

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes

La inclinación hacia los productos vegetarianos y veganos han guiado en aumentar el consumo de alimentos de origen vegetal. Hay estudios científicos que demuestran los beneficios que una dieta rica en este tipo de alimentos tiene sobre la salud. Por su contenido en fibra, tienen especial cuidado en regular la absorción de glucosa, evitando picos de azúcar en sangre. Proporcionan efectos neuroprotectores, antitumorales, antiinflamatorios y antioxidantes; altas concentraciones de vitaminas (A, C y ácido fólico) y minerales como el hierro que son cofactores enzimáticos en reacciones metabólicas. (Rojas, Figueras y Duran, 2017)

Uno de los productos que más se ajusta a estas tendencias es el hummus, que está en creciente consumo a nivel mundial por su beneficioso aporte nutricional al ser un alimento de origen vegetal. Es una pasta de garbanzos típica de la cocina árabe, aderezada generalmente con aceite de oliva, jugo de limón, sésamo y ajo, de gran consumo en el mundo vegano. Debido a su alto contenido de garbanzos, es una fuente de proteína vegetal y de fibra dietética, ácidos grasos poliinsaturados, vitaminas y minerales, especialmente folato, calcio, magnesio y potasio. (Wallace, Murray y Zelman, 2016)

Históricamente, el hummus ha sido un plato típico de la cocina árabe. Con el tiempo, comenzó a consumirse en toda la cuenca mediterránea. La fama del hummus en Europa llegó en el siglo XX mientras que en los Estados Unidos a fines del siglo pasado. En los últimos años, el mercado de hummus se ha convertido en un negocio multimillonario y ha experimentado una alta competitividad, un crecimiento significativo en la demanda y es tendencia en muchos mercados de todo el mundo. (Businnes Platform, 2028)

Las leguminosas poseen excelentes características nutricionales como ser fuentes vitales de proteínas, carbohidratos, fibra, vitaminas y minerales. Si bien las proteínas que provienen de las carnes y productos de origen animal aportan proteínas más

completas, las leguminosas también son una gran fuente de nutrientes, en particular en situaciones en que la carne y los lácteos no son muy accesibles. (FAO, 2021)

El instituto nacional de estadística (INE), registra en un periodo denominado año agrícola el rendimiento de los diferentes cultivos en el departamento. La tabla 1.1 muestra el rendimiento del cultivo de garbanzo por año agrícola en el departamento de Tarija. Así mismo, según el reporte de la producción por año agrícola 1984 – 2022, el departamento de Tarija se establece como el tercer productor de garbanzo a nivel nacional.

Tabla 1.1

Rendimiento del cultivo agrícola del garbanzo

Año	Rendimiento (kg/ha)
2011 – 2012	488
2012 – 2013	481
2013 – 2014	506
2014 – 2015	500
2015 – 2016	488
2016 – 2017	500
2017 – 2018	494
2018 – 2019	497
2019 - 2020	496
2020 - 2021	497
2021 - 2022	497

Fuente: INE, 2020

1.2 Justificación

- Los alimentos de origen animal son excelentes medios de cultivo para microorganismos patógenos, debido a esto pueden ocasionar enfermedades o afecciones, sea el caso del huevo, alimento que es utilizado como base de salsas, en donde, en su mayoría se lo emplea crudo. Y por más limpio que se observe, contiene la bacteria salmonella, uno de los agentes patógenos que más afectan a la población en general, dando así la necesidad de encontrar o

elaborar alternativas saludables que no involucren su uso, reduciendo la exposición general a este patógeno.

- El presente trabajo de investigación pretende aprovechar y darle un valor agregado al garbanzo, el cual se presenta en abundancia pero que no se emplea en la gastronomía tarijeña. A través de la elaboración de un aderezo a base de garbanzo, se desea incentivar el consumo de esta legumbre rica en nutrientes, contribuyendo a la buena alimentación de la población tarijeña.
- El producto presentado al mercado local de la ciudad de Tarija, sirve como una alternativa a los habituales aderezos, como ser mayonesas y sus variantes, apoyando la necesidad común de consumir alimentos sanos, conociendo que los aderezos recurrentes presentan el riesgo a largo plazo de generar enfermedades cardiovasculares.
- El departamento de Tarija es uno de los mayores productores de garbanzo, por ello se desea aprovechar la materia prima disponible en las localidades de Canasmoro y Yesera sud. Al elaborar el aderezo a base de garbanzo, los consumidores se beneficiarán de las propiedades nutricionales de esta legumbre, dando un valor agregado al garbanzo ya que en el mercado local de Tarija no se presentan productos derivados del mismo.

1.3 Objetivos

Los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, son:

1.3.1 Objetivo general

Elaborar aderezo mediante el proceso de emulsificación a partir de garbanzo variedad *andaluz* para obtener un producto de calidad en la provincia Cercado del departamento de Tarija.

1.3.2 Objetivos específicos

- Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del garbanzo para determinar su composición.
- Establecer la dosificación apropiada a ser utilizados en el proceso de elaboración.
- Realizar el diseño experimental para las variables aplicadas en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo.
- Aplicar la evaluación sensorial al aderezo de garbanzo para determinar el grado de aceptación del producto.
- Determinar la productividad de los procesos utilizando el balance de materia y energía en diferentes etapas para la elaboración de aderezo de garbanzo.
- Realizar el análisis fisicoquímico y microbiológico del producto terminado para establecer las características propias del producto.

1.4 Objeto de estudio

Aplicación del proceso de emulsificación para elaborar aderezo de garbanzo.

1.5 Campo de acción

- Espacial: Provincia Cercado de Tarija
- Temporal: 2022-2023
- Institución: La investigación se realizó en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (L.A.C.I.A.) y en el Laboratorio Taller de Alimentos (L.T.A.); perteneciente a la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Juan Misael Saracho.

1.6 Planteamiento del problema

La situación actual ha concientizado a la población de Tarija a priorizar en alimentos saludables que fortalecen el sistema inmunológico, buscando aquellos que sean buenos portadores de nutrientes, por lo cual surge la idea de aprovechar la alta

producción de garbanzo, para transformarlo en un producto de consumo moderado obteniendo beneficios para la salud de la población de Tarija gracias a sus características nutricionales. Por otro lado, la demanda de aderezos en el mercado local se volvió muy amplia buscando alternativas a nuevos sabores para acompañar sus comidas, por ello se presenta como una opción saludable el aderezo de garbanzo.

Con la elaboración aderezo de garbanzo, se pretende introducir al mercado local de la ciudad de Tarija productos potencialmente saludables que beneficien a las personas de todas las edades y así también aprovechar el garbanzo disponible, que Tarija pese a estar ocupando el tercer lugar en cuanto a producción de garbanzo a nivel nacional, este solo es usado como un acompañamiento poco común en las comidas.

1.7 Formulación del problema

¿Se podrá elaborar aderezo de garbanzo mediante el proceso de emulsificación para obtener un producto de calidad en la provincia Cercado del departamento de Tarija?

