Vera (2008).

Para realizar una evaluación sensorial solamente es necesario que el evaluador utilice los 5 sentidos, al usarlos automáticamente los receptores envía impulsos que viajan hasta el cerebro donde ocurre la percepción y estímulo. De acuerdo a la percepción de los estímulos sensoriales se puede determinar si el producto es aceptado o rechazado por parte del evaluador, Vera (2008).

6.8.1 Aplicaciones

La evaluación sensorial de los alimentos actualmente juega un rol importante en la industria alimentaria, esto se debe a las exigencias del mercado y a la repercusión en el desarrollo de la empresa, por lo tanto, actualmente se utiliza la evaluación sensorial para lo siguiente:

- Control de calidad de los productos
- Establecimiento de normas y especificaciones.
- Desarrollo de nuevos productos
- Información por parte del consumidor acerca de las características del producto.
- Investigación de mercado para nuevos productos de acuerdo a las preferencias del

consumidor

- Investigación de factores que influyen o afectan en el aroma y el olor de alimentos
- Investigación de aromas, etc.

En la investigación se analizó cómo los factores de temperatura y volumen de fases afectan directamente a la calidad (color, olor, sabor y consistencia) de las diferentes mayonesas de aquafaba.

6.8.2 Tipos de pruebas

Según Wittig (2001) las pruebas sensoriales se dividen de la siguiente manera:

6.8.2.1 Test de respuesta objetiva

Este tipo de test el juez califica el producto según su conocimiento previo, en ningún momento su preferencia personal interfiere en la evaluación. Para poder realizar estos test es necesario que los jueces tengan un entrenamiento previo, los participantes del panel deben de ser seleccionados y entrenados en para poder diferenciar las características sensoriales, sabores y olores.

a) Test de valoración

Con estos test se pueden evaluar un número grande de muestras en un corto tiempo, o cuando se necesita descartar rápidamente las muestras de menor calidad.

Los test de valoración se dividen de la siguiente manera:

- Descriptivo: las muestras se valoran de acuerdo a la calidad del producto, desde una escala de “excelente” a “malo” y los evaluadores deciden la calidad del producto o la muestra, se pueden evaluar hasta 6 muestras.

- Numérico: las características evaluadas son medidas de acuerdo a su calidad medida y se le fijan grados sucesivos que van desde "mejor" a "peor", los evaluadores utilizados durante el test deben de ser entrenados.
- De puntaje compuesto: sirve para la comparación de productos del mismo tipo, se pueden evaluar hasta 4 variables. La evaluación del test se expresa numéricamente, el puntaje se encuentra dividido de acuerdo a la importancia de cada característica de la muestra.

b) Test de diferencia

Estos test miden las diferencias entre las muestras que se pueden captar en las características sensoriales por condiciones de almacenamiento, tipos de material de empaque, variedades genéticas, métodos y procesos diferentes de fabricación. Su aplicación proporciona un control de calidad que ayudan a determinar la uniformidad de la calidad del producto.

Se dividen de la siguiente manera:

- Estímulo único: se utiliza para entrenar expertos en degustación de té, cerveza, vino, etc. Este test consiste en entregar al juez una muestra control o estándar, esta muestra es A, se le entrega varias veces, para que se acostumbre sensorialmente. Posteriormente, se le entrega la muestra denominada "no-A", esta es la que se va a calificar y se le cuestiona si la muestra corresponde o no a la que degustó, primeramente.
- De comparación pareada: logra detectar las pequeñas diferencias entre dos muestras, en este método no es necesario tener memorización de las características sensoriales analizadas.
- Dúo-trío: se realiza con tres muestras, la primera muestra es un estándar conocido, posteriormente se le entrega dos muestras desconocidas al mismo tiempo, se le cuestiona al juez cuál de las dos muestras desconocidas es igual a la muestra estándar.

- Triangular: permite seleccionar jueces, medir las propiedades sensoriales de los alimentos, encontrar diferencias en la materia prima, se utiliza para determinar pequeñas diferencias. Este método se realiza entregando tres muestras simultáneamente, deben de ser dos iguales y una diferente, en ocasiones se les solicita comentar acerca de la naturaleza de la diferencia.
- De comparación múltiple: mide la diferencia de la muestra en base a más de 3 estímulos. Permite detectar diferencias, cuando hay pequeños efectos entre las muestras. El test se puede evaluar para tres o seis muestras, para ello se le informa al juez cuál es la muestra “control”, posteriormente se le entregan las demás muestras en conjunto y se le solicita al juez que señale si existe diferencia con respecto al “control”, además se le solicita que determine el grado de diferencias, de acuerdo a un puntaje.

c) Test analíticos

Los test analíticos utilizan jueces entrenados. Estos test proporcionan información completa acerca de las características sensoriales de las muestras, debido a que mide las características de calidad sobre la complejidad del total, debido a que mide la intensidad.

Los test de analíticos se dividen de la siguiente manera:

- De muestra única: se basa en el uso prolongado de un solo alimento, en el cuál la memoria del juez guardará cuales son las características sensoriales del alimento.
- De sabor extraño específico: se basa en el análisis de una característica de la muestra, en el cuál analizará las diferencias de sabor que pueden darse por efecto de envejecimiento, efecto de oxidaciones, etc.
- Análisis descriptivo o perfil analítico: proporciona información sobre sabor extraño, los cambios de intensidad del sabor y la distorsión de sabores.

6.8.2.2 Test de respuesta subjetiva

Estos métodos se realizan con panelistas no entrenados, el fin primordial de estos test es para determinar la aceptación o preferencia que posee el consumidor sobre un producto.

a) De preferencia

Los test de preferencia determinan cuál es la muestra preferida por un determinado número de personas. Miden factores que influyen en el sabor del alimento y los factores psicológicos.

En el desarrollo de producto, se obtienen diferentes formulaciones y hace que sea difícil decidir cuál utilizar por lo tanto por medio de los test de preferencia se puede determinar la formulación aceptada por los panelistas.

Los test de preferencia se dividen de la siguiente manera:

- De simple preferencia o pareado preferencia: se recomienda utilizar dos muestras en cada prueba y el juez debe determinar cuál es la muestra de su preferencia.
- De ordenamiento: se basa en determinar las mejores muestras. Los test de ordenamiento permiten establecer si los panelistas poseen la habilidad de diferenciar intensidades, como color, gusto, consistencia o firmeza, etc.
- De escala hedónica: permite medir la preferencia de los panelistas sobre un producto, de acuerdo a sus propios gustos. Se solicita al juez que luego de catar el producto responda la escala de aceptación hacia el producto.

b) De aceptabilidad

Los diferentes test permiten determinar la probable reacción del consumidor de un nuevo producto, de una modificación de un producto ya existente o incluso de un sustituto de materia prima utilizada en el producto. Cuando este tipo de test se realiza de manera correcta se puede ahorrar grandes

cantidades de dinero, debido a que se detectan las deficiencias del producto y éstas se corrigen a tiempo.

Los test de aceptabilidad se dividen de la siguiente manera:

- Panel Piloto: se utiliza en la etapa de desarrollo de productos, comúnmente los participantes del panel son trabajadores de donde se desarrolla el producto. Con este test no se determina la preferencia total del público, pero se puede determinar los aspectos que hacen al producto indeseable o deseable.
- Panel de Consumidores: se realiza con consumidores Debe ser conducido por personas experimentadas para que la información sea la que interesa y no queden libres todas las variables circunstanciales. Incluso la hora de realizar el panel sensorial afecta en los resultados obtenidos.

7 Objetivos

7.1 General

7.1.1 Comparar la estabilidad emulsificante de tres mayonesas elaboradas con el extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) a diferentes temperaturas y volúmenes de fase dispersa/dispersante.

7.2 Específicos

7.2.1 Establecer la temperatura y el volumen de fase dispersa/dispersante más adecuadas para evitar la desestabilización de la mayonesa aplicando el método de estabilidad emulsificante que propone COGUANOR 34 142 después de su elaboración.

7.2.3 Determinar con el método de copa “Zahn” si existe variación de la viscosidad cinemática antes y después de aplicar el método de estabilización de la emulsión de COGUANOR 34 142 a las mayonesas de aquafaba.

7.2.3 Comparar las propiedades sensoriales (sabor, olor, color y textura) de las diferentes muestras de mayonesas elaboradas con extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) aquafaba por medio del análisis sensorial de test de puntaje compuesto.

8 Hipótesis

8.1 Las variables analizadas, “temperaturas” y “volúmenes de fase dispersa/dispersante” de las mayonesas elaboradas con el extracto líquido de aquafaba, no afectan la estabilidad emulsificante.

8.2 Las variables analizadas, “temperaturas” y “volúmenes de fase dispersa/dispersante” de las mayonesas elaboradas con el extracto líquido de aquafaba, no afectan la viscosidad de la emulsión.

8.3 Las variables analizadas, “temperaturas” y “volúmenes de fase dispersa/dispersante” de las mayonesas elaboradas con el extracto líquido de aquafaba, no afectan las características sensoriales de la emulsión.

9 Recursos

9.1 Recursos humanos

- Estudiante tesista: T.U. Karla María López Quintana
- Asesor principal: MSc. Marvin Manolo Sánchez López
- Asesor adjunto: Ing. Henry Raúl Manríquez Godínez
- Panelistas entrenados.

9.2 Recursos institucionales

- Centro Universitario de Suroccidente, CUNSUROC, Mazatenango, Suchitepéquez.
- Empresa exportadora de nueces de Suchitepéquez.

9.3 Recursos económicos

Los gastos durante la investigación serán sufragados por la estudiante tesista.

9.4 Materiales y equipo

9.4.1 *Elaboración de aquafaba*

- Garbanzo kabuli (*Cicer arietinum*)
- Agua potable
- Olla de presión
- Estufa portátil
- Colador con malla de 1 mm
- Balanza analítica con capacidad de 0.1 g.
- Envases de vidrios herméticos esterilizados
- Taza medidora

9.4.2 *Elaboración de mayonesa*

- Aquafaba
- Aceite de girasol
- Sal
- Vinagre blanco
- Ajo en polvo
- Pimienta
- Licuadora
- Termómetro
- Balanza analítica con capacidad de 0.1 gr
- Espátula
- Embudo
- Frascos herméticos de vidrio esterilizados

9.4.3 *Análisis de estabilidad de la mayonesa según COGUANOR 34 142*

- Agua
- Baño María
- Tubos de ensayo
- Pipeta
- Calculadora
- Hielera
- Hielo
- Termómetro
- Estufa portátil

- Olla

9.4.4 *Determinación de viscosidad cinemática*

- Copa “Zahn”
- Frasco de vidrio
- Cronómetro
- Calculadora
- Papel
- Lápiz

9.4.5 *Análisis sensorial de test de puntaje compuesto*

- Muestra de mayonesa
- Envase de plástico para contener la muestra
- Boleta de test de puntaje compuesto
- Lapiceros
- Servilletas
- Agua purificada
- Vasos desechables

10 Marco operativo

La investigación se desarrolló en cinco etapas:

10.1 Primera etapa

Consiste en el procesamiento del aquafaba, desde la recepción como garbanzo hasta la etapa final como producto terminado.

10.1.1 Elaboración del aquafaba

Se realizó en las instalaciones de la casa de habitación de la estudiante tesista, la metodología empleada fue la siguiente:

- Recepción de la materia prima: (garbanzo kabuli) que se utilizó durante el proceso.
- Selección de la materia prima: se eliminó manualmente las impurezas como piedras, insectos, granos podridos y se dejan los granos en buen estado.
- Pesado: en una balanza analítica, de la cantidad de garbanzo kabuli que se utilizó en el proceso.
- Lavado: sometido solamente con agua potable a temperatura ambiente para eliminar la suciedad que posea el garbanzo.
- Remojo: se sometió a este proceso con agua potable, con una relación de garbanzo/agua potable de 1:2 (relación peso), durante 24 horas.
- Lavado: se sometió a un lavado final solamente con agua potable para eliminar cualquier rastro de impureza, posteriormente se introdujo el contenido del garbanzo y el agua de remojo a un colador con tamaño de malla de 1 mm, para que se pueda drenar el líquido del lavado.

- Pesado: con una balanza analítica, de la cantidad de garbanzo kabuli que se utilizó en el proceso.
- Cocción: se realizó con una relación de garbanzo/agua potable de 1:1 (relación peso), a través de una olla de presión, cuando dicho equipo llegó a la etapa de ebullición, se dejó durante 1 hora, debido a que el proceso empieza a estar en las siguientes condiciones: temperatura 110°C a 120°C y presión de 11.6 psi a 17.4 psi.
- Enfriado: el garbanzo y el aquafaba se dejaron enfriar hasta temperatura ambiente.
- Filtrado: la aquafaba se recuperó a través de filtración empleando un colador (tamaño de malla 1 mm).
- Envasado: se colocó en envases herméticos esterilizados de cristal la aquafaba obtenida.
- Almacenamiento: en refrigeración a 4 °C durante 24 horas, para posteriormente utilizarlo como materia prima.