1.8 Hipótesis

Mediante la aplicación del proceso de emulsificación es posible obtener aderezo de garbanzo, con la finalidad de obtener un producto de calidad para la provincia Cercado del departamento de Tarija.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Origen de aderezo de garbanzo

Es un plato tradicional en países como Líbano, Palestina, Grecia, Siria o Turquía, cada uno de los cuales afirma ser su verdadera cuna. Lo que sí debe quedar claro es que no es griego. Es muy difícil averiguar el origen real de una receta milenaria que, además, tiene numerosas variantes, pero si nos atenemos a las fuentes escritas, parece ser que la primera mención aparece en un recetario egipcio del siglo XIII. (Hernández, 2021)

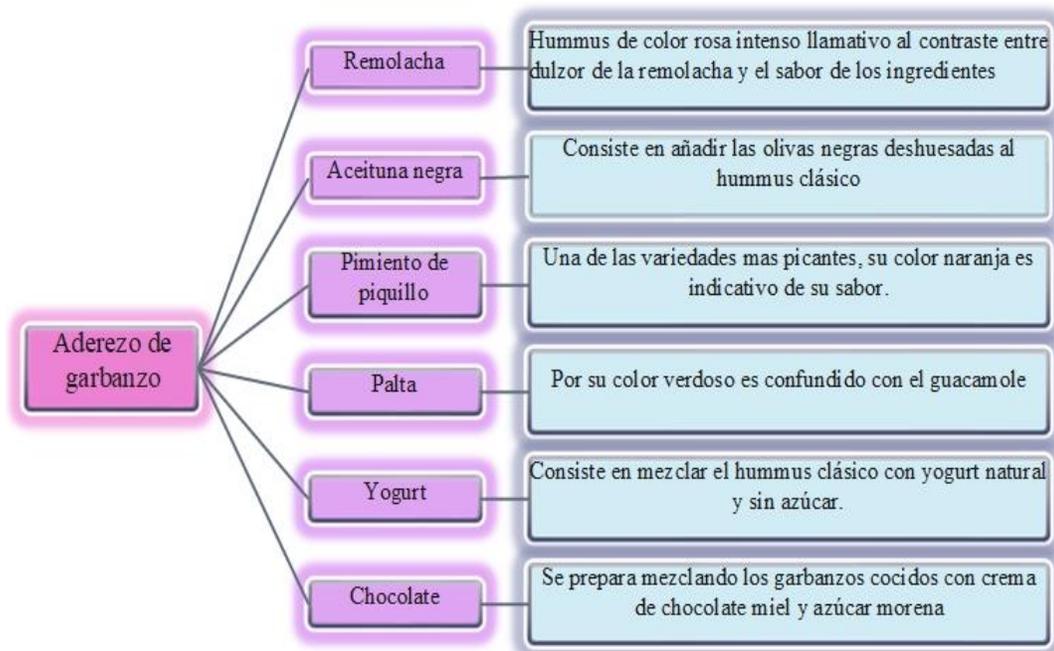
La cantidad de países que reclaman el hummus como suyo incluye a Jordania, Siria, Egipto, Palestina, Turquía y, por supuesto, Israel y Líbano. Y cada uno de estos países lo elabora de alguna forma distintiva (los turcos, por ejemplo, reemplazan el aceite de oliva con manteca). Debido a la versatilidad de sus ingredientes, a lo largo de los años la receta se fue modificando levemente para lograr nuevas texturas o sabores, sin perder la esencia del original. (Volterri, 2021)

2.2 Definición aderezo

Según la Real Academia Española (RAE), el aderezo se refiere a un ingrediente que se utiliza para saborizar una preparación. Estos también son llamados condimentos, los aderezos actúan como un complemento de la comida. (Porto y Merino, 2015)

2.3 Clasificación de aderezos a base de garbanzo

El aderezo de garbanzo se clasifica según el tipo de alimento añadido como se indica en la figura 2.1



Fuente: Diario Vasco, 2021

Figura 2.1 Clasificación de aderezo de garbanzo

2.4 Composición fisicoquímica de aderezo de garbanzo

En la tabla 2.1, se detalla las características fisicoquímicas de aderezo de garbanzo:

Tabla 2.1

Composición fisicoquímica de aderezo de garbanzo

Componentes	Valor	Unidad
Energía	166,00	Kcal
Proteína	7,90	%
Carbohidratos	14,29	%
Azúcar	0,00	NR
Grasa	9,60	%
Fibra	6,00	%

Fuente: Wallace et al,2016

2.4.1 Propiedades nutricionales de aderezo de garbanzo

La tabla 2.2 indica el valor nutricional de aderezo de garbanzo:

Tabla 2.2

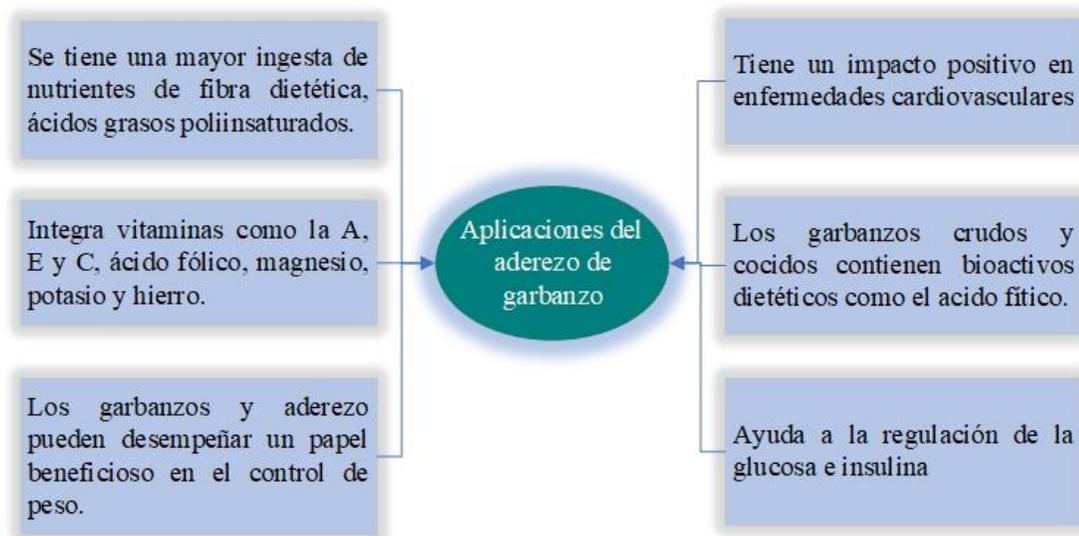
Propiedades nutricionales de aderezo de garbanzo

Nutrientes	Valor	Unidad
Calcio	38,00	mg
Hierro	2,44	mg
Magnesio	71,00	mg
Fosforo	176,00	mg
Potasio	228,00	mg
Sodio	379,00	mg
Zinc	1,83	mg
Cobre	0,52	mg
Manganeso	0,77	mg
Niacina	0,58	mg

Fuente: Wallace et al,2016

2.5 Aplicación de aderezo de garbanzo en el ser humano

En la figura 2.2 se detallan las aplicaciones aderezo de garbanzo en el ser humano.



Fuente: Wallace et al, 2016

Figura 2.2 Aplicaciones del aderezo de garbanzo en el ser humano

2.6 Caracterización de las materias primas utilizadas para la elaboración de aderezo de garbanzo

En los siguientes puntos se indican la composición fisicoquímica del garbanzo y sus aportes en la salud.

2.6.1 Garbanzo

El garbanzo (*Cicer arietinum*) se trata de una leguminosa de grano seco, de cultivo invierno primaveral. Su importancia se debe en gran medida a que posee una composición rica en proteínas, grasas poliinsaturadas sin colesterol, fibras, vitaminas y minerales fundamentales para la alimentación humana.

El garbanzo tipo kabuli se caracteriza por granos de tamaño medio a grande, más o menos redondeados y arrugados, de color claro con forma de cabeza de carnero. El garbanzo tipo kabuli es propio de la cuenca mediterránea, introducido por los españoles y portugueses al continente americano, producido principalmente en América Central y del Sur. (Larios, 2008)

2.6.2 Composición fisicoquímica del garbanzo

En la tabla 2.3 se muestra la composición fisicoquímica en cada 100 gr de garbanzo:

Tabla 2.3

Composición fisicoquímica del garbanzo

Componentes	Valor	Unidades
Valor energético	361,00	Kcal
Humedad	9,05	%
Proteína	21,51	gm
Hidratos de Carbono	63,12	gm
Ceniza	2,80	gm
Grasa	3,52	gm
Fibra	4,72	gm

Fuente: Unicef, 1984

2.6.3 Propiedades nutricionales del garbanzo

La tabla 2.4 indica el valor nutricional del garbanzo:

Tabla 2.4

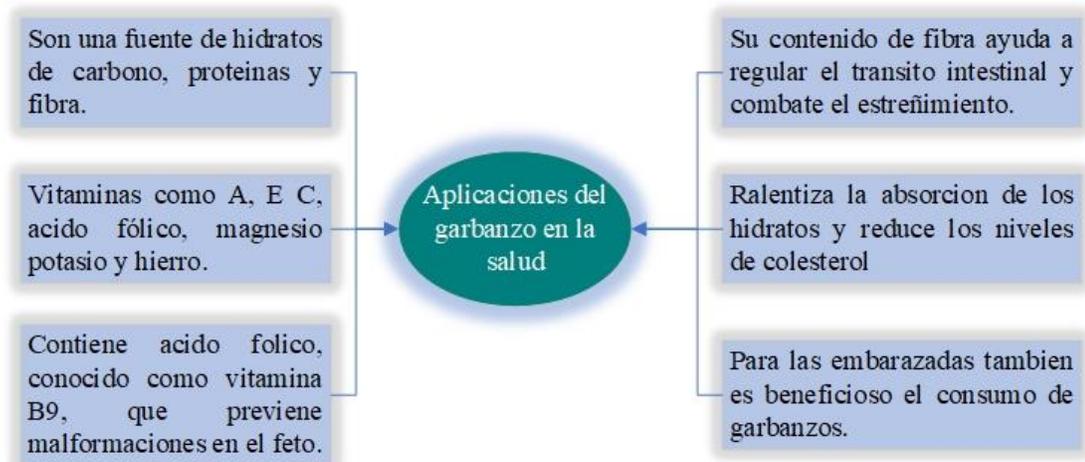
Propiedades nutricionales del garbanzo

Nutrientes	Valor	Unidades
Calcio	137,00	mg
Hierro	7,10	mg
Fosforo	384,00	mg
Vitamina C	0,00	mg
Vitamina A	0,00	mcg
Vitamina E	2,88	mg
Niacina	1,68	mg

Fuente: Unicef, 1984

2.6.4 Aplicaciones del garbanzo en la salud del ser humano

En la figura 2.3 se detallan las aplicaciones de la materia prima en la salud



Fuente: Escalante, 2021

Figura 2.3 Aplicaciones del garbanzo en la salud del ser humano

2.7 Caracterización de los insumos utilizados en la elaboración de aderezo de garbanzo

Las características de los insumos utilizados para el desarrollo del trabajo de investigación, se indican en los siguientes puntos:

2.7.1 Aceite de oliva extra virgen

El aceite de oliva extra virgen es de origen vegetal que contiene el 99,9% de grasa es rico en calorías, pero las mismas son de buena calidad, ya que derivan de grasas insaturadas, sobre todo las monoinsaturadas que protegen la salud posee más polifenoles y más vitamina E con efecto antioxidante, antiinflamatorio y antimicrobiano que otros aceites. Un compuesto únicamente presente en el aceite de oliva extra virgen es el oleocanthal, responsable de su efecto antiinflamatorio que le permite asemejarse al ibuprofeno. (Gottau, 2012)

El aceite es el que ayuda a formar la cremosidad al aderezo para poder llegar a obtener una mezcla homogénea, así también sirve como conservante natural, en el no proliferan bacterias y microorganismos como si lo hacen en otros medios. (Vega, 2016)

2.7.2 Ajo blanco en polvo

El ajo en polvo es simplemente ajo fresco que ha sido deshidratado y molido hasta convertirse en una fina textura en forma de polvo. Este proceso de deshidratación se realiza para prolongar la vida útil del ajo y permitir su almacenamiento a largo plazo sin perder sus cualidades organolépticas (sabor, aroma, textura y color). El ajo en polvo es ampliamente utilizado en la cocina como condimento. Se incorpora a una gran variedad de platos, carnes, aves, pescados, salsas, sopas, guisos y aderezos para ensaladas.

Uno de los beneficios más destacados del ajo en polvo en la salud, es su potencial capacidad para fortalecer el sistema inmunológico y combatir infecciones. También se ha estudiado su posible papel en la reducción del riesgo de enfermedades

cardiovasculares, como la hipertensión y el colesterol alto. Además, los compuestos sulfurados del ajo en polvo pueden tener efectos antiinflamatorios y antioxidantes. (Nortes, 2023)

2.7.3 Sal yodada de mesa

La sal yodada es una sal elaborada artificialmente en la que se ha añadido yodo a la sal común o de mesa, sin que este cambio modifique considerablemente su sabor. El yodo es un mineral que desempeña funciones muy importantes en el organismo. (Danone, 2019)

La sal adicionada desempeña las funciones de dar sabor al producto, actuar como conservante, solubilizar las proteínas y aumentar la capacidad de retención del agua de las proteínas, es un eficaz agente antimicrobiano por su efecto depresor sobre la actividad del agua y retarda el crecimiento microbiano. (Vargas et al, 2014)

2.7.4 Pimienta blanca en polvo

Esta especia se seca al sol y se fermenta. Se utiliza habitualmente para condimentar las comidas en su presentación seca. Tiene un color oscuro, sabor picante y aromático. Para la pimienta blanca, la fruta de la pimienta está madura. Aunque su color se torna rojo, se deja remojar en agua con sal para que se destiña. Es ideal para sazonar salsas blancas. La pimienta no sólo realza el sabor de los platos, sino que también aporta nutrientes y minerales que contribuyen a una buena salud: tiene fibra, es expectorante y antiséptica, dispone de minerales como magnesio, calcio, hierro, potasio y zinc, es antioxidante, aporta vitaminas A y K, su aporte de piperina incentiva la pigmentación de la piel. Es ideal para pacientes con vitíligo. (NutriCare. 2022)

2.7.5 Jugo concentrado de limón

El jugo concentrado de limón es beneficioso para nuestro organismo, pues contiene: vitamina B, C y P e incluye minerales como el magnesio, potasio, hierro, fósforo y

flúor, por lo que además de su delicioso sabor ácido, es la razón por la que es usado en diversas comidas, y se conserva bastante tiempo. (Bretel, 2020)

2.7.6 Comino molido

Es una especia muy utilizada en la gastronomía como un digestivo, además de darle un olor y sabor único a los platos, esta especia aporta sus propiedades medicinales. El consumo de comino nos aporta vitaminas como: magnesio, vitamina E, potasio, fósforo, calcio, hierro y vitamina A, disminuye las flatulencias y reduce la inflamación abdominal. El comino es bastante utilizado en el hummus de garbanzo, puede ser utilizado en grano o molido. (Trevijano, 2019)

2.7.7 Azúcar blanca

Se denomina coloquialmente azúcar a la sacarosa, también llamado azúcar común o azúcar de mesa. La sacarosa es un disacárido formado por una molécula de glucosa y una de fructosa, que se obtiene principalmente de la caña de azúcar o de la remolacha azucarera. El azúcar blanco es sometido a un proceso de purificación final mecánico (por centrifugación). El azúcar moreno no sufre este proceso. El azúcar es soluble en agua y tiene la capacidad de reducir el agua libre en los alimentos. Además, permite enmascarar el sabor ácido del aderezo (Moreiras et al, 2013).