10.1.2 Formulación

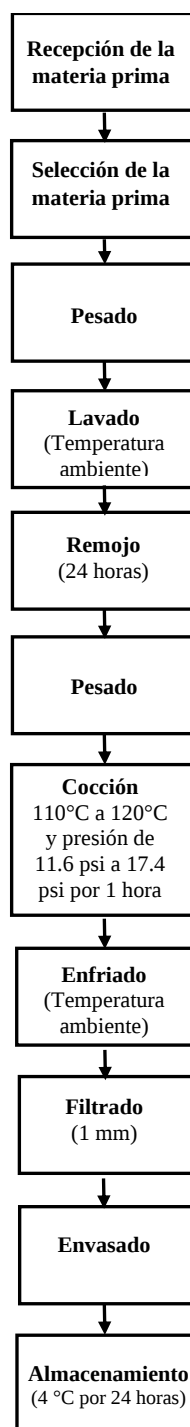
Tabla 02: formulación para elaborar aquafaba

Componente	Relación peso (%)
Garbanzo	50
Agua	50

Fuente: Meda et al. (2019).

10.1.3 Diagrama de bloques

Figura 01: diagrama de bloques para la elaboración de Aquafaba



Fuente: elaboración propia, 2024

10.2 Segunda etapa

En esta etapa, la elaboración de la mayonesa a base de aquafaba se llevó a cabo en el domicilio de la estudiante tesista. Se emplearon tres formulaciones, cada una con diferentes concentraciones y temperaturas de aquafaba y aceite.

10.2.1 *Elaboración de mayonesa de aquafaba*

La elaboración de mayonesa de aquafaba se realizó en la casa de habitación de la estudiante tesista, la metodología empleada fue la siguiente:

- Recepción de materia prima: (aquafaba, aceite de girasol, sal, vinagre blanco, ajo en polvo, pimienta, goma xantana) que se utilizó durante el proceso.
- Primera Homogenización: el aquafaba, vinagre blanco, ajo, goma xantana, sal y pimienta se homogenizan con una licuadora, se realizó durante 1 minuto.
- Segunda Homogenización: se agregó aceite de girasol poco a poco a la sustancia licuada, mientras se realizaba una homogenización con una batidora manual, este proceso se realizó durante 2 minutos.
- Envasado: se colocó la mayonesa de aquafaba en envases herméticos de cristal esterilizados.
- Almacenamiento: a temperatura ambiente.

NOTA: en la primera homogenización, se agregaron diferentes concentraciones de aquafaba, en las que se aplicaron diferentes temperaturas para el aquafaba y el aceite, las temperaturas empleadas serán 10 °C, 30 °C y 50 °C (estas temperaturas se eligieron al azar, debido a que se recomienda que la materia prima que se utiliza se encuentre a temperatura ambiente, debido a que las recetas tradicionales de mayonesa de huevo indican que a mayor temperatura se “corta” la

mayonesa impidiendo que se forme la emulsión, por lo tanto en el momento de emplear diferentes temperaturas al aquafaba durante la elaboración de la mayonesa se puede comprobar si afecta negativamente o positivamente a la emulsión, por ello no se utilizan temperaturas mayores a 50°C).

En total se realizaron nueve mayonesas con diferentes concentraciones y temperaturas de aquafaba y aceite.

10.2.2 Formulación

Tabla 03: formulaciones para elaborar mayonesa de aquafaba

Componente	Formulación 1	Formulación 2	Formulación 3
Aquafaba	25%	50%	75%
Aceite	72.3%	47.3%	22.3 %
Vinagre	1%	1%	1%
Goma Xantana	0.5%	0.5%	0.5%
Ajo	0.4%	0.4%	0.4%
Sal	0.6%	0.6%	0.6%
Pimienta	0.2%	0.2%	0.2%

Fuente: elaboración propia, 2024

La formulación se determinó por medio de recetas tradicionales de mayonesa; sin embargo, se realizaron modificaciones en los porcentajes de condimentos.

10.2.3 Información sobre mayonesas de aquafaba

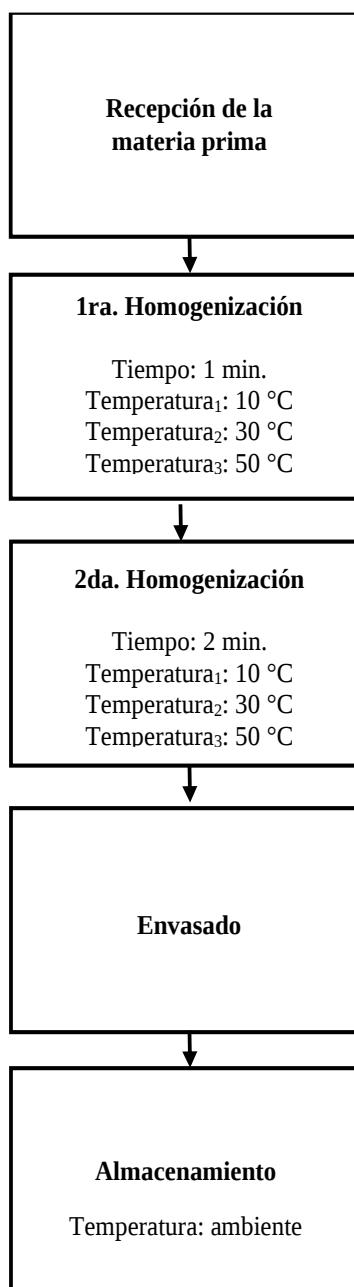
Tabla 04: codificación de mayonesas de aquafaba

Código de la mayonesa	Volumen de aquafaba	Temperatura del aquafaba y aceite
456	25%	10 °C
345	25%	30 °C
765	25%	50 °C
713	50%	10 °C
567	50%	30 °C
987	50%	50 °C
235	75%	10 °C
874	75%	30 °C
643	75%	50 °C

Fuente: elaboración propia, 2024

10.2.4 Diagrama de bloques

Figura 02: diagrama de bloques para la elaboración de mayonesa de aquafaba



Fuente: elaboración propia, 2024

NOTA: en la primera homogenización el aquafaba y el aceite se utiliza con diferentes temperaturas ya sea a 10 °C, 30 °C y 50 °C.

10.3 Tercera etapa

Se empleó el método de la norma COGUANOR 34 124 de Mayonesa (ver anexo 2, pág. 70), en el cual se busca identificar la estabilidad que poseen las mayonesas de aquafaba a diferentes concentraciones (volumen) y temperaturas del aquafaba y aceite.

10.3.1 Metodología para la determinación de la estabilidad de la emulsión según

COGUANOR 34 142

La norma COGUANOR 34 142 Mayonesa indica el siguiente método para determinar la estabilidad de la mayonesa:

- En un tubo de ensayo se colocan 100 g. (el pesado se realiza con una balanza analítica) de mayonesa de aquafaba y se cierra con una tapadera hermética.
- Se coloca el tubo de ensayo en un baño maría a $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ (variación permitida de temperatura durante el método) durante 48 horas.
- Se deja enfriar el envase a temperatura ambiente y se observa si hay separación de aceite o de agua en el producto.
- Con una pipeta se empezó a extraer la fracción precipitada y se colocó en un recipiente, posteriormente se pesó con la ayuda de una balanza analítica la fracción precipitada de los tubos de ensayo y se determinó el porcentaje de estabilidad.

10.3.2 Cálculo del porcentaje de estabilidad de la emulsión

El porcentaje estabilidad de la emulsión se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$\text{Estabilidad de la emulsión (\%)} = (F1 / F0) \times 100$$

Donde:

F_0 = peso original de cada muestra

F_1 = peso de la fracción precipitada

Si la separación es muy leve se realiza lo siguiente:

Porcentaje de estabilidad emulsificante = $100 - \text{Estabilidad de la emulsión (\%)}$

10.4 Cuarta etapa

Se empleó el método de Medición de Viscosidad por medio de la Copa “Zahn”, en esta etapa la viscosidad de las mayonesas de aquafaba se analizaron antes y después de realizar la tercera etapa (Determinación de la estabilidad de la emulsión según COGUANOR 34 142); esta prueba se realizó en la casa de habitación de la estudiante tesista.

10.4.1 Metodología de medición de viscosidad por medio de la Copa “Zahn”

- Seleccionar un recipiente que da un tiempo de flujo de entre 30 segundos y 100 segundos.
- Sumergir la copa completamente en el líquido y girar varias veces para desalojar cualquier burbuja que pueda estar adherida a la superficie interna de la copa.
- Agitar el líquido suavemente para asegurar una temperatura y densidad uniformes.
- Dejar la copa en el líquido durante al menos un minuto.
- Levantar la copa verticalmente fuera del líquido.
- Iniciar el cronómetro en el momento en que la parte superior de la copa, cuando el fluido empiece a romper la superficie del líquido.

- Observar el flujo de líquido desde el orificio y detener el cronómetro en el momento en que se rompe el flujo.

10.4.2 Cálculo de la viscosidad cinética

Para convertir los tiempos de flujo a la viscosidad cinemática (cSt), se utiliza la siguiente fórmula:

$$V = K (t - c)$$

Donde V = Viscosidad cinemática en cSt (mm²/s)

T = Tiempo de flujo en segundos

C= según datos de proveedor

Se considera que el producto tendrá estabilidad de por lo menos un año, si la viscosidad no ha incrementado en un porcentaje menor al 20% con respecto a los datos iniciales. Un aumento de la viscosidad a más del 20% de los datos iniciales es precursor de un posible cremado. (QuimiNet, 2007)

10.5 Quinta etapa

Se realizaron tres test de puntaje compuesto empleando 18 panelistas entrenados de la empresa Exportadora de Nueces de Suchitepéquez, Guatemala; dicho panel sensorial se realizó en las instalaciones de la empresa antes mencionada. Se analizaron tres muestras en cada sesión para no sobrecargar las papilas gustativas de los participantes y puedan comparar las propiedades sensoriales (sabor, olor, color y textura) de las diferentes muestras de mayonesa de aquafaba sin afectar su criterio.

10.5.1 Metodología para el test de puntaje compuesto

Los panelistas participaron en tres sesiones de análisis sensoriales en los cuales cataron tres muestras en cada panel sensorial.

Se tuvo la participación de panelistas entrenados.

Se evaluaron cuatro propiedades sensoriales en la mayonesa de aquafaba siendo: sabor, color, olor, textura (consistencia). Para realizar el test de puntaje compuesto se utilizaron tres boletas de encuesta.

Debido al tamaño de muestras (nueve muestras) que se analizaron en el test de puntaje compuesto, se realizó el test en tres sesiones, para no sobrecargar los receptores gustativos debido a que puede provocar fatiga mental en la toma de decisiones de los evaluadores. En cada panel sensorial se analizaron tres muestras, haciendo un total de nueve muestras.

Los pasos para realizar el test de puntaje compuesto son los siguientes:

- Se pidió la participación de panelistas entrenados.
- Se dio instrucciones a cada panelista, las cuales son:

Enfrente de ustedes encontrarán tres muestras, dichas muestras las tienen que catar y definir el porcentaje de aceptación que obtuvo cada característica sensorial (sabor, olor, color, textura (consistencia)), según su análisis sensorial; los resultados de la percepción sensorial lo pueden anotar con la ayuda de un lapicero en la boleta de Test de Puntaje compuesto, es muy importante que entre cada muestra de mayonesa a catar, tomen agua pura para así desaparecer los sabores residuales de la boca.
- A cada persona se le entregaron tres muestras en cada panel sensorial, en el cual identificaron y compararon las mejores propiedades sensoriales (color, olor, sabor, textura

(consistencia)). Se le dio un vaso de agua pura a cada panelista para que puedan consumirlo entre cada muestra y no se mezclen los sabores de las muestras.

- Se dio una boleta y un lapicero a cada panelista, para que puedan calificar cada muestra según su percepción sensorial de acuerdo al puntaje que establecen las boletas.

10.5.1.1 Muestras

Se prepararon nueve muestras diferentes de mayonesa de aquafaba.

Para almacenar cada muestra se utilizó recipientes plásticos pequeños, cada uno contenía un código con tres dígitos diferentes para lograr identificar cada muestra durante el análisis sensorial.

Tabla 05: códigos de muestras de mayonesa de aquafaba

Fórmula	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Código	456	345	765	713	567	987	235	874	643

Fuente: elaboración propia, 2024

10.5.1.2 Boletas

Se usaron tres boletas (Ver apéndice 1, 2 y 3, pág. 94 - 96) para que los evaluadores puedan comparar y seleccionar las diferentes propiedades de cada muestra, cada boleta contenía tres muestras a analizar. Se tabularon los resultados encontrados con el método de análisis de varianza (Ver anexo 10, pág 85-88).

11 Resultados y discusión

11.1 Resultados

11.1.1 Estabilidad emulsificante y viscosidad

Por medio del método de estabilidad emulsificante que propone la norma COGUANOR 34 142 Mayonesa se define el porcentaje de estabilidad que posee la mayonesa a través de introducir las muestras de mayonesa en un baño María a $37\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 48 horas y para determinar si la mayonesa será estable por más de un año su viscosidad no deberá de incrementar en más del 20% con respecto a los datos iniciales, por lo tanto, para determinar la viscosidad se emplea el método con las copas “Zahn”.

Tabla 06: resultados de % estabilidad y viscosidad de las mayonesas

Temperatura		10 °C						30 °C						50 °C					
Volumen	25%	50%		75%		25%		50%		75%		25%		50%		75%			
Código	456	713		235		345		567		874		643		765		987			
Cálculo	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	Σ	
Antes	Tiempo de caída (seg)	76.33	0.58	49.33	0.58	28.00	0.00	78.67	1.53	56.33	0.58	40.33	0.58	82.67	1.15	52.67	1.53	30.33	0.58
	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1755.67	14.57	1136.00	3.61	638.67	4.16	1805.33	28.68	1297.67	6.66	924.33	10.50	1898.00	21.63	1210.67	37.98	695.00	12.77
	Densidad (g/ml)	1.33	0.06	1.60	0.10	1.60	0.10	1.37	0.06	1.60	0.00	1.50	0.10	1.40	0.10	1.50	0.20	1.37	0.06
	Tiempo de caída	77.00	1.00	44.33	0.58	25.00	1.00	82.00	1.00	56.00	0.00	37.33	0.58	75.00	4.00	46.67	1.53	27.00	1.00
Después	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1765.67	23.12	1017.67	6.66	575.00	23.00	1880.67	23.12	1284.00	2.00	857.33	7.77	1725.00	92.00	1073.33	35.13	621.00	23.00
	Densidad	1.30	0.00	1.60	0.20	1.37	0.06	1.30	0.00	1.43	0.06	1.33	0.06	1.37	0.06	1.50	0.17	1.23	0.12
	gr Precipitado	0.33	0.02	0.29	0.02	0.31	0.03	0.32	0.02	0.29	0.03	0.31	0.02	0.30	0.03	0.29	0.04	0.31	0.03
	Estabilidad %	99.67	0.02	99.71	0.02	99.69	0.03	99.68	0.02	99.71	0.03	99.69	0.02	99.70	0.03	99.71	0.04	99.69	0.03

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 07: porcentajes de aumento o disminución de la viscosidad de las mayonesas de aquafaba para determinación de tiempo de estabilidad emulsificante

Temperatura	10 °C				30 °C				50 °C									
Volumen	25%		50%		25%		50%		25%		50%							
Código	456		713		345		567		643		765							
Cálculo	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ						
% porcentaje de variación de la viscosidad	0.54%	0.47%	11.64%	0.50%	11.16%	5.00%	4.00%	0.43%	1.08%	0.34%	7.80%	0.38%	10.21%	5.57%	12.80%	1.48%	11.96%	3.26%
Conclusión	La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año		La mayonesa es estable por lo menos un año	

Fuente: elaboración propia, 2024

11.1.2 Panel sensorial de puntaje compuesto

A través de un grupo de 18 panelistas entrenados de una empresa exportadora de macadamia, se realizó el panel sensorial de puntaje compuesto con nueve muestras de mayonesa de aquafaba, el análisis sensorial se realizó el 13 y 15 de diciembre de 2023. Cada panel sensorial se compone de 3 muestras, cada grupo de panelistas participaba en 3 paneles sensoriales por día, el tiempo entre cada panel sensorial era de una hora.

Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 08: resultados del panel sensorial Test de Puntaje Compuesto

Temperatura	10 °C						30 °C						50 °C					
Volumen	25%		50%		75%		25%		50%		75%		25%		50%		75%	
Código	456		713		235		345		567		874		643		765		987	
Cálculo	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	Σ	$\bar{X}$	σ	$\bar{X}$	Σ
Color	18.92	2.22	17.97	2.24	16.72	3.89	18.58	3.25	17.00	3.94	15.86	4.60	15.31	4.75	18.56	2.82	18.00	3.28
Sabor	29.06	5.85	26.14	6.77	20.06	8.23	31.19	3.73	25.75	6.19	19.78	9.17	20.39	8.41	31.42	4.28	26.00	5.12
Textura	15.44	7.29	16.92	6.23	15.19	6.80	21.25	3.26	18.31	3.51	15.72	6.21	16.14	5.62	21.81	3.95	19.14	5.35
Olor	16.19	4.23	17.14	3.21	14.67	4.50	18.97	3.11	16.86	4.09	15.25	4.21	15.08	4.92	19.06	2.54	17.69	4.03

Fuente: elaboración propia, 2024

Se logró determinar las calificaciones sensoriales de cada panel.

Tabla 09: resultados de aceptabilidad por el panel sensorial durante el Test de Puntaje Compuesto

Código Sensorial	765	345	987	456	713	567	643	235	874
	31.42	31.19	26.00	29.06	26.14	25.75	20.39	20.06	19.78
Sabor	21.81	21.25	19.14	15.44	16.92	18.31	16.14	15.19	15.72
Olor	19.06	18.97	17.69	16.19	17.14	16.86	15.08	14.67	15.25
Color	18.56	18.58	18.00	18.92	17.97	17.00	15.31	16.72	15.86
Total	90.83	90.00	80.83	79.61	78.17	77.92	66.92	66.64	66.61

Fuente: elaboración propia, 2024

11.2 Discusión de resultados

11.2.1 Estabilidad emulsificante y viscosidad

La mayonesa, al ser un sistema intrínsecamente inestable, requiere la adición de estabilizantes para mejorar el porcentaje de estabilidad emulsificante y prolongar su tiempo de conservación.

Durante las pruebas de estabilidad emulsificante conforme a la norma COGUANOR 34 142 para mayonesa, se determinó que la variación de temperatura y volumen de concentración de aceite y aquafaba en la mayonesa procesada no arrojó diferencias estadísticamente significativas. Por lo tanto, se concluye que ni el volumen ni la temperatura tienen un efecto directo en la estabilidad emulsificante. Posteriormente, al evaluar el porcentaje de estabilidad emulsificante, se observó que no hubo una separación significativa del aceite en la emulsión. Sin embargo, se logró observar que las variables más resistentes a la estabilidad emulsificante fueron de 50°C y 50% de volumen de aquafaba (ver pág. 54 y 55), según los resultados obtenidos.

Se constató que la mayonesa es una emulsión estable, ya que el método de estabilidad emulsificante demostró que puede conservarse durante al menos un año. Esta conclusión se basa en la medición de la viscosidad con copas “Zahn” antes y después de realizar el método. Se observó que la viscosidad no aumentó más del 20%, sino que disminuyó hasta un 15% (ver pág. 54 y 55). Además, se determinó estadísticamente que la temperatura y el volumen influyen directamente en la viscosidad de la mayonesa de aquafaba.

Aunque cada muestra de mayonesa presentó diferentes niveles de estabilidad y viscosidad, se confirmó que la estabilidad emulsificante no se ve afectada de la misma manera que la viscosidad por la variación de temperatura y volumen entre las diferentes muestras. No obstante, todas las muestras de mayonesa demostraron ser estables durante al menos un año, independientemente de su volumen o temperatura de procesamiento (ver pág. 54 y 55).

11.2.2 Panel sensorial de test de puntaje compuesto

Los resultados obtenidos de este estudio revelan una clara influencia tanto de la temperatura como del volumen de concentración en las características sensoriales evaluadas de la mayonesa de aquafaba. A través del análisis estadístico y el panel sensorial de puntaje compuesto, se pudo observar que estas variables tienen un impacto significativo en el color, olor, sabor y textura (consistencia) de la mayonesa.

En primer lugar, con respecto al color, se encontró que tanto la temperatura como el volumen de concentración afectan de manera directa la apariencia visual de la mayonesa. A volúmenes (concentraciones) más altas (75%), se observó resultados bajos según el test y una mayor uniformidad en el color; mientras que a volúmenes más bajos (25%) se obtuvo una mejor homogeneidad en el color (ver pág. 55). Este hallazgo sugiere que el proceso de emulsificación es sensible a este parámetro, lo que puede influir en la percepción del consumidor respecto a la frescura y calidad del producto.

En cuanto al olor y sabor, los resultados indican que tanto la temperatura como el volumen de concentración juegan un papel crucial en la intensidad y el perfil aromático y gustativo de la mayonesa. A volúmenes más altos (75%), se observó punteos más bajos, lo que resultó en un aroma más pronunciado lo que resultó en desagrado en los panelistas, sin embargo, a temperaturas medias (30°C) y volúmenes bajos (25%) se obtuvo una mejor percepción en el olor, creando un olor agradable para los panelistas (ver pág. 56). Por otro lado, menores temperatura (10%) y a mayores volúmenes (75%) tendieron a aumentar la percepción de la acidez y la salinidad en la mayonesa, lo que podría ser atribuido a una mayor concentración de los ingredientes aromatizantes y condimentados provocando que los panelistas tuvieran otra percepción, en cambio a temperaturas

altas (50°C) y volúmenes bajos (25%) se obtuvo una mejor percepción en el sabor, creando un sabor que le gustó a los panelistas (ver pág. 56).

Finalmente, en lo que respecta a la textura o consistencia, se encontró que a mayor volumen (75%) afecta directamente con la viscosidad y la cremosidad de la mayonesa. A volúmenes menores (25%), se obtuvo una textura más densa y firme, mientras que a concentraciones más altas (75%), la mayonesa presentó una consistencia más fluida y suave (ver pág. 56). Este resultado sugiere que el proceso de emulsificación es altamente sensible a este factor, lo que puede influir significativamente en la experiencia sensorial del consumidor al momento de consumir el producto.

Los hallazgos demuestran que la temperatura y el volumen de concentración son variables críticas que afectan las características sensoriales de la mayonesa de aquafaba. Estos resultados tienen implicaciones importantes para la industria alimentaria, ya que proporcionan información valiosa para optimizar los procesos de producción y mejorar la calidad y aceptabilidad del producto final.

12 Conclusiones

1. Las variables analizadas, “temperaturas” y “volúmenes de fase dispersa/dispersante” de las mayonesas elaboradas con el extracto líquido de aquafaba, no afectan la estabilidad emulsificante, la viscosidad de la emulsión, sin embargo si afectan las características sensoriales de la emulsión.
2. Por medio de diferentes métodos utilizados durante el estudio se pudo comparar las tres mayonesas de aquafaba procesadas a diferentes temperaturas y volúmenes, en dicha comparación se obtuvo que la estabilidad emulsificante no se ve afectada y será estable por lo menos un año, sin embargo, la viscosidad y las características sensoriales si se ven afectadas, a través de las pruebas estadística se determina la decisión que establece dicha decisión.
3. Se compararon los resultados de la estabilidad emulsificante de las mayonesas y todas presentaron una mínima separación del aceite; sin embargo, según los datos obtenidos y según a la secuencia de resultados de los porcentajes se determinó esta pequeña separación que se dio en las mayonesas elaboradas a 50% de volumen de aquafaba y 50°C de temperatura.
4. En la medición de la viscosidad por medio de las copas “Zahn” se determinó que la influencia de la temperatura y el volumen si afectan directamente a la viscosidad, se estableció que la viscosidad sufre un descenso del 15% en la mayoría de las mayonesas, sin embargo, como la viscosidad no sufrió un aumento igual o mayor al 20% se deduce que la mayonesa será estable por lo menos un año.
5. Durante el panel de test de puntaje compuesto los panelistas analizaron las nueve muestras de mayonesas por panel, durante dos sesiones del panel sensorial, en el cual se comprobó

que las variables de temperatura y volúmenes sí afectan directamente a las características sensoriales del producto como color, olor, sabor y textura (consistencia).

13 Recomendaciones

1. Realizar pruebas adicionales bajo condiciones extremas de almacenamiento (como temperaturas elevadas o fluctuaciones de temperatura) para confirmar la robustez de la estabilidad emulsificante.
2. Ejecutar mediciones de viscosidad en diferentes etapas del proceso de fabricación para identificar puntos críticos donde se pueden ajustar las variables para obtener una viscosidad consistente.
3. Dado que la estabilidad emulsificante de las mayonesas de aquafaba no se vio afectada por las variaciones de temperatura y volumen, se sugiere enfocarse en optimizar los procesos de producción para mantener una calidad constante a lo largo del tiempo. Además, se podría investigar la posibilidad de ajustar la formulación para mejorar las características sensoriales y la viscosidad del producto sin comprometer su estabilidad.
4. Considerando que se observó una mínima separación del aceite en las mayonesas elaboradas a 50% de volumen de aquafaba y 50°C de temperatura, se sugiere explorar alternativas de formulación o ajustes en el proceso para minimizar este efecto. Sería beneficioso realizar pruebas adicionales para entender mejor las causas de esta separación y encontrar soluciones para garantizar una estabilidad óptima del producto.
5. Dado que la viscosidad de las mayonesas de aquafaba se vio afectada por la temperatura y el volumen, se necesita controlar de cerca estos parámetros durante la producción para garantizar una consistencia deseada en el producto final.
6. Se sugiere investigar métodos adicionales para ajustar la viscosidad y mejorar la textura del producto sin comprometer su estabilidad a largo plazo.
7. Considerando que las variables de temperatura y volumen afectaron las características sensoriales de las mayonesas durante el panel de test de puntaje compuesto, se sugiere

realizar ajustes en el proceso de producción para optimizar estas variables y mejorar la calidad sensorial del producto.