2.7.8 Vinagre blanco de alcohol

Es el más usado mundialmente, este se llama comúnmente vinagre blanco destilado y se trata de un líquido transparente que se destila previo a que el alcohol se convierta en ácido acético el cual es utilizado para fines distintos. Gracias a haber sido destilado previamente, aumenta la concentración de ácido acético en su preparación y es por ello que tiene un sabor bastante fuerte y marcado. Este tipo de líquido se elabora, por lo general, de la fermentación del alcohol puro de caña de azúcar, maíz o malta para lograr una alta calidad. (Acetaria, 2021)

En los aderezos el vinagre de alcohol proporciona una fuerte fuente de acidez, lo que lo convierte en el conservante perfecto para muchos tipos de alimentos. El ácido acético del vinagre mata las bacterias y otros microorganismos que pueden estropear los mismos. (Riojanas, 2023)

2.7.9 Agua mineral

El agua, se caracteriza por su contenido de determinadas sales minerales y sus proporciones relativas, así como la presencia de oligoelementos o de otros constituyentes. Se obtiene directamente de las fuentes naturales o perforaciones en estratos acuíferos en condiciones que garanticen su pureza microbiológica original. (IBNORCA, 2010)

El agua mineral natural aporta minerales esenciales y oligoelementos que ayudan al organismo a satisfacer las necesidades diarias de forma saludable. Sus principales funciones orgánicas son: transportar nutrientes hacia el interior celular, facilitar la disolución de alimentos y favorecer la digestión, eliminar los productos de desecho, mantener la temperatura corporal, lubricar articulaciones y otros tejidos. Además, como es una bebida sin calorías, es ideal para mantener hábitos de vida saludables. (BBVA, 2019)

2.7.10 Ácido fosfórico

El ácido fosfórico, también conocido como ácido ortofosfórico o ácido tetraoxofosfórico es un compuesto químico de tipo ácido con la fórmula H_3PO_4 que recibe el código E-338 como aditivo alimentario por parte del Sistema Internacional de Numeración. Como algo destacable, el agua produce la activación de este químico, aunque sigue siendo soluble en agua. En los aderezos el ácido fosfórico destaca al ser un medio para la regulación de acidez, estabilizador de color, antioxidante, emulsificante y saborizante. (Vadefood, 2022)

2.7.11 Sorbato de potasio

El sorbato de potasio es una sal de ácido sórbico que se utiliza como conservante en la mayoría de los alimentos, ya que inhibe el crecimiento del moho. Se encuentra más comúnmente en el queso, yogurt, vino, helados y cremas. Se utiliza para casi todo principalmente porque no deja un regusto amargo y no afecta el sabor de la comida. (Weler, 2016). La función principal del sorbato de potasio es limitar, retardar o prevenir la proliferación de microorganismos que pueden estar presentes en los alimentos. (Quiminet, 2020)

2.8 Tipo de proceso tecnológico a ser utilizado en la elaboración de aderezo de garbanzo

El proceso tecnológico que se utiliza para la elaboración de aderezo de garbanzo se detalla a continuación:

2.8.1 Emulsificación

La emulsión es un proceso que consiste en la mezcla de dos líquidos diferentes que no se pueden mezclar, es decir, que sean inmiscibles entre sí. Uno de los líquidos se encontrará formando la fase, conocida con el nombre de dispersante, que se encontrará constituida por el líquido que será dispersado dentro del otro líquido que conforma la mezcla, el cual será el formador de la fase conocida como continua, o también, dispersante. (Méndez, 2011). Se llama emulsión si dos líquidos inmiscibles (no se mezclan entre sí), y puede prepararse agitando una mezcla de los dos líquidos o preferentemente, pasando la muestra por un molino coloidal u homogeneizador. Donde uno de ellos se dispersa en el otro en forma de pequeñas gotitas, generalmente sucede con agua y aceite. (Tijo, 2014)

2.8.2 Factores que intervienen en la emulsificación

Los siguientes puntos muestran algunos factores que intervienen en la emulsificación.

2.8.2.1 pH en la emulsión

El pH de la fase acuosa tiene una fuerte influencia sobre la estabilidad de la emulsión. La película interfacial que estabiliza la emulsión, contiene ácidos y bases orgánicos, asfáltenos con grupos ionizables, y sólidos. El pH minimiza la estabilidad de esta película e incrementa la tensión superficial. El pH también influye en el tipo de la emulsión formada. El pH bajo (ácido generalmente produce emulsiones agua/aceite, un pH alto (básico) produce emulsión aceite/agua. (Guio, 2019)

El óptimo para el crecimiento de la mayoría de bacterias oscila en un rango de 6,5 - 7,5, es por ese motivo el rango de pH ácido en aderezos es de 2,9 - 4,4. (Smittle, 1977)

2.8.2.2 Viscosidad en la emulsión

La viscosidad de las emulsiones puede ser sustancialmente más alta que la viscosidad ya sea del aceite o el agua. Esto es debido a que las emulsiones muestran comportamientos no-Newtonianos causados por el desplazamiento de la gota o viscosidad estructural. En ciertas fracciones de volumen de la fase de agua (corte de agua), las emulsiones de producción se comportan como adelgazantes por cizalla (o esfuerzo cortante), o fluidos pseudo-plásticos; como la relación de la cizalla aumenta, sus viscosidades disminuyen. (Guio, 2019)

La viscosidad aumenta con la concentración de la fase dispersa y puede llegar a tener valores tales que el sistema se comporte como un sólido. Para estos sistemas que dan, siguiendo la concentración, emulsiones aceite-agua y agua-aceite la curva de viscosidad en función de la relación de volúmenes podrá presentar un máximo en las cercanías del punto de inversión. (Guio, 2019)

2.8.2.3 Temperatura en la emulsión

La temperatura afecta las propiedades físicas del aceite, el agua, las películas interfaciales y las solubilidades de los surfactantes en las fases aceite y agua. Sin

embargo, el efecto más importante radica en la variación de la viscosidad en la emulsión, que disminuye con el incremento de la temperatura. Esta disminución es principalmente causada por una disminución en la viscosidad del aceite. (Guio, 2019)

Justo M. Quintana (2003), indica que para contribuir con la estabilidad de las emulsiones alimentarias y lograr una homogeneidad en la distribución interna durante el proceso de emulsificación, todos los ingredientes, se deben encontrar a la misma temperatura, siendo la temperatura ambiente la recomendada.

2.8.2.4 Sólidos coloidales en la emulsión

Las partículas sólidas-finas presentes en el aceite crudo, actúan como agentes surfactantes estabilizando la emulsión, esta acción es dependiente de factores como el tamaño de partícula, las interacciones de las inter-partículas, y de la humectabilidad de los sólidos. Las partículas sólidas estabilizan las emulsiones por difusión de la interface aceite/agua donde ellas forman películas rígidas que pueden inhibir la coalescencia de las gotas de la emulsión. Las partículas deben ser mucho más pequeñas que el tamaño de las gotas de la emulsión para actuar como estabilizadores de la emulsión. (Guio, 2019)

CAPÍTULO III
DISEÑO
EXPERIMENTAL

3.1 Desarrollo de la parte experimental

El desarrollo del trabajo de investigación, elaboración aderezo de garbanzo se la realizo en el nuevo bloque de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA) y en el Laboratorio del Taller de Alimentos (LTA), ambos dependientes de la Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma Juan Misael Saracho.

3.2 Tipo de intervención para la parte experimental

El presente trabajo de investigación, se aplicará para la obtención de resultados experimentales que se detallaran a continuación:

- Análisis fisicoquímico, microbiológico y físico del garbanzo variedad (*andaluz*)
- Análisis fisicoquímico, microbiológico de aderezo de garbanzo
- Análisis de diseño factorial 2^3 para la elaboración de aderezo de garbanzo
- Análisis sensorial de las muestras de aderezo de garbanzo
- Operacionalización de las variables para la elaboración de aderezo de garbanzo

3.3 Paradigma positivista

El paradigma positivista es conocido también como cuantitativo o empírico-analítico y en el desarrollo de la ciencia ha demostrado su efectividad en la actividad científica. Prueba de ello es la cantidad de investigaciones realizada, así como los resultados que ha aportado. (Hernández et al, 2018)

Según Ballina (2013) el paradigma positivista se caracteriza por el alto interés por la verificación del conocimiento a través de predicciones. Algunos lo llaman "paradigma prediccionalista", ya que lo importante es plantearse una serie de hipótesis como predecir que algo va a suceder y luego verificarlo o comprobarlo. En las ciencias exactas y naturales es en donde tiene mayor aplicación.

Todo paradigma se compone de una dimensión es por eso que al realizar el presente trabajo se sigue un paradigma positivista.

3.4 Enfoque cuantitativo

Un cuantitativo se fundamenta en la medición de las características, lo cual supone derivar de un marco conceptual pertinente al problema analizado, una serie de postulados que expresen relaciones entre las variables estudiadas de forma deductiva. Este método tiende a generalizar y normalizar resultados. (Bernal, 2010)

El enfoque que seguirá el presente trabajo será el enfoque cuantitativo ya que es secuencial y probatorio, el diseño de la investigación cuantitativa constituye el método experimental común de la mayoría de las disciplinas científicas. El objetivo de una investigación cuantitativa es adquirir conocimientos fundamentales y la elección del modelo más adecuado que nos permita conocer la realidad de una manera más imparcial. Es concluyente en su propósito ya que trata de cuantificar el problema y entender qué tan generalizado está mediante la búsqueda de resultados proyectables a una población mayor. (Neill & Cortez, 2017)

3.5 Métodos, técnicas e instrumentos para la elaboración de aderezo de garbanzo

El método significa el camino más adecuado para lograr un fin. Desde el punto de vista científico, el método es un proceso lógico a través del cual se obtiene el conocimiento. El método es un medio para alcanzar un objetivo; el del método científico en la explicación descripción y predicción de fenómenos, y su esencia es obtener con mayor facilidad el conocimiento científico. (Munch, 1990)

Para la elaboración de aderezo de garbanzo se utilizarán diversos métodos, técnicas, instrumentos, los mismos se detallan a continuación.

3.5.1 Métodos y técnicas de los análisis físicos del garbanzo

En la figura 3.1, se muestran los métodos y técnicas que se tomaron en cuenta para los análisis físicos para el garbanzo.

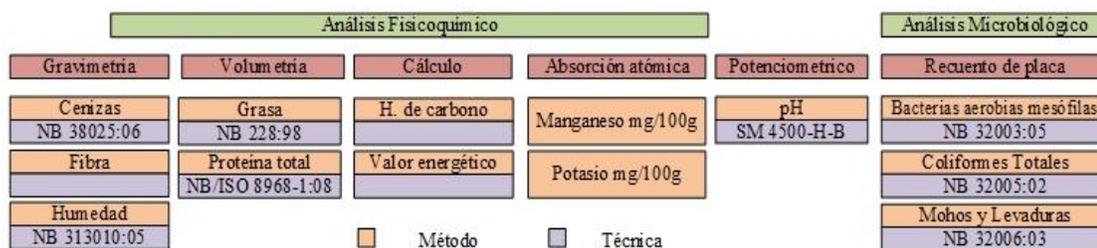


Fuente: Elaboración propia

Figura 3.1 Métodos y técnicas de las propiedades físicas del garbanzo

3.5.2 Métodos y técnicas del análisis fisicoquímicos y microbiológicos del garbanzo

En la figura 3.2 se muestra cada de las técnicas y métodos que son utilizados en cada uno de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos para el garbanzo, que se evaluaron en el laboratorio Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID).



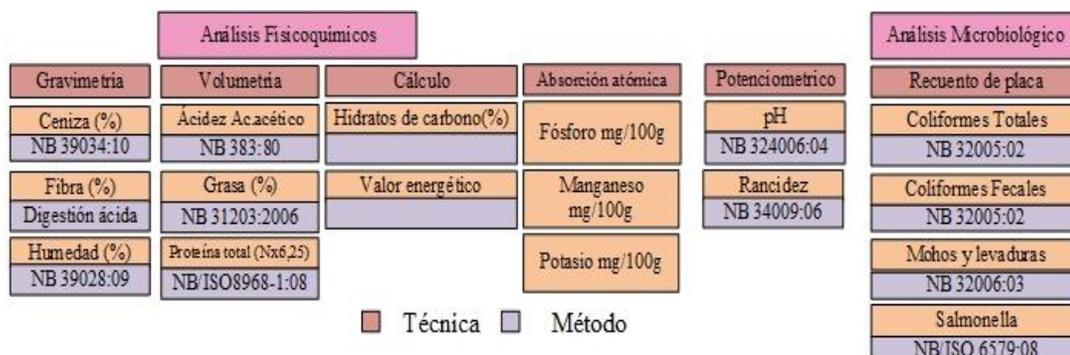
Fuente: CEANID, 2022

Figura 3.2 Métodos y técnicas de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos del garbanzo

3.5.3 Métodos y técnicas del análisis fisicoquímicos y microbiológicos del aderezo de garbanzo

En la figura 3.3 se muestran los métodos y técnicas de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que se determinó al aderezo de garbanzo, estos ensayos se realizaron en el Centro de Análisis Investigación y Desarrollo (CEANID), pertenecientes a la

Facultad de Ciencias y Tecnología de la Universidad Autónoma "Juan Misael Saracho".



Fuente: CEANID, 2023

Figura 3.3 Métodos y técnicas de los Análisis físicoquímicos y microbiológicos del aderezo de garbanzo

3.6 Descripción de equipos, instrumentos de laboratorio, material de laboratorio y utensilios de cocina

Durante el desarrollo de la parte experimental del presente trabajo para la elaboración de aderezo de garbanzo, se utilizaron equipos, instrumentos de laboratorio, material de laboratorio y utensilios de cocina, los cuales se detallan a continuación:

3.6.1 Equipos utilizados en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

En la figura 3.4 se muestra los equipos utilizados en la elaboración aderezo de garbanzo



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.4 Equipos utilizados en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

3.6.2 Instrumentos utilizados en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

En la figura 3.5 se indica los instrumentos de laboratorio empleados para el desarrollo de la parte experimental de elaboración de aderezo de garbanzo

Instrumentos de laboratorio	Descripción
Balanza digital	Marca RADWAG de Polonia, modelo PS 4500.R2 con rango:4500g con capacidad mínima de 0.5g a 0,01g
pH-metro digital	Marca HORIBA modelo LAQUA-PH1300 de Japón con pantalla LCD, parámetros pH/ORP/Temp(°C), su rango de pH es de -2.00 a 19.99 pH con precisión de 0.003 pH
Bureta digital	Marca JECONS, modelo Digitrate-PRO 50, capacidad: 0,01 a 50 ml, precisión de 0,2 de operacionalización manual de industria Española
Viscosímetro	Marca SELECTA, modelo STS-2011R, red eléctrica 100-240V/50-60Hz y un rango de temperatura de 0,0 a 100,0 °C, rango de 100 a 13.000.000 Cp y potencia de 15 W
Agitador magnético	Marca DIAB, modelo M57-H550-PRO de China con una potencia de 1050W con rpm de 0 a 1500/min y una frecuencia de 50/60 Hz.