8. Se podría considerar la incorporación de ingredientes o aditivos para realzar el sabor, aroma, color y textura de las mayonesas de aquafaba.

14 Referencias

- Abarzúa, C. F. (2010). *Caracterización reológica de mayonesa formulada con fibra de trigo*. [Tesis de Ingeniería en Alimentos, Universidad de Chile].
http://repositorio.uchile.cl/tesis/uchile/2010/qf-valenzuela_cf/pdfAmont/qf_valenzuela_cf.pdf
- AGRINOVA-SCIENCE. (s.f.). *El cultivo del garbanzo*.
https://www.infoagro.com/documentos/el_cultivo_del_garbanzo.asp
- Álvarez, M. B. (2019). *Emulsiones en alimentos y sus aplicaciones*.
https://www.researchgate.net/publication/346483462_EMULSIONES_EN_ALIMENTOS_Y_SUS_APLICACIONES
- Ávila Torres, J. (s.f.). (2017). *Informe sobre Legumbres, Nutrición y Salud*.
<https://www.fen.org.es/storage/app/media/imgPublicaciones/informe-legumbres-nutricion-y-saludvw.pdf>
- Bengoechea, C. (2006). *Estudio reológico de emulsiones alimentarias estabilizadas con proteínas vegetales*. https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/15859/I_T-1317.pdf?sequence=-1
- Bernardi, L. A. (2020). *Perfil del Garbanzo*.
https://magyp.gob.ar/sitio/areas/ss_mercados_agropecuarios/publicaciones/_archivos/000101_Perfiles/999980_Perfil%20del%20Garbanzo%202020.pdf
- Cabrera Urizar, W. (Agosto de 2017). *Validación de variedades de Garbanzo (Cicer arietinum L); Joyabaj, Quiché*. [Tesis de Licenciatura en Ciencias Agrícolas con Énfasis en Gerencia Agrícola, Universidad Rafael Landívar].
<http://recursosbiblio.url.edu.gt/tesiseortiz/2017/06/14/Cabrera-William.pdf>

COGUANOR. (1982). *COGUANOR* 34 124.

http://www.atpconsultores.com/conservasymermeladas/normas/COGUANOR%20NGO_34_142%20Mayonesa.pdf

COGUANOR. (1982). *COGUANOR* *NGO* 34 142 *Mayonesa*.

http://www.atpconsultores.com/conservasymermeladas/normas/COGUANOR%20NGO_34_142%20Mayonesa.pdf

Diccionario. (2023). *Bivalvo, bivalva*. <https://es.bab.la/diccionario/espanol-ingles/bivalva>

Emulsión Química. (2020). *Emulsión Química: características, fases, tipos, ejemplos*.

<https://www.lifeder.com/emulsion-quimica/>

Fase Dispersa. (2022). *Fase dispersa*. <https://www.lifeder.com/fase-dispersa/>

Fernández, M. (16 de abril de 2022). *Garbanzos o Chícharos (Chik pea), Fuente de fibra, hierro y vitaminas del complejo B*. <http://mplantasyvida.blogspot.com/2012/04/garbanzo-chicharo-chik-pea-pois-chiche.html>

Franco, M. A. (2013). *Reformulación de un aderezo tipo mayonesa con bajo porcentaje de contenido graso para mejorar la estabilidad de la emulsión*. [Tesis de Ingeniería Química, Universidad de San Carlos de Guatemala]. http://biblioteca.usac.edu.gt/tesis/08/08_1321_Q.pdf

Fuchs, L. (4 de enero de 2019). *Aquafaba, el ingrediente mágico*. <https://www.directoalpaladar.com/ingredientes-y-alimentos/aquafaba-el-ingrediente-magico-no-volveras-a-desperdiciar-el-liquido-de-cocer-legumbres>

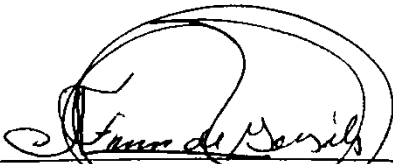
- Gándara, N. (13 de febrero de 2021). *El garbanzo encontró un espacio para crecer en San Luis Sibilá, Momostenango, Totonicapán*. <https://www.prensalibre.com/economia/el-garbanzo-encontro-un-espacio-para-crecer-en-momostenango-totonicapan/>
- Hernández, I. (2021). *Factores que intervienen en la estabilidad de una emulsión agua-aceite...* <https://www.cayrosgroup.com/post/factores-que-intervienen-en-la-estabilidad-de-una-emulsi%C3%B3n-agua-aceite>
- INCAP. (2012). *Tabla de Composición de Alimentos de Centroamérica*. <http://www.incap.int/mesocaribefoods/dmdocuments/tablacalimentos.pdf>
- Jasso, G. (2020). *Aquafaba*. <https://www.lacontrabarra.com/blog/aquafaba>
- López, M. A. (2018). *Técnicas modernas en el análisis sensorial de los alimentos*. [Tesis de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Universidad Agraria La Molina]. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/items/e5db4b4c-7f6d-4148-a292-61da4c671f21>
- Lorentzen, S. R. (14 de noviembre de 2020). *¿Qué es Aquafaba?*. <https://hazlovegan.com/que-es-aquafaba-casera/>
- Martínez, J. (2017). *Características físicas del ultrasonido*. <https://diplomadomedico.com/caracteristicas-fisicas-del-ultrasonido/#:~:text=El%20USG%20se%20define%20entonces,20.000%20ciclos%20%2F%20segundo%20o%2020>
- Martínez, S. S. (2013). *Elaboración de una mayonesa tipo baja en colesterol a través de la sustitución de yema de huevo por Quitosán*. [Tesis de Ingeniería en Alimentos, Universidad Nacional Autónoma de México]. <http://132.248.9.195/ptd2013/enero/0687284/0687284.pdf>

- Meda, A. T. (2019). *Producción de Aquafaba a Partir de Garbanzos Naturales*.
https://www.researchgate.net/publication/339830956_PRODUCION_DE_AQUAFABA_A_PARTIR_DE_GARBANZOS_NATURALES
- Montes, E. G. (2010). *Factores que Afectan la Estabilidad de las Emulsiones*.
<https://es.scribd.com/document/257831605/Factores-Que-Afectan-La-Estabilidad-de-Las-Emulsiones>
- Muñoz, M. d. (2007). *Avances en la formulación de emulsiones*.
<http://alimentos.web.unq.edu.ar/wpcontent/uploads/sites/57/2016/03/Emulsionantes.pdf>
- Ordoñez, M. M. (2018). *Determinación de la concentración de ácido fólico biodisponible en la formulación de una bebida tipo atole elaborada a partir de las harinas de garbanzo (Cicer arietinum) y chía (Salvia hispánica)*. [Tesis de Ingeniería en Alimentos, Universidad de San Carlos de Guatemala].
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/9130/1/TRABAJO%20DE%20GRADUACION-Ingenieria%20en%20Alimentos-Magdalena%20Gonz%C3%A1lez.pdf>
- Peralta, R. (2014). *Área de consolidación Gestión de la Producción de Agroalimentos*.
<https://core.ac.uk/download/pdf/72040655.pdf>
- Pérez Chiquito, Y. d. (2013). *Análisis comparativo de propiedades, textura y estabilidad de mayonesas comerciales*. [Tesis de Maestría Universitaria en Biotecnología Alimentaria, Universidad de Oviedo de España].
<https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/19089/TFM%20Yarima%20Perez%20Chiquito.pdf?sequence=3&isAllowed=y>
- RAE. (2022). *Emulgente*. <https://dpej.rae.es/lema/emulgente>

- Schlumberger. (2022). *Coalescencia*. <https://glossary.slb.com/es/terms/c/coalescence>
- Schlumberger. (2023). *Inmiscible*. <https://glossary.slb.com/es/terms/i/immiscible>
- Sinavimo. (s.f.). *Cicer arietinum*. <https://www.sinavimo.gob.ar/cultivo/cicer-arietinum>
- Sohneg, S. (28 de agosto de 2024). *Aquafaba (clara de huevo vegana, sustituto de clara de huevo)*. <https://www.diet-health.info/es/recetas/ingredientes/in/kj9431-aquafaba-clara-de-huevo-vegana>
- Spiegato. (2021). *¿Qué es la maduración de Ostwald?*. <https://spiegato.com/es/que-es-la-maduracion-de-ostwald>
- Tapia Calle, A., & Pinguil Guamán, N. (14 de octubre de 2020). *Propuesta de postres veganos elaborados con harinas de trigo, almendras y camote sin refinar*. <https://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/34874>
- Veas, R., & Peralta, R. (2014). *Garbanzo: usos alternativos para generar valor agregado alñdescarte*. https://rdu.unc.edu.ar/bitstream/handle/11086/1808/Peralta%20_%20Veas%20%20Garbanzo.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Vélez, A. R. (2013). *Propiedades nutricionales y funcionales del garbanzo (Cicer arietinum L.)*. https://www.researchgate.net/profile/VickyAguilar/publication/319185894_Propiedades_nutricionales_y_funcionales_del_garbanzo_Cicer_arietinum_L/links/5999e8dbaca272e41d3ec59c/Propiedades-nutricionales-y-funcionales-del-garbanzo-Cicer-arietinum-L.pdf
- Vera, H. (2008). *Evaluación sensorial*. [Tesis de Ingeniería en Alimentos, Universidad Politécnica Nacional de México]. <https://www.ipn.mx/assets/files/ceprobi/docs/enaf/sensorial.pdf>

Villatoro Ventura, E. (junio de 2015). *Desarrollo De Una Mayonesa Para Veganos Sustituyendo El Huevo Por Bebida De Soya (Glycine Max) Utilizando Como Espesante Goma Xantan*. [Tesis de Ingeniería en Alimentos, Universidad Dr. José Matías Delgado de El Salvador]. <https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BIBLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0002224-ADTESBD.pdf>

Witting de Penna, E. (2001). *Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos*. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/12143>


Lcda. Ana Teresa Cap Yes de González
Bib. Ciencias Inf. Doc. CUNSUROC



15 Anexos

Anexo 1 Tabla de varianza de 0.05 probabilidad

Tabla 5. VALORES F DE LA DISTRIBUCIÓN F DE FISHER

 $1 - \alpha = 0.95$ v_1 = grados de libertad del numerador $1 - \alpha = P (F \leq f_{\alpha, v_1, v_2})$ v_2 = grados de libertad del denominador

$v_2 \backslash v_1$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
1	161.446	199.499	215.707	224.583	230.160	233.988	236.767	238.884	240.543	241.882	242.981	243.905	244.690	245.363	245.949	246.466	246.917	247.324	247.688	248.016
2	18.513	19.000	19.164	19.247	19.296	19.329	19.353	19.371	19.385	19.396	19.405	19.412	19.419	19.424	19.429	19.433	19.437	19.440	19.443	19.446
3	10.128	9.552	9.277	9.117	9.013	8.941	8.887	8.845	8.812	8.785	8.763	8.745	8.729	8.715	8.703	8.692	8.683	8.675	8.667	8.660
4	7.709	6.944	6.591	6.388	6.256	6.163	6.094	6.041	5.999	5.964	5.936	5.912	5.891	5.873	5.858	5.844	5.832	5.821	5.811	5.803
5	6.608	5.786	5.409	5.192	5.050	4.950	4.876	4.818	4.772	4.735	4.704	4.678	4.655	4.636	4.619	4.604	4.590	4.579	4.568	4.558
6	5.987	5.143	4.757	4.534	4.387	4.284	4.207	4.147	4.099	4.060	4.027	4.000	3.976	3.956	3.938	3.922	3.908	3.896	3.884	3.874
7	5.591	4.737	4.347	4.120	3.972	3.866	3.787	3.726	3.677	3.637	3.603	3.575	3.550	3.529	3.511	3.494	3.480	3.467	3.455	3.445
8	5.318	4.459	4.066	3.838	3.688	3.581	3.500	3.438	3.388	3.347	3.313	3.284	3.259	3.237	3.218	3.202	3.187	3.173	3.161	3.150
9	5.117	4.256	3.863	3.633	3.482	3.374	3.293	3.230	3.179	3.137	3.102	3.073	3.048	3.025	3.006	2.989	2.974	2.960	2.948	2.936
10	4.965	4.103	3.708	3.478	3.326	3.217	3.135	3.072	3.020	2.978	2.943	2.913	2.887	2.865	2.845	2.828	2.812	2.798	2.785	2.774
11	4.844	3.982	3.587	3.357	3.204	3.095	3.012	2.948	2.896	2.854	2.818	2.788	2.761	2.739	2.719	2.701	2.685	2.671	2.658	2.646
12	4.747	3.885	3.490	3.259	3.106	2.996	2.913	2.849	2.796	2.753	2.717	2.687	2.660	2.637	2.617	2.599	2.583	2.568	2.555	2.544
13	4.667	3.806	3.411	3.179	3.025	2.915	2.832	2.767	2.714	2.671	2.635	2.604	2.577	2.554	2.533	2.515	2.499	2.484	2.471	2.459
14	4.600	3.739	3.344	3.112	2.958	2.848	2.764	2.699	2.646	2.602	2.565	2.534	2.507	2.484	2.463	2.445	2.428	2.413	2.400	2.388
15	4.543	3.682	3.287	3.056	2.901	2.790	2.707	2.641	2.588	2.544	2.507	2.475	2.448	2.424	2.403	2.385	2.368	2.353	2.340	2.328
16	4.494	3.634	3.239	3.007	2.852	2.741	2.657	2.591	2.538	2.494	2.456	2.425	2.397	2.373	2.352	2.333	2.317	2.302	2.288	2.276
17	4.451	3.592	3.197	2.965	2.810	2.699	2.614	2.548	2.494	2.450	2.413	2.381	2.353	2.329	2.308	2.289	2.272	2.257	2.243	2.230
18	4.414	3.555	3.160	2.928	2.773	2.661	2.577	2.510	2.456	2.412	2.374	2.342	2.314	2.290	2.269	2.250	2.233	2.217	2.203	2.191
19	4.381	3.522	3.127	2.895	2.740	2.628	2.544	2.477	2.423	2.378	2.340	2.308	2.280	2.256	2.234	2.215	2.198	2.182	2.168	2.155
20	4.351	3.493	3.098	2.866	2.711	2.599	2.514	2.447	2.393	2.348	2.310	2.278	2.250	2.225	2.203	2.184	2.167	2.151	2.137	2.124
21	4.325	3.467	3.072	2.840	2.685	2.573	2.488	2.420	2.366	2.321	2.283	2.250	2.222	2.197	2.176	2.156	2.139	2.123	2.109	2.096
22	4.301	3.443	3.049	2.817	2.661	2.549	2.464	2.397	2.342	2.297	2.259	2.226	2.198	2.173	2.151	2.131	2.114	2.098	2.084	2.071
23	4.279	3.422	3.028	2.796	2.640	2.528	2.442	2.375	2.320	2.275	2.236	2.204	2.175	2.150	2.128	2.109	2.091	2.075	2.061	2.048
24	4.260	3.403	3.009	2.776	2.621	2.508	2.423	2.355	2.300	2.255	2.216	2.183	2.155	2.130	2.108	2.088	2.070	2.054	2.040	2.027
25	4.242	3.385	2.991	2.759	2.603	2.490	2.405	2.337	2.282	2.236	2.198	2.165	2.136	2.111	2.089	2.069	2.051	2.035	2.021	2.007
26	4.225	3.369	2.975	2.743	2.587	2.474	2.388	2.321	2.265	2.220	2.181	2.148	2.119	2.094	2.072	2.052	2.034	2.018	2.003	1.990
27	4.210	3.354	2.960	2.728	2.572	2.459	2.373	2.305	2.250	2.204	2.166	2.132	2.103	2.078	2.056	2.036	2.018	2.002	1.987	1.974
28	4.196	3.340	2.947	2.714	2.558	2.445	2.359	2.291	2.236	2.190	2.151	2.118	2.089	2.064	2.041	2.021	2.003	1.987	1.972	1.959
29	4.183	3.328	2.934	2.701	2.545	2.432	2.346	2.278	2.223	2.177	2.138	2.104	2.075	2.050	2.027	2.007	1.989	1.973	1.958	1.945
30	4.171	3.316	2.922	2.690	2.534	2.421	2.334	2.266	2.211	2.165	2.126	2.092	2.063	2.037	2.015	1.995	1.976	1.960	1.945	1.932
40	4.085	3.232	2.839	2.606	2.449	2.336	2.249	2.180	2.124	2.077	2.038	2.003	1.974	1.948	1.924	1.904	1.885	1.868	1.853	1.839
50	4.034	3.183	2.790	2.557	2.400	2.286	2.199	2.130	2.073	2.026	1.986	1.952	1.921	1.895	1.871	1.850	1.831	1.814	1.798	1.784
60	4.001	3.150	2.758	2.525	2.368	2.254	2.167	2.097	2.040	1.993	1.952	1.917	1.887	1.860	1.836	1.815	1.796	1.778	1.763	1.748
70	3.978	3.128	2.736	2.503	2.346	2.231	2.143	2.074	2.017	1.969	1.928	1.893	1.863	1.836	1.812	1.790	1.771	1.753	1.737	1.722
80	3.960	3.111	2.719	2.486	2.329	2.214	2.126	2.056	1.999	1.951	1.910	1.875	1.845	1.817	1.793	1.772	1.752	1.734	1.718	1.703
90	3.947	3.098	2.706	2.473	2.316	2.201	2.113	2.043	1.986	1.938	1.897	1.861	1.830	1.803	1.779	1.757	1.737	1.720	1.703	1.688
100	3.936	3.087	2.696	2.463	2.305	2.191	2.103	2.032	1.975	1.927	1.886	1.850	1.819	1.792	1.768	1.746	1.726	1.708	1.691	1.676
200	3.888	3.041	2.650	2.417	2.259	2.144	2.056	1.985	1.927	1.878	1.837	1.801	1.769	1.742	1.717	1.694	1.674	1.656	1.639	1.623
500	3.860	3.014	2.623	2.390	2.232	2.117	2.028	1.957	1.899	1.850	1.808	1.772	1.740	1.712	1.686	1.664	1.643	1.625	1.607	1.592
1000	3.851	3.005	2.614	2.381	2.223	2.108	2.019	1.948	1.889	1.840	1.798	1.762	1.730	1.702	1.676	1.654	1.633	1.614	1.597	1.581

Fuente: (Inferencialuic, 2017)

Anexo 2 COGUANOR 34 124 de Mayonesa

1/8

COMISION GUATEMALTECA DE NORMAS -COGUANOR- MINISTERIO DE ECONOMIA, GUATEMALA, C.A.

	MAYONESA. Especificaciones		COGUANOR NGO 34 142
1. OBJETO			
Esta norma tiene por objeto definir las características y establecer los requisitos que debe presentar la mayonesa producida en el país o de origen importado.			
2. NORMAS COGUANOR A CONSULTAR			
COGUANOR NGO	4 010	Sistema de Unidades	
COGUANOR NGO	34 025	Sal para conservar y como aditivo de alimentos	
COGUANOR NGO	34 033	Azúcar blanco sin refinar	
COGUANOR NGO	34 034	Azúcar refinado	
COGUANOR NGO	34 039	Etiquetado de productos alimenticios para consumo humano	
COGUANOR NGO	34 074	Aceite comestible de semilla de algodón	
COGUANOR NGO	34 093	Aceite comestible de ajonjolí (sésamo)	
COGUANOR NGO	34 094	Aceite comestible de maní (cacahuete)	
COGUANOR NGO	34 124	Aceite comestible de maíz	
COGUANOR NGO	34 143 h1	Mayonesa. Determinación de humedad	
COGUANOR NGO	34 143 h2	Mayonesa. Determinación de grasa total	
COGUANOR NGO	34 143 h3	Mayonesa. Determinación del índice de Peróxidos	
COGUANOR NGO	34 143 h4	Mayonesa. Determinación de colesterol	
COGUANOR NGO	34 143 h5	Mayonesa. Verificación de mezcla de grasas vegetales con grasas animales distintas de la grasa de la yema de huevo	
COGUANOR NGO	34 143 h6	Mayonesa. Determinación del contenido de yema de huevo	
COGUANOR NGO	34 143 h7	Mayonesa. Determinación de gomas. Prueba cualitativa	
COGUANOR NGO	34 143 h8	Mayonesa. Determinación de alginatos. Prueba cualitativa	
COGUANOR NGO	34 143 h9	Mayonesa. Determinación de carboximetil celulosa	
COGUANOR NGO	34 143 h10	Mayonesa. Determinación de impurezas	
COGUANOR NGO	34 143 h11	Mayonesa. Determinación de almidón	
COGUANOR NGO	34 143 h12	Mayonesa. Determinación de gelatina.	
3. DEFINICIONES			
3.1 Mayonesa: Es el alimento constituido por una emulsión semisólida preparada con yema de huevo o huevo entero, aceite comestible vegetal, ingredientes acidificantes y adicionada o no de ingredientes saborizantes tales como sal, especias y azúcar.			
3.2 Lote: Es la cantidad de producto proveniente de una bolsa de una sola tanda de fabricación de características presumiblemente uniformes y que debe someterse a inspección como conjunto unitario.			
3.2 Embalaje: Es todo recipiente destinado a contener envases individuales, con el fin específico de protegerlos y facilitar su manipulación.			
C o n t i n u a			
Publicada en el Diario Oficial el 8 de diciembre de 1982.			

Fuente: (COGUANOR 34 124, 1982)

Anexo 3 Método estadístico “Experimento Factorial”

Modelo estadístico: $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$;

En donde:

$$i = 1, 2, \dots, a; \quad j = 1, 2, \dots, b; \quad k = 1, 2, \dots, n;$$

Hipótesis a evaluar:

Con un diseño factorial a x b interesa estudiar los tres efectos A, B y AB. Así, en primera instancia se pueden plantear los tres pares de hipótesis siguientes:

$$H_0 : \text{EfectoA} = 0$$

$$H_0 : \text{EfectoB} = 0$$

$$H_0 : \text{EfectoAB} = 0$$

$$H_A : \text{EfectoA} \neq 0$$

$$H_A : \text{EfectoB} \neq 0$$

$$H_A : \text{EfectoAB} \neq 0$$

Tabla ANOVA para diseño factorial de dos factores.

Fuente de variabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fo	F crítica
Efecto A	SC_A	a-1	CM_A	CM_A / CM_E	$F_{\alpha (a-1), ab(n-1)}$
Efecto B	SC_B	b-1	CM_B	CM_B / CM_E	$F_{\alpha (b-1), ab(n-1)}$
Efecto AB	SC_{AB}	(a-1) (b-1)	CM_{AB}	CM_{AB} / CM_E	$F_{\alpha (a-1)(b-1), ab(n-1)}$
Error	SC_E	Ab (n-1)	CM_E		
Total	SC_T	Abn - 1			

Donde:

$$Y_{...} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$$\bar{Y}_{...} = \frac{Y_{...}}{abn}$$

$$Y_{i..} = \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$$\bar{Y}_{i..} = \frac{Y_{i..}}{bn} \quad i = 1, 2, \dots, a$$

$$Y_{.j.} = \sum_{i=1}^a \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$$\bar{Y}_{.j.} = \frac{Y_{.j.}}{an} \quad j = 1, 2, \dots, b$$

$$Y_{ij\cdot} = \sum_{k=1}^n Y_{ijk}$$

$$\bar{Y}_{ij\cdot\cdot} = \frac{Y_{ij\cdot}}{n}$$

$$SC_A = \sum_{i=1}^a \frac{Y_{i\cdot\cdot}^2}{bn} - \frac{Y^2_{\dots}}{N}$$

$$SC_T = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \sum_{k=1}^n Y_{ijk}^2 \cdot \frac{Y^2_{\dots}}{N} ,$$

$$SC_B = \sum_{j=1}^b \frac{Y_{\cdot j\cdot}^2}{bn} - \frac{Y^2_{\dots}}{N}$$

$$SC_E = SC_T - SC_A - SC_B - SC_{AB} \bullet$$

$$SC_{AB} = \sum_{i=1}^a \sum_{j=1}^b \frac{Y_{ij\cdot}^2}{n} - \frac{Y^2_{\dots}}{N} SC_A - SC_B$$

Fuente: (Pérez J. , 2021)

Anexo 4 Análisis de Anova

$H_{\text{alternativa}}$: $\mu_1 = \mu_k$ (Las medias de las poblaciones/tratamientos/grupos son iguales)

H_{nula} : No todas las μ_j son iguales.