Fuente: LACIA, 2023

Figura 3.5 Instrumentos utilizados en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

3.6.3 Material de laboratorio

Los materiales de laboratorio que fueron utilizados en el presente trabajo, se detallan a continuación:

- Varilla de vidrio de espesor (25 cm)
- Termómetro de alcohol de vidrio (0 a 110°C)
- Vaso de precipitado de vidrio (10, 50, 100 ml)
- Pipeta de vidrio (0,01 mm)
- Matraz Erlenmeyer de vidrio (25 ml)
- Piseta de plástico (200 ml)

3.6.4 Utensilios de cocina

Los utensilios de cocina que fueron utilizados para la elaboración de aderezo de garbanzo se detallan a continuación:

- Fuentes de acero inoxidable, tamaño mediano
- Espátulas de goma, tamaño mediano
- Cucharas de acero inoxidable, tamaño mediano
- Escurridor de plástico, tamaño mediano
- Repasadores de algodón, tamaño mediano
- Olla de acero inoxidable, tamaño mediano
- Jarra de plástico, tamaño mediano

3.7 Descripción de reactivos e insumos alimentarios

3.7.1 Reactivos químicos de laboratorio

Los reactivos químicos utilizados en el presente trabajo de investigación son:

- Hidróxido de potasio concentración 0,1 N, procedencia boliviana, cantidad 250 ml.
- Fenolftaleína concentración 1 %, procedencia boliviana, cantidad 250 ml.
- Alcohol etílico p.a. concentración 99 %, procedencia boliviana, cantidad 500 ml.

3.7.2 Insumos alimentarios

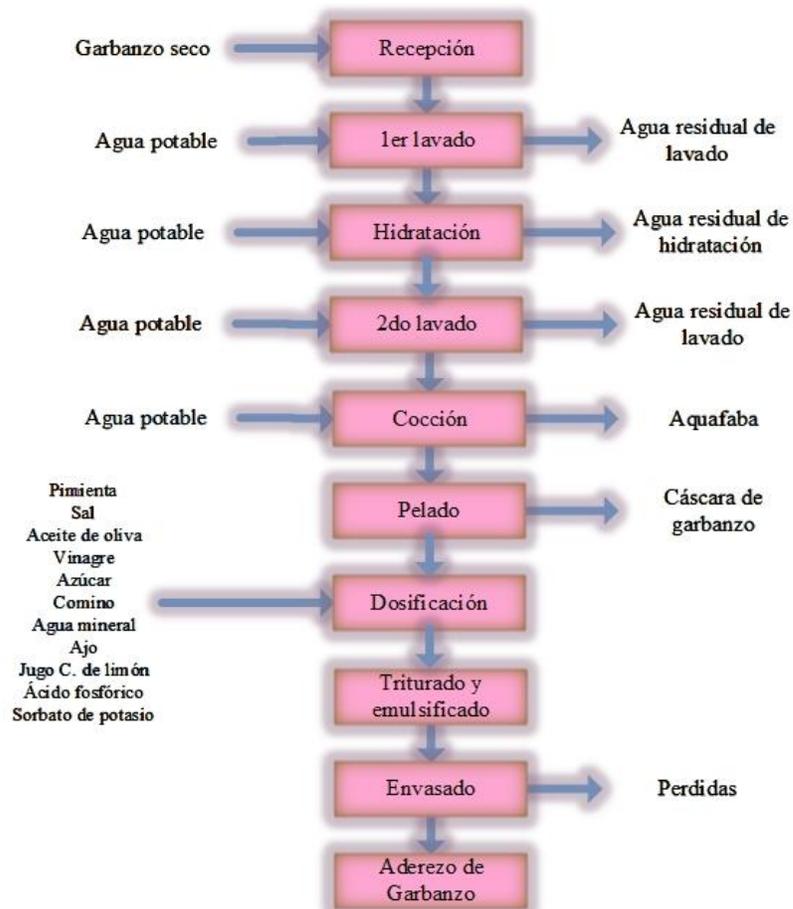
Los insumos alimentarios utilizados para realizar el presente trabajo, se detallan a continuación:

- Aceite de oliva extra virgen de marca KRIS.
- Sal yodada, estado sólido, procedencia boliviana y calidad alimentaria.
- Comino, estado en polvo (refinado), marca SAZON MENU, procedencia boliviana y calidad alimentaria.

- Pimienta blanca en polvo, (refinado), marca COCINERO, procedencia Sucre y calidad alimentario.
- Ajo blanco en polvo, (refinado), marca COCINERO, procedencia Sucre y calidad alimentario.
- Jugo concentrado de limón, estado líquido, marca HARRY LIMONERO, procedencia Cochabamba y calidad alimentaria.
- Agua mineral estado líquido, marca VITAL, procedencia, procedencia boliviana y calidad alimentaria.

3.8 Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

En la figura 3.6 se muestra el diagrama de flujo de aderezo de garbanzo



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.6 Diagrama de flujo para el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo.

3.9 Desarrollo del proceso para la elaboración de aderezo de garbanzo

A continuación, se describirá cada uno de los pasos que se debe seguir en orden secuencial para la elaboración de aderezo de garbanzo.

3.9.1 Recepción del grano de garbanzo

Durante la recepción del grano garbanzo seco, se realiza una inspección visual para así verificar el estado del garbanzo y ver si contiene algún insecto (gorgojo) y ver si este se lo acepta o es rechazado.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.7 Garbanzo seco

3.9.2 1er lavado

El proceso de limpieza se realiza de forma manual, se utiliza agua potable a temperatura ambiente, se lavan bien los granos de garbanzo, con el fin de eliminar impurezas como la tierra, finalmente se escurren con la ayuda de un colador de acero inoxidable.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.8 Garbanzo limpio

3.9.3 Hidratación

La etapa de hidratación del garbanzo se lo realiza en un periodo aproximado de 12 horas a temperatura ambiente de entre 20 °C a 23 °C, con la finalidad de ayudar a su cocción ya que si omitimos este paso el garbanzo no tendría una cocción uniforme y tardaría más en cocer cambiando así tu textura arenosa, posteriormente se descarta el agua con la ayuda de un colador de acero inoxidable.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.9 Hidratación del garbanzo

3.9.4 2do lavado

El lavado se realiza de forma manual, se utiliza agua potable a temperatura ambiente, con el fin de eliminar la acidez que pudo quedarse adherida en el grano de garbanzo.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.10 Lavado del garbanzo

3.9.5 Cocción

El proceso de cocción se realiza luego de que el garbanzo haya pasado por su respectiva hidratación y lavado, se pasa el garbanzo a una olla de acero inoxidable para su cocción por un tiempo de aproximadamente 1 hora 20 min, siendo este tiempo el requerido para que el grano de garbanzo cocido adquiera una textura arenosa y como indicativo la cáscara de algunos granos comienza a desprenderse. En este paso también se debe ir sacando la espuma que va soltando el garbanzo ya que son algunas impurezas que pudiera haberse quedado. Una vez terminada su cocción se escurren los garbanzos con un colador de acero inoxidable. Quedando el agua residual de cocción de garbanzos (aquafaba), que puede ser reutilizado, ya que contiene propiedades emulsionantes, espumantes, aglutinantes y gelatinizantes, llegando a tener las mismas propiedades que la clara de huevo.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.11 Cocción del garbanzo