Tabla para el análisis de varianza

Fuente de Variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F
Entre las muestras	$SC_{\text{Trat}} = \sum_{i=1}^K n_i (\bar{x}_i - \bar{x}_{..})^2$	$k - 1$	$CM_{\text{Trat}} = \frac{SC_{\text{Trat}}}{k - 1}$	$F = \frac{CM_{\text{Trat}}}{CM_{\text{Error}}}$
Dentro de las muestras	$SC_{\text{Error}} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_i)^2$	$N - 1$	$CM_{\text{Error}} = \frac{SC_{\text{Error}}}{N - k}$	
Total	$SC_{\text{Total}} = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} (x_{ij} - \bar{x}_{..})^2$	$N - 1$		

Se rechazará H_0 y concluir que hay diferencias en las medias de los tratamientos si:

$$F_0 > F_{\alpha, k-1, n-k}$$

F_0 que sigue una distribución F con k-1 y N-k grados de libertad.

$$SC_{\text{Trat}} = \sum_{i=1}^K \frac{1}{n_i} x_{i..}^2 - \frac{X^2}{N} \quad SC_T = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^{n_i} x_{ij}^2 - \frac{X^2}{N} \quad SC_{\text{Error}} = SC_T - SC_{\text{Trat}}$$

Fuente: (Estadístico, 2022)

Anexo 5 Especificaciones de Copas “Zahn”

Aperture (mm/inch)	φ 2.00 / 0.08	φ 2.74 / 0.11	φ 3.76 / 0.15	φ 4.26 / 0.17	φ 5.28 / 0.21
Outflow Time (sec)	35 – 90	20 – 90	20 – 90	20 - 90	20 - 90
Viscosity Range (Cst)	7 – 68	21 – 266	145 - 966	222 - 1258	460 - 2070
Viscosity Conversion formula $v = k (t - c)$	$V = 1.1 (t - 29)$	$V = 3.5 (t - 14)$	$V = 11.7 (t - 7.5)$	$V = 14.8 (t - 5)$	$V = 23 t$
Application	Very Thin	Thin Oil, Paint Lacquer	Medium Oil Mixed Paint	Viscous Liquid and Mixtures	Very Viscous Mixtures
Attention: The viscosity of liquid mainly depends on the temperature. The higher the temperature, the lower the viscosity. When there is a large deviation in the test value, most of it is caused by temperature factors. Therefore, during the test, special attention should be paid to ensure that the temperature is constant and the temperature fluctuation value does not exceed 0.2 °C					

Fuente: (BAOSHISHAN, 2024)

Anexo 6 Resultados de estabilidad emulsificante y viscosidad

Tabla 10: resultados de % estabilidad y viscosidad de la mayonesa 456, 713 y 235

Temperatura		10°C								
Volumen		25%			50%			75%		
Código		456			713			235		
Repetición		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Antes	Tiempo de caída (seg)	77	76	76	49	49	50	28	28	28
	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1771	1742	1754	1133	1135	1140	642	634	640
	Densidad (g/ml)	1.3	1.3	1.4	1.5	1.6	1.7	1.7	1.5	1.6
Después	Tiempo de caída	78	76	77	44	44	45	25	26	24
	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1790	1744	1763	1016	1012	1025	575	598	552
	Densidad	1.3	1.3	1.3	1.8	1.4	1.6	1.4	1.3	1.4
	gr Precipitado	0.33	0.31	0.34	0.28	0.27	0.31	0.33	0.28	0.31
	Estabilidad %	99.67	99.69	99.66	99.72	99.73	99.69	99.67	99.72	99.69

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 11: resultados de % estabilidad y viscosidad de la mayonesa 456, 713 y 235

Temperatura		30°C								
Volumen Código Repetición		25% 345			50% 567			75% 874		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Antes	Tiempo de caída (seg)	80	77	79	57	56	56	40	40	41
	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1832	1775	1809	1305	1292	1296	924	914	935
	Densidad (g/ml)	1.3	1.4	1.4	1.6	1.6	1.6	1.6	1.4	1.5
Después	Tiempo de caída	83	81	82	56	56	56	37	37	38
	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1905	1859	1878	1286	1282	1284	855	851	866
	Densidad	1.3	1.3	1.3	1.5	1.4	1.4	1.3	1.4	1.3
	gr Precipitado	0.3	0.34	0.32	0.31	0.26	0.29	0.29	0.33	0.32
	Estabilidad %	99.7	99.66	99.68	99.69	99.74	99.71	99.71	99.67	99.68

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 12: resultados de % estabilidad y viscosidad de la mayonesa 643, 765 y 987

Temperatura		50°C								
Volumen Código Repetición		25% 643			50% 765			75% 987		
		1	2	3	1	2	3	1	2	3
Antes	Tiempo de caída (seg)	84	82	82	53	51	54	30	30	31
	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1922	1880	1892	1229	1167	1236	684	692	709
	Densidad (g/ml)	1.3	1.4	1.5	1.7	1.3	1.5	1.4	1.3	1.4
Después	Tiempo de caída	75	71	79	48	45	47	27	26	28
	Viscosidad (Centistokes) con copas “Zahn” No. 5	1725	1633	1817	1104	1035	1081	621	598	644
	Densidad	1.4	1.4	1.3	1.3	1.6	1.6	1.3	1.1	1.3
	gr Precipitado	0.28	0.34	0.29	0.28	0.26	0.33	0.31	0.34	0.29
	Estabilidad %	99.72	99.66	99.71	99.72	99.74	99.67	99.69	99.66	99.71

Fuente: elaboración propia, 2024

Anexo 7 Experimento factorial

Por medio del método estadístico “Experimento Factorial” se analizaron los datos encontrados, por lo tanto, la hipótesis es la siguiente:

Ho : Efecto de Volumen % (A) = 0

Ha : Efecto de Volumen % (A) $\neq$ 0

Ho : Efecto de Temperatura °C (B) = 0

Ha : Efecto de Temperatura °C (B) $\neq$ 0

Ho : Volumen % X Temperatura °C (AB) = 0

Ha : Volumen % X Temperatura °C (AB) $\neq$ 0

Ho : Hipótesis Nula

Ha : Hipótesis Alterna

Estabilidad emulsificante de las mayonesas de aquafaba

Tabla 13: decisión estadística de la estabilidad emulsificante de las mayonesas

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fo.	F Crítica	Decisión	Influencia en los efectos
Efecto A (Volumen %)	0.00423	2	0.002115	3.32	3.55	Se acepta la hipótesis nula	El efecto A (Volumen %) no influye en la estabilidad de la emulsión.
Efecto B (Temperatura °C)	0.000119	2	0.000059	0.09	3.55	Se acepta la hipótesis nula	El efecto B (Temperatura °C) no influye en la estabilidad de la emulsión.
Efecto AB (Volumen % y Temperatura °C)	0.000859	4	0.000215	0.34	2.93	Se acepta la hipótesis nula	El efecto AB (Volumen % y Temperatura °C) no influye en la estabilidad de la emulsión.
Error	0.011467	18	0.000637				
Total	0.016674	26					

Fuente: elaboración propia con Minitab, 2024

Tabla 14: decisión estadística de la viscosidad antes del método de estabilización emulsificantes de las mayonesas

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fo.	F Crítica	Decisión	Influencia en los efectos
Efecto A (Volumen %)	5153779	2	2576889	7042.82	3.55	Se acepta la hipótesis alterna	El efecto A (Volumen %) influye en la viscosidad.
Efecto B (Temperatura °C)	123916	2	61958	169.34	3.55	Se acepta la hipótesis alterna	El efecto B (Temperatura °C) influye en la viscosidad.
Efecto AB (Volumen % y Temperatura °C)	84050	4	21012	57.43	2.93	Se acepta la hipótesis alterna	El efecto AB (Volumen % y Temperatura °C) influye en la viscosidad.
Error	6586	18	366				
Total	5368330	26					

Fuente: elaboración propia con Minitab, 2024

Viscosidad después del método de estabilidad emulsificante de las mayonesas de aquafaba.

Tabla 15: Decisión estadística de la viscosidad después del método de estabilización emulsificantes de las mayonesas

Fuente de Variabilidad	Suma de Cuadrados	Grados de Libertad	Cuadrado Medio	Fo.	F Crítica	Decisión	Influencia en los efectos
Efecto A (Volumen %)	5580425	2	2790212	2104.29	3.55	Se acepta la hipótesis alterna	El efecto A (Volumen %) influye en la viscosidad después del método de estabilidad emulsificante
Efecto B (Temperatura °C)	269127	2	134564	101.48	3.55	Se acepta la hipótesis alterna	El efecto B (Temperatura °C) influye en la viscosidad después del método de estabilidad emulsificante
Efecto AB (Volumen % y Temperatura °C)	26078	4	6519	4.92	2.93	Se acepta la hipótesis alterna	El efecto AB (Volumen % y Temperatura °C) influye en la viscosidad después del método de estabilidad emulsificante
Error	23867	18	1326				
Total	5899497	26					

Fuente: elaboración propia con Minitab, 2024

Anexo 8 Estabilidad emulsificante

Cada mayonesa de aquafaba se sometió a una prueba de estabilización emulsificante, se tomó la viscosidad antes y después de someterlo a la prueba y se obtuvo los porcentajes de variación de la estabilidad de la mayonesa de aquafaba.

Tabla 16: porcentajes de aumento o disminución de la viscosidad de las mayonesas de aquafaba 456, 713 y 235 para determinación de tiempo de estabilidad emulsificante

Temperatura		10°C							
Volumen		25%			50%			75%	
Código		456			713			235	
Repetición	1	2	3	1	2	3	1	2	3
% porcentaje de variación de la viscosidad	1.05%	0.11%	0.47%	-11.52%	-12.19%	-11.22%	-11.63%	-5.94%	-15.90%
Conclusión	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 17: porcentajes de aumento o disminución de la viscosidad de las mayonesas de aquafaba 345, 567 y 874 para determinación de tiempo de estabilidad emulsificante

Temperatura		30°C							
Volumen		25%			50%			75%	
Código		345			567			874	
Repetición	1	2	3	1	2	3	1	2	3
% porcentaje de variación de la viscosidad	3.84%	4.49%	3.67%	-1.46%	-0.81%	-0.97%	-8.06%	-7.37%	-7.97%
Conclusión	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 18: porcentajes de aumento o disminución de la viscosidad de las mayonesas de aquafaba 643, 765 y 987 para determinación de tiempo de estabilidad emulsificante.

Temperatura				50°C					
Volumen	25%			50%			75%		
Código	643			765			987		
Repetición	1	2	3	1	2	3	1	2	3
% porcentaje de variación de la viscosidad	-11.39%	-15.10%	-4.14%	-11.36%	-12.72%	-14.31%	-10.10%	-15.73%	-10.06%
Conclusión	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año	La mayonesa es estable por lo menos un año

Fuente: elaboración propia, 2024

Anexo 9 Análisis sensorial

Cada mayonesa de aquafaba presentó una estabilidad diferente, a continuación, se presentan un resumen de los resultados obtenidos y su porcentaje según las muestras sometidas al método de estabilidad emulsificante.

Tabla 19: escala de porcentajes de estabilidad emulsificante de mayor a menor

Código	Volumen de aquafaba %	Temperatura ° C	Repetición	Estabilidad %	Porcentaje total
765	25	50	2	99.74	7.41%
567	50	30	2	99.74	
713	50	10	2	99.73	3.70%
643	75	50	1	99.72	14.81%
765	25	50	1	99.72	
713	50	10	1	99.72	
235	75	10	2	99.72	
643	75	50	3	99.71	14.81%
987	50	50	3	99.71	
567	50	30	3	99.71	
874	75	30	1	99.71	
345	25	30	1	99.7	3.70%
987	50	50	1	99.69	18.52%
567	50	30	1	99.69	
456	25	10	2	99.69	
713	50	10	3	99.69	
235	75	10	3	99.69	
345	25	50	3	99.68	7.41%
874	75	30	3	99.68	
765	25	50	3	99.67	14.81%
874	75	30	2	99.67	
456	25	10	1	99.67	
235	75	10	1	99.67	
643	75	50	2	99.66	14.81%
987	50	50	2	99.66	
345	25	50	2	99.66	
456	25	10	3	99.66	

Fuente: elaboración propia, 2024

Anexo 10 Resultados del panel sensorial

Por medio del panel sensorial de puntaje compuesto se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla 20: resultados de la variable color en el panel sensorial Test de Puntaje Compuesto