3.9.6 Pelado

Con el fin de obtener una consistencia más fina y homogénea en el aderezo, se opta por retirar la cáscara del garbanzo cocido de manera manual, este procedimiento llegará a cambiar de acuerdo a la cantidad que se desea preparar ya que siendo de mayor cantidad será recomendado un equipo para el pelado, este proceso se realiza mientras el garbanzo presenta la humedad superficial obtenida por la cocción del mismo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.12 Cáscara de garbanzo y garbanzo pelado

3.9.7 Triturado y emulsificado

Con el garbanzo ya cocido, escurrido y pelado con la ayuda de una batidora de mano (mixer) se lo tritura, también se le añaden todos los insumos como ser: ajo, comino, pimienta, jugo de limón, sal y el aceite de oliva. Se procesa aproximadamente por un tiempo de 8 minutos en periodos de 2 minutos cada uno para la emulsificación.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.13 Triturado de garbanzo y especias

3.9.8 Envasado

Primeramente, se esterilizan los envases de vidrio en una olla con agua a temperatura de ebullición en un tiempo de 15 min, pasado este tiempo se procede a hacerlos enfriar colocándolos boca abajo con el fin de que el agua interna escurra fuera del envase, posteriormente se envasa la mezcla a una temperatura de 20°C.



Fuente: Elaboración propia
Figura 3.14 Envasado

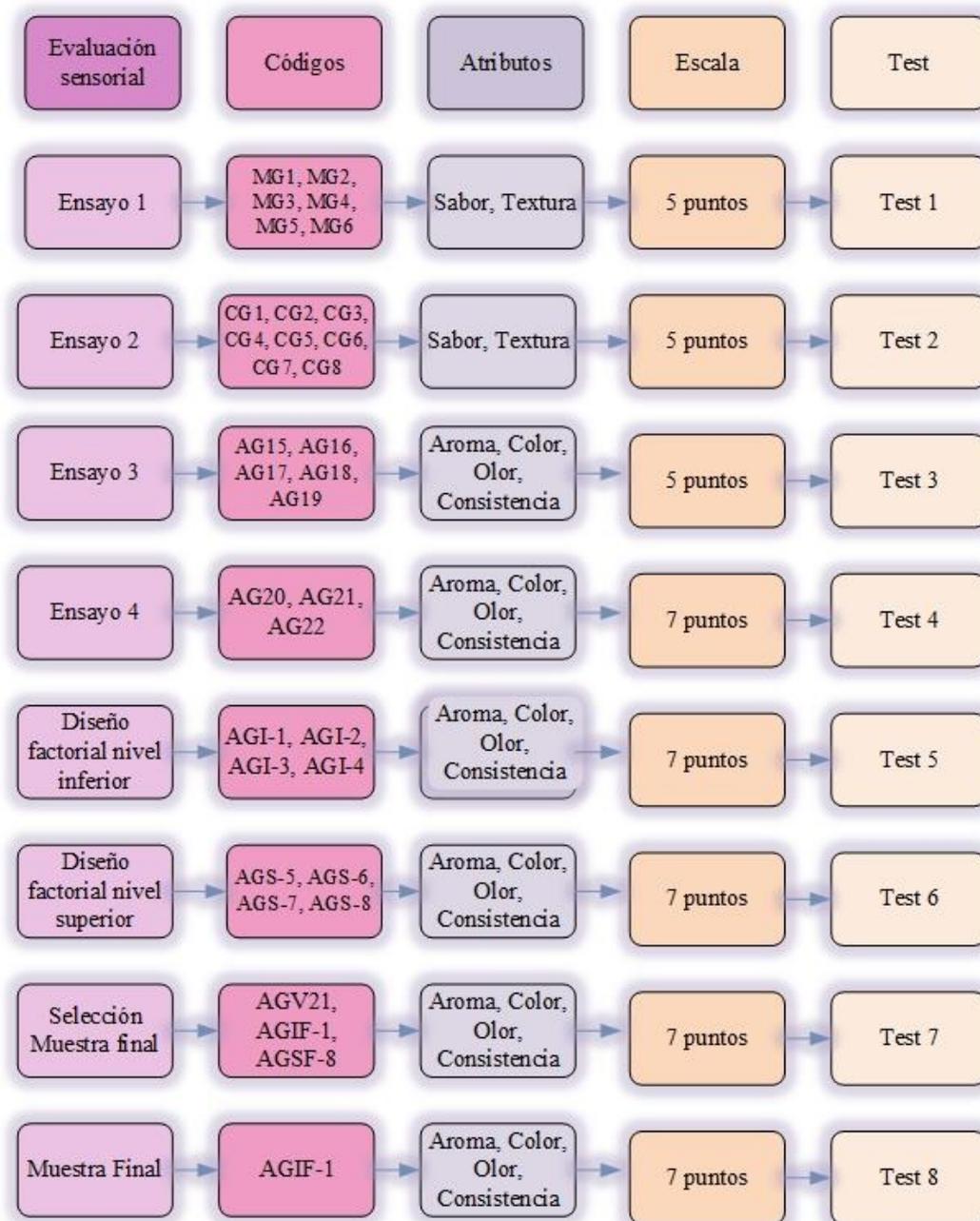
3.10 Evaluación sensorial de los alimentos

La evaluación sensorial es una disciplina científica mediante la cual se evalúan las propiedades organolépticas a través del uso de uno o más de los sentidos humanos. Mediante esta evaluación pueden clasificarse las materias primas y productos terminados, conocer que opina el consumidor sobre un determinado alimento, su aceptación o rechazo, así como su nivel de agrado, criterios estos que se tienen en cuenta en la formulación y desarrollo de los mismos. (Espinosa, 2007)

La evaluación sensorial trabaja en base a paneles de degustadores, denominados jueces que hacen uso de sus sentidos como herramienta de trabajo. Los jueces se seleccionan y entrenan con el fin de lograr la máxima veracidad, sensibilidad y

reproducibilidad en los juicios que emitan, ya que de ello depende en gran medida el éxito y confiabilidad de los resultados. (Wittig, 2001)

En la figura 3.15 se detalla las evaluaciones sensoriales realizadas para la obtención de aderezo de garbanzo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 3.15 Evaluaciones sensoriales para aderezo de garbanzo

3.11 Diseño experimental

Estos diseños manipulan dos o más variables independientes e incluyen dos o más niveles de presencia en cada una de las variables independientes. Se utilizan con más frecuencia en investigación del comportamiento; por ejemplo, en una empresa, analizar el impacto de un ajuste en el salario, simultáneamente con el desarrollo de un programa de capacitación sobre el nivel de productividad; o el grado de ausentismo y satisfacción de los trabajadores. (Bernal, 2010)

3.11.1 Diseño factorial 2^k

El objetivo de un diseño factorial es estudiar el efecto de varios factores sobre una o varias respuestas, cuando se tiene el mismo interés sobre todos los factores. El diseño 2^k considera k factores con dos niveles de variación cada uno, y tiene 2^k tratamientos o puntos de diseño. (Gutiérrez & de la Vara, 2008)

$$2^k$$

Donde:

2 = número de niveles

k = número de variables

3.11.2 Diseño Factorial 2^3 para la etapa de dosificación en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

Sean A, B y C los factores que se quieren estudiar y sean (1), a, b, ab, c, ac, bc y abc, los totales observados en cada uno de los ocho tratamientos escritos en su orden estándar. Los efectos en este diseño se pueden calcular a partir de la tabla de signos y considerando la siguiente asignación literaria para los factores:

- Aceite de oliva (A) = 2 niveles
- Vinagre de alcohol (B) = 2 niveles
- Jugo concentrado de limón (C) = 2 niveles