COLOR									
Juez	345	567	874	765	987	643	456	713	235
1	15	10	10	15	15	15	15	15	15
1	15	10	10	20	15	10	20	15	10
2	18	20	20	15	15	5	20	15	10
2	20	18	20	20	15	5	20	15	10
3	20	10	5	20	20	20	20	20	20
3	20	15	5	20	20	18	20	20	20
4	20	20	20	20	15	20	20	20	20
4	20	20	15	20	15	20	20	20	15
5	20	20	20	20	15	10	20	20	20
5	20	19	20	20	20	10	20	20	20
6	10	15	10	10	15	10	15	20	15
6	5	5	5	15	15	10	15	15	10
7	20	20	19	20	20	20	20	18	15
7	20	20	19	20	20	15	20	20	15
8	20	17	15	20	17	16	20	17	18
8	15	15	15	20	15	14	20	15	15
9	20	20	18	20	20	20	20	16	14
9	20	20	17	20	29	15	20	15	15
10	20	10	15	20	15	10	20	15	10
10	20	15	15	20	20	15	15	20	15
11	20	20	20	20	20	20	19	19	19
11	22	20	15	10	20	15	12	20	10
12	19	20	18	20	20	20	20	19	19
12	20	15	20	20	20	25	20	20	25
13	18	20	18	15	18	15	20	18	15
13	19	20	17	18	19	15	20	17	16
14	20	15	20	20	20	20	20	20	20
14	18	15	20	20	15	20	20	20	20
15	20	15	10	20	20	20	15	15	20
15	20	20	20	20	20	10	20	20	20
16	20	18	15	20	20	19	20	18	18
16	20	20	15	20	20	19	20	20	18
17	20	20	20	15	20	15	20	20	20
17	20	20	20	15	20	15	20	20	20
18	15	15	15	20	15	15	15	15	20
18	20	20	15	20	10	10	20	15	20

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 21: resultados de la variable sabor en el panel sensorial Test de Puntaje Compuesto

SABOR									
Juez	345	567	874	765	987	643	456	713	235
1	30	20	20	30	20	15	25	30	20
1	35	30	20	35	20	20	30	30	20
2	27	28	26	30	20	10	30	30	10
2	30	29	27	35	20	15	35	20	10
3	25	15	5	28	29	29	28	30	29
3	25	15	7	29	25	29	30	30	30
4	30	25	30	35	25	30	10	25	30
4	30	30	30	35	30	30	10	25	30
5	35	30	15	35	35	20	30	25	20
5	35	30	15	30	35	20	30	25	20
6	30	20	10	35	20	10	30	20	10
6	30	20	10	35	20	10	30	20	10
7	35	32	25	35	30	25	32	35	30
7	35	33	30	35	35	20	30	35	30
8	32	30	25	32	28	20	30	20	20
8	35	30	25	32	30	20	30	20	20
9	29	30	34	30	29	35	35	30	28
9	30	30	33	30	30	35	30	30	25
10	30	20	10	30	20	15	25	15	10
10	30	30	10	30	20	15	30	15	10
11	30	25	10	30	25	10	25	33	10
11	30	25	10	30	25	10	25	33	10
12	35	25	10	35	30	30	34	25	20
12	35	25	10	35	30	30	35	25	20
13	35	25	20	35	25	15	35	20	15
13	35	20	20	35	25	16	35	25	15
14	30	10	10	30	20	10	25	10	5
14	30	15	10	30	20	10	25	10	10
15	35	30	15	35	25	10	32	30	20
15	35	30	20	35	25	10	35	30	20
16	35	30	30	35	33	30	35	30	25
16	35	30	30	30	32	30	35	30	20
17	20	35	35	20	30	30	25	35	35
17	25	35	35	30	30	30	25	35	35
18	30	20	20	20	20	20	30	30	25
18	30	20	20	20	20	20	30	30	25

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 22: resultados de la variable Textura en el panel sensorial Test de Puntaje Compuesto

TEXTURA									
Juez	345	567	874	765	987	643	456	713	235
1	20	20	10	20	20	10	20	25	15
1	25	20	19	20	20	20	25	25	15
2	20	20	17	20	15	5	20	20	10
2	20	20	18	25	20	10	25	10	5
3	20	15	5	20	20	21	20	10	16
3	19	15	7	20	20	20	20	10	17
4	20	20	15	25	15	15	15	10	20
4	20	20	20	25	20	15	15	20	20
5	20	15	10	25	25	20	25	20	10
5	20	18	10	25	25	20	25	20	10
6	20	10	10	15	5	15	5	5	5
6	20	10	10	15	10	15	5	5	5
7	10	15	5	22	20	15	4	5	5
7	20	15	10	25	25	20	5	10	5
8	22	20	15	25	20	16	20	15	15
8	20	20	15	25	20	15	25	15	15
9	25	18	20	20	18	20	5	20	15
9	25	17	25	20	18	20	20	20	20
10	20	15	15	20	15	10	20	15	10
10	20	20	15	20	15	10	20	15	10
11	22	20	15	15	20	10	2	20	10
11	20	20	20	20	15	10	2	19	19
12	25	23	25	23	25	25	10	25	25
12	25	20	25	25	20	20	10	25	20
13	20	25	25	25	25	25	15	20	20
13	20	25	25	20	25	25	18	20	20
14	25	15	10	25	20	10	15	10	5
14	25	15	10	25	20	10	10	10	5
15	25	20	10	20	15	15	15	20	25
15	25	20	10	20	20	20	20	20	25
16	24	23	20	35	33	30	25	25	20
16	25	20	20	25	25	19	20	25	20
17	15	15	25	20	20	15	10	25	25
17	18	20	25	20	20	15	10	20	25
18	20	15	15	15	10	10	15	15	20
18	25	20	15	20	10	10	20	15	20

Fuente: elaboración propia, 2024

Tabla 23: resultados de la variable olor en el panel sensorial Test de Puntaje Compuesto

OLOR									
Juez	345	567	874	765	987	643	456	713	235
1	20	10	15	20	20	15	15	15	10
1	20	10	10	20	20	10	20	15	15
2	20	18	16	20	10	5	20	15	10
2	20	20	18	20	15	10	15	15	5
3	20	20	15	18	20	20	17	15	16
3	19	19	15	20	20	19	20	15	17
4	20	10	15	20	20	20	15	10	15
4	20	10	20	20	20	20	15	20	15
5	20	20	10	20	15	10	20	15	10
5	20	20	10	20	20	20	15	20	10
6	5	5	5	15	10	5	10	15	10
6	10	15	10	10	5	5	10	20	15
7	20	20	17	20	20	20	20	20	19
7	20	20	18	20	20	15	20	20	15
8	20	18	15	20	17	15	20	15	18
8	20	15	15	20	15	15	20	15	15
9	20	20	20	18	20	17	20	18	15
9	20	20	20	20	20	17	20	15	15
10	20	15	10	20	15	15	15	15	5
10	20	15	10	20	15	10	20	20	20
11	20	20	20	10	15	15	12	20	10
11	20	20	20	15	20	20	19	20	10
12	20	18	20	20	20	20	10	20	20
12	20	15	20	20	25	20	10	19	19
13	20	20	20	20	20	15	20	20	20
13	20	20	20	20	20	15	20	20	20
14	20	15	10	20	20	10	10	15	10
14	20	20	15	20	20	20	10	20	10
15	20	10	10	20	15	10	10	20	20
15	20	20	10	20	20	20	20	20	20
16	20	19	15	20	20	20	20	20	15
16	20	20	20	20	20	20	20	20	19
17	15	15	15	20	20	20	10	10	10
17	19	20	20	20	20	15	10	20	20
18	15	15	15	20	15	10	15	10	15
18	20	20	15	20	10	10	20	15	20

Fuente: elaboración propia, 2024

Anexo 11 Método estadístico de ANOVA

Por medio del método estadístico “ANOVA” se analizaron los datos encontrados, por lo tanto, la hipótesis es la siguiente:

$H_0 : \mu_1 = \mu_2 = \dots = \mu_k$, son iguales o no se ven afectados

H_a : No todas las μ_j son iguales o se ven afectados.

H_0 : Hipótesis Nula

H_a : Hipótesis Alterna

Datos generados del color

Tabla 24: decisión estadística de la variable color en el Test de Puntaje Compuesto

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>	<i>Decisión</i>	<i>Influencia en los de las variables</i>
Entre las muestras	471.11	8	58.89	4.66	1.97	Se acepta la hipótesis alterna	La temperatura °C y el volumen % afecta el color de las muestras de mayonesa de aquafaba.
Dentro de las muestras	3976.53	315	12.62				
Total	4447.64	323					

Fuente: elaboración propia, 2024

Datos generados de la textura (consistencia)

Tabla 25: decisión estadística de la variable textura en el Test de Puntaje Compuesto

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>	<i>Decisión</i>	<i>Influencia en los de las variables</i>
Entre las muestras	6094.69	8	761.84	17.17	1.97	Se acepta la hipótesis alterna	La temperatura °C y el volumen % afecta la textura de las muestras de mayonesa de aquafaba.
Dentro de las muestras	13976.00	315	44.37				
Total	20070.69	323					

Fuente: elaboración propia, 2024

Datos generados del sabor

Tabla 26: decisión estadística de la variable sabor en el Test de Puntaje Compuesto

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>	<i>Decisión</i>	<i>Influencia en los de las variables</i>
Entre las muestras	1806.50	8	225.81	7.37	1.97	Se acepta la hipótesis alterna	La temperatura °C y el volumen % afecta el sabor de las muestras de mayonesa de aquafaba.
Dentro de las muestras	9645.14	315	30.62				
Total	11451.64	323					

Fuente: elaboración propia, 2024

Datos generados del olor

Tabla 27: decisión estadística de la variable olor en el Test de Puntaje Compuesto

<i>Fuente de Variación</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Cuadrado medio</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>	<i>Decisión</i>	<i>Influencia en los de las variables</i>
Entre las muestras	755.39	8	94.42	6.09	1.97	Se acepta la hipótesis alterna	La temperatura °C y el volumen % afecta el olor entre las muestras de mayonesa de aquafaba.
Dentro de las muestras	4882.25	315	15.50				
Total	5637.64	323					

Fuente: elaboración propia, 2024

Anexo 12 Resultados del análisis sensorial

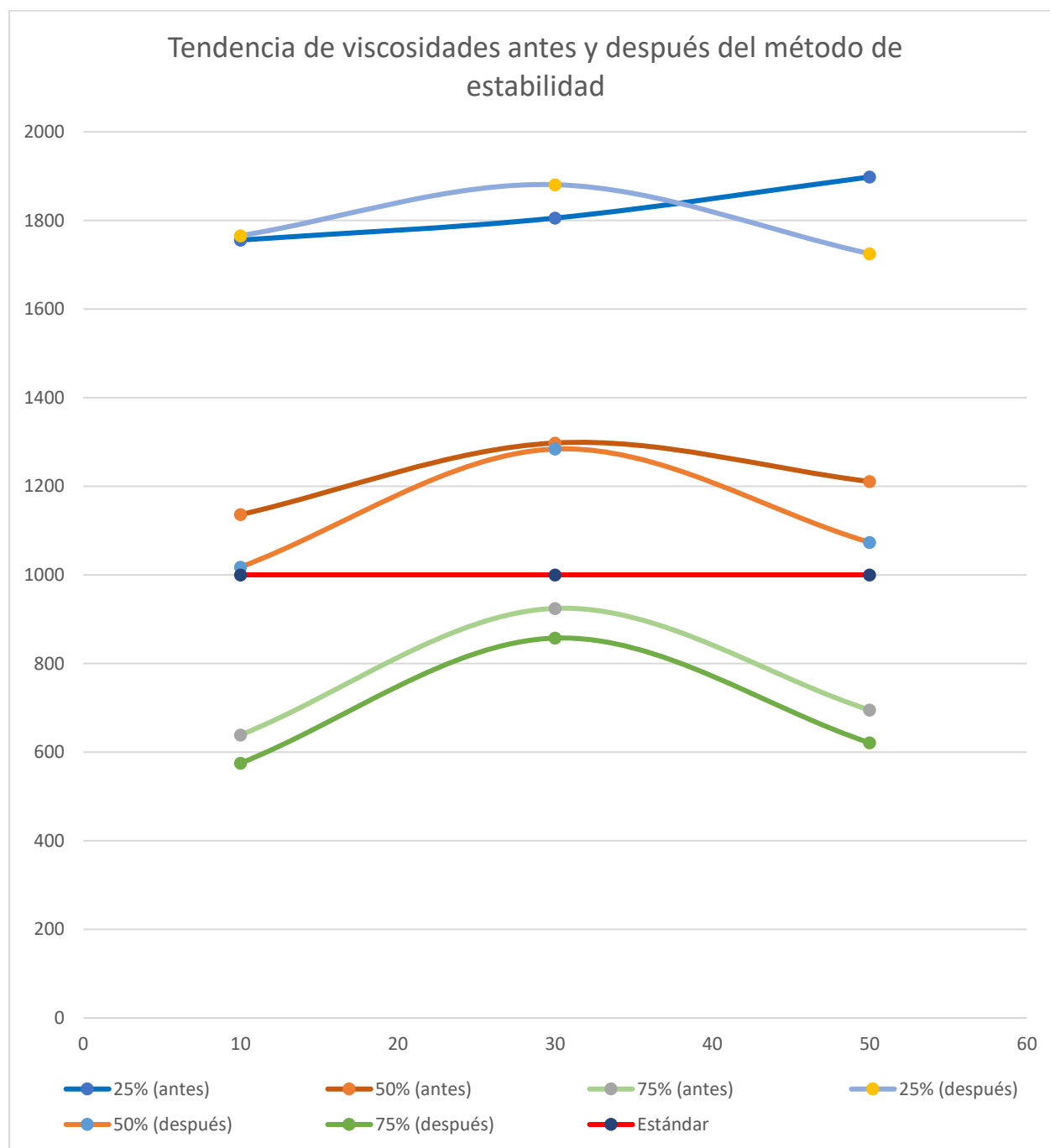
Con el método de puntaje compuesto se logró determinar las calificaciones sensoriales de cada panel.

Tabla 28: resultados de aceptabilidad por el panel sensorial durante el Test de Puntaje Compuesto

Código Sensorial	765	345	987	456	713	567	643	235	874
Textura (consistencia)	31.42	31.19	26.00	29.06	26.14	25.75	20.39	20.06	19.78
Sabor	21.81	21.25	19.14	15.44	16.92	18.31	16.14	15.19	15.72
Olor	19.06	18.97	17.69	16.19	17.14	16.86	15.08	14.67	15.25
Color	18.56	18.58	18.00	18.92	17.97	17.00	15.31	16.72	15.86
Total	90.83	90.00	80.83	79.61	78.17	77.92	66.92	66.64	66.61

Fuente: elaboración propia, 2024

Anexo 13 Viscosidad antes del método de estabilidad emulsificante de las mayonesas de aquafaba.



16 Apéndices

Apéndice 1 Boleta No. 1 para el test de puntaje compuesto

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Sur Occidente “CUNSUROC”

Ingeniería en Alimentos



Tipo de análisis sensorial: de valoración Fecha: _____

Método: de puntaje compuesto Hora: _____

Producto: _____

Nombre: _____

Sírvase calificar las muestras dándole a cada característica de calidad que se indica, el puntaje que considere adecuado y de acuerdo al máximo indicado.

Factores de calidad	Puntaje máximo	Puntaje de muestra		
		456	713	235
Textura (consistencia)	0 - 35			
Sabor	0 - 25			
Olor	0 - 20			
Color	0 - 20			
Sumatoria total del puntaje obtenido				

Comentarios: _____

Apéndice 2 Boleta No. 2 para el test de puntaje compuesto

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Sur Occidente “CUNSUROC”

Ingeniería en Alimentos



Tipo de análisis sensorial: de valoración **Fecha:** _____

Método: de puntaje compuesto **Hora:** _____

Producto: _____

Nombre: _____

Sírvase calificar las muestras dándole a cada característica de calidad que se indica, el puntaje que considere adecuado y de acuerdo al máximo indicado.

Factores de calidad	Puntaje máximo	Puntaje de muestra		
		345	567	874
Textura (consistencia)	0 - 35			
Sabor	0 - 25			
Olor	0 - 20			
Color	0 - 20			
Sumatoria total del puntaje obtenido				

Comentarios: _____

Apéndice 3 Boleta No. 3 para el test de puntaje compuesto

Universidad de San Carlos de Guatemala

Centro Universitario de Sur Occidente “CUNSUROC”

Ingeniería en Alimentos



Tipo de análisis sensorial: de valoración **Fecha:** _____

Método: de puntaje compuesto **Hora:** _____

Producto: _____

Nombre: _____

Sírvase calificar las muestras dándole a cada característica de calidad que se indica, el puntaje que considere adecuado y de acuerdo al máximo indicado.

Factores de calidad	Puntaje máximo	Puntaje de muestra		
		765	987	643
Textura (consistencia)	0 - 35			
Sabor	0 - 25			
Olor	0 - 20			
Color	0 - 20			
Sumatoria total del puntaje obtenido				

Comentarios: _____

17 Glosario

Alérgenos: suelen ser proteínas o glicoproteínas (moléculas compuestas por una proteína e hidratos de carbono, Ochoa (2024).

Aquafaba: líquido que se obtiene de la cocción del garbanzo o de cualquier otra semilla leguminosa, Pinguil y Tapia (2020).

Bifásicos: se utilizan dos disolventes que no se mezclan entre sí (no son miscibles), haciendo que el sistema catalítico quede contenido en una de las fases, mientras que los productos y reactivos se mantienen en la segunda, Pérez (2023).

Centistoke: submúltiplo de stokes, es decir, la unidad de medida de la viscosidad cinemática de un fluido en el sistema cegesimal. Equivale a la centésima parte de un Stokes, Giga (2024).

Coloidal: sistemas o suspensiones coloidales son un tipo de mezcla, generalmente compuesto por una fase fluida o continua (líquida o gaseosa) y otra dispersa (generalmente sólida) en partículas muy pequeñas y finas, Ondarse (2021).

Copas “Zahn”: instrumento que sirve para medir la viscosidad. Se trata de una copa de acero inoxidable con un pequeño orificio perforado en la base de la copa y tiene un asa para manipular la copa, Printex (2024).

Emulgentes: sustancia que hace posible la formación o el mantenimiento de una mezcla homogénea de dos o más fases no miscibles, como el aceite y el agua, en un producto alimenticio, RAE (2022).

Fase continua: sistema fluido de materia compuesto por dos fases líquidas. Se trata de un tipo particular de coloide que contiene gotitas de un líquido dispersas en otro líquido, Lidefer (2020).

Fase dispersa: es la que está en menor proporción en una dispersión y se compone de agregados de partículas muy pequeñas. Mientras, la fase más abundante y continua donde yacen las partículas se llama fase dispersante, Lidefer (2022).

Fase inmiscible: relativo a una condición en la que dos fluidos no pueden formar mezclas distribuidas molecularmente o lograr homogeneidad en esa escala. Los fluidos se separan en dos fases con una interfase entre ellos, Schlumberger (2023).

Fotólisis: descomposición de una sustancia por acción de la luz u otra radiación electromagnética, Real Academia Española (2024).

Oxidación: reacción química donde un compuesto cede electrones, y por lo tanto aumenta su estado de oxidación. La reacción química opuesta a la oxidación se conoce como reducción, es decir cuando una especie química acepta electrones, LUMITOS (2024).

pH: medida del grado de acidez o alcalinidad de una sustancia o una solución, NIH (2024).

Propiedades reológicas: las más comunes son la tensión de fluencia, los tiempos de relajación, la viscosidad y la conformidad. Estudian el comportamiento de los fluidos sometidos a carga mecánica, Infinitia (2021).

Reológica: rama de la física que estudia el modo en que los materiales se deforman o fluyen en respuesta a fuerzas o tensiones aplicadas, Infinitia (2021).

Sedimentación: operación de separación sólido-fluido en la que las partículas sólidas de una suspensión, más densas que el fluido, se separan de éste por la acción de la gravedad, Galiano (2022).

Sistema acuoso: un tipo de equilibrio líquido-líquido, que se compone de una disolución acuosa en la que se encuentran disueltos dos polímeros, o una sal y un polímero, o dos sales, Gayol (2013).

Sistema termodinámicamente: parte del universo objeto de estudio, Blas (2014).

Solubilidad: medida de la capacidad de una determinada sustancia para disolverse en otra, Química (2024).

Stoke: unidad CGS, equivalente a centímetros cuadrados por segundo ($\text{cm}^2 \text{s}^{-1}$). Un stokes equivale a la viscosidad en poise dividida por la densidad del fluido en gramos por centímetro cúbico, Hydramotion (2024).

Ultrasonido: serie de ondas mecánicas, generalmente longitudinales, cuya frecuencia está por encima de la capacidad de audición del oído humano, Martinez (2017).

Umami: se conoce como glutamato monosódico, es uno de los cinco sabores básicos que incluyen dulce, ácido, amargo y salado, Ajinomoto (2024).

Vainas Bivalvas: es una capsula que contiene dos o tres granos o semillas de determinada planta, BAB (2023).

Vegano: es la persona que sigue un régimen dietético que se caracteriza por excluir completamente todos los alimentos de origen animal, incluidos los productos que suponen un proceso animal, CuidatePlus (2020).



Mazatenango, Suchitepéquez, junio de 2024

Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC - USAC
Presente

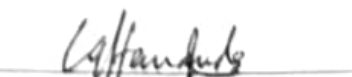
Por este medio se hace constar que la terna evaluadora del trabajo de graduación de la estudiante Karla María López Quintana, identificada con el número de carné 201741486, ha revisado y aprobado las correcciones realizadas en el documento titulado "Comparación de la estabilidad emulsificante de tres mayonesas elaboradas con el extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) a diferentes temperaturas y volúmenes de fase dispersa/dispersante", por lo tanto, están de acuerdo con el contenido del mismo y aprueban lo propuesto para SEMINARIO II.

Sin otro particular.

Atentamente,



M. Sc. Víctor Manuel Nájera
Toledo
Presidente

M. Sc. Aldo Antonio de León
Fernández
Secretario

M. Sc. Carlos Alberto Hernández
Ordoñez
Vocal



Mazatenango, Suchitepéquez 20 de febrero de 2024

Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC - USAC
Presente

Les escribo deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por este medio hago constar que yo, Marvin Manolo Sánchez López, soy asesor de tesis de la estudiante Karla María López Quintana identificada con el número de carné 201741486.

Declaro que he revisado el documento de Seminario II titulado **“Comparación de la estabilidad emulsificante de tres mayonesas elaboradas con el extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) a diferentes temperaturas y volúmenes de fase dispersa/dispersante”**, por lo tanto, estoy de acuerdo con el contenido del mismo, por lo que apruebo su presentación ante la terna evaluadora.

Sin otro particular, me despido de ustedes.

Atentamente,

(f) 
M.Sc. Marvin Manolo Sánchez López

Docente asesor



Mazatenango, Suchitepéquez 29 de febrero de 2024

Comisión de Trabajo de Graduación
Ingeniería en Alimentos
CUNSUROC - USAC
Presente

Les escribo deseándoles éxitos en sus labores diarias.

Por este medio hago constar que yo, Henry Raúl Manríquez Godínez, soy asesor de tesis de la estudiante Karla María López Quintana identificada con el número de carné 201741486.

Declaro que he revisado el documento de **Seminario II** titulado “**Comparación de la estabilidad emulsificante de tres mayonesas elaboradas con el extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) a diferentes temperaturas y volúmenes de fase dispersa/dispersante**”, por lo tanto, estoy de acuerdo con el contenido del mismo, por lo que apruebo su presentación ante la terna evaluadora.

Sin otro particular, me despido de ustedes.

Atentamente,

(f)

Ing. Henry Raúl Manríquez Godínez

Docente asesor

Mazatenango, 13 de noviembre 2024.



M.Sc. Bernardino Hernández Escobar
Coordinador Centro Universitario de Sur Occidente.
CUNSUROC -USAC-.
Presente.

Le escribo cordialmente, deseándole éxitos en sus labores diarias.

De conformidad con el cumplimiento de mis funciones, como Coordinador de la Carrera de Ingeniería en Alimentos del Centro Universitario del Suroccidente -CUNSUROC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala -USAC-, he tenido a bien revisar el informe de trabajo de gradación titulado: **“Comparación de la estabilidad emulsificante de tres mayonesas elaboradas con el extracto líquido de cocción de garbanzo (*Cicer arietinum*) a diferentes temperaturas y volúmenes de fase dispersa/dispersante”**, el cual ha sido presentado por la estudiante: **Karla María López Quintana**, quien se identifica con número de carné: **201741486**, correo electrónico: karl99626@gmail.com, teléfono: 54758899.

El documento antes mencionado llena los requisitos necesarios para optar al título de Ingeniera en Alimentos. En el grado académico de licenciado, por lo que solicito la autorización del **imprímase**.

Deferentemente.

Handwritten signature and date:
13/11/2024

Handwritten signature of Víctor Manuel Nájera Toledo



M.Sc. Ing. Víctor Manuel Nájera Toledo
Coordinador
Carrera de Ingeniería en Alimentos.



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUR OCCIDENTE
MAZATENANGO, SUCHITEPEQUEZ
DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO

CUNSUROC/USAC-I-13-2024

DIRECCIÓN DEL CENTRO UNIVERSITARIO DEL SUROCCIDENTE,
Mazatenango, Suchitepéquez, veinticinco de febrero de dos mil veinticinco.-----

Encontrándose agregado al expediente el dictamen del asesor y revisor, SE AUTORIZA LA IMPRESIÓN DEL TRABAJO DE GRADUACIÓN: **"COMPARACIÓN DE LA ESTABILIDAD EMULSIFICANTE DE TRES MAYONESAS ELABORADAS CON EL EXTRACTO LÍQUIDO DE COCCIÓN DE GARBANZO (Cicer arietinum) A DIFERENTES TEMPERATURAS Y VOLÚMENES DE FASE DISPERSA /DISPERSANTE"**, de la estudiante: **Karla María López Quintana**, carné No. **201741486** CUI: **3222 83604 1001** de la carrera Ingeniería en Alimentos.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"

M.A. Luis Carlos Muñoz López
Director CUNSUROC



/gris