La tabla 3.1 muestra la matriz de diseño factorial aplicado en el proceso de dosificación para la elaboración de aderezo de garbanzo, conformado por tres variables: aceite de oliva (A), vinagre de alcohol (B) y jugo concentrado de limón (C). Para la determinación de cantidades del resto de insumos se tomó como referencia la dosificación de Sueli, 2022

Tabla 3.1
Matriz de variables en el proceso de dosificación para la elaboración de aderezo de garbanzo

Combinación	Factores			Interacciones				Variable respuesta		
	A	B	C	AB	AC	BC	ABC	Y _{i1}	Y _{i2}	Y _{i3}
(1)	-	-	-	+	+	+	-	Y ₁	Y ₁	Y ₁
a	+	-	-	-	-	+	+	Y ₂	Y ₂	Y ₂
b	-	+	-	-	+	-	+	Y ₃	Y ₃	Y ₃
ab	+	+	-	+	-	-	-	Y ₄	Y ₄	Y ₄
c	-	-	+	+	-	-	+	Y ₅	Y ₅	Y ₅
ac	+	-	+	-	+	-	-	Y ₆	Y ₆	Y ₆
bc	-	+	+	-	-	+	-	Y ₇	Y ₇	Y ₇
abc	+	+	+	+	+	+	+	Y ₈	Y ₈	Y ₈

Fuente: Elaboración propia

Donde: Variables respuestas

Y_{i1} = pH del aderezo

Y_{i2} = Acidez (%) expresado como ácido acético

Y_{i3} = Viscosidad (cP)

Como se indicó anteriormente, se establece dos situaciones para cada factor (+, -), de las cuales resultan las distintas combinaciones, esto expresa los niveles de variación en tipo: nivel inferior y nivel superior, para cada factor en la dosificación del aderezo de garbanzo. La tabla 3.2 indica los niveles de variación los factores, nivel inferior y nivel superior, a ser aplicado en la dosificación para la elaboración de aderezo de garbanzo.

Tabla 3.2**Niveles de variación en el proceso de dosificación de aderezo de garbanzo**

Factores	Unidad	Nivel Inferior	Nivel Superior
Aceite de oliva extra virgen (A)	%	12,80	13,90
Vinagre de alcohol (B)	%	6,60	7,80
Jugo concentrado de limón (C)	%	1,65	2,25

Fuente: Elaboración propia**3.12 Operacionalización de variables para la elaboración de aderezo de garbanzo**

En la tabla 3.3 se muestra el desarrollo de la operacionalización de variables para la elaboración de aderezo de garbanzo.

Tabla 3.3
Operacionalización de las variables para la elaboración de aderezo de garbanzo

Hipótesis	Variables	Definición	Indicadores	Escala	
Mediante el proceso de emulsificación aplicado en la elaboración de aderezo de garbanzo permitirá obtener un producto de calidad en la provincia Cercado de Tarija.	Variable dependiente Aderezo de garbanzo	Según Wallace et al. (2016), el hummus tradicional es una salsa o aderezo para untar rica en nutrientes hecha de puré de garbanzos cocidos, mezclado con tahini, aceite de oliva, jugo de limón y especias.	Acidez	%	
			Ceniza	%	
			Fibra	%	
			Fosforo	mg/100g	
			Grasa	%	
			Hidratos carbono	%	
			Humedad	%	
			Manganeso	mg/100g	
			Potasio	mg/100g	
			Proteína total	%	
			pH	-	
			Rancidez	Pos/Neg	
			Valor energético	Kcal/100g	
			Coliformes totales	UFC/g	
			Coliformes fecales	UFC/100g	
	Mohos y levaduras	UFC/g			
	Salmonella	P/A/25g			
	Color, olor, sabor, textura	Escala hedónica			
	Variable independiente Proceso de emulsificación	Una emulsión son dos líquidos inmiscibles donde uno de ellos se dispersa en el otro en forma de pequeñas gotitas. (Tijo, 2014)	Dosificación	Cantidad	%
				pH Acidez	(%)

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV
RESULTADOS Y
DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del garbanzo

Para la caracterización de garbanzo, se tomó en cuenta los análisis: físico, fisicoquímico y microbiológico.

4.1.1 Análisis físico del garbanzo

Para el análisis físico del garbanzo se realizaron ocho muestras de garbanzo seco, con treinta granos de garbanzo en cada una, que fueron seleccionadas al azar. Posteriormente se hidrataron las ocho muestras de grano de garbanzo seco para obtener las muestras en grano de garbanzo hidratado, donde los parámetros que se analizaron son: altura, diámetro, peso total, porción comestible (grano sin cáscara), porción no comestible (cáscara).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.1 Análisis físico (porción comestible (PC) y porción no comestible (PNC))

Los resultados obtenidos del análisis físico del garbanzo, se muestran en la tabla 4.1, que fueron realizados en el Laboratorio Académico de la Carrera de Ingeniería de Alimentos (LACIA).

Tabla 4.1

Análisis físico del garbanzo en grano seco e hidratado

Muestra	Garbanzo seco			Garbanzo hidratado						
	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso Total (g)	Altura (mm)	Diámetro (mm)	Peso Total (g)	PC (g)	PNC (g)	PC (%)	PNC (%)
1	11,91	9,00	0,77	15,15	12,08	1,56	1,41	0,15	90,60	9,40
2	11,57	8,99	0,72	14,80	11,99	1,46	1,27	0,19	86,84	13,16
3	11,94	9,22	0,86	15,41	12,31	1,74	1,54	0,20	88,52	11,48
4	11,69	9,25	0,80	15,00	12,19	1,62	1,45	0,18	89,18	10,82
5	11,50	8,97	0,68	14,90	12,18	1,38	1,19	0,19	86,38	13,62
6	11,58	9,07	0,74	14,93	12,12	1,50	1,33	0,17	88,58	11,42
7	11,47	9,22	0,77	14,95	12,33	1,56	1,38	0,18	88,39	11,61
8	11,79	8,99	0,76	15,14	12,11	1,54	1,36	0,18	88,48	11,52
\bar{X}	11,68 ± 0,05	9,09 ± 0,05	0,76 ± 0,01	15,03 ± 0,05	12,16 ± 0,05	1,55 ± 0,01	1,37 ± 0,01	0,18 ± 0,01	88,37	11,63

Fuente: Elaboración propia

Donde \bar{X} = promedio

PC = Porción comestible

PNC = Porción no comestible

En la tabla 4.1 se muestran los valores promedio de cada una de las ocho muestras de los análisis físicos del garbanzo (seco e hidratado) los cuales presentan una altura para garbanzo seco $11,68 \pm 0,05$ mm; diámetro $9,09 \pm 0,05$ mm y peso total $0,76 \pm 0,01$ mm; mientras que para el grano garbanzo hidratado presenta una altura de $15,03 \pm 0,05$ mm; diámetro $12,16 \pm 0,05$ mm y un peso total de $1,55 \pm 0,01$ mm; porción comestible (PC) 88,37 % en grano y porción no comestible (PNC) 11,63 % de cáscara.

4.1.2 Análisis fisicoquímico del grano garbanzo seco

En la tabla 4.2, se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico del grano de garbanzo seco.

Tabla 4.2

Análisis fisicoquímico del grano de garbanzo seco

Parámetro	Unidad	Resultado
Ceniza	%	3,29
Fibra	%	2,27
Grasa	%	6,02
Hidratos de carbono	%	59,69
Humedad	%	8,08
Manganeso	mg/100 g	965,00
Potasio	mg/100 g	2,87
pH	-	6,64
Proteína total	%	20,65
Valor energético	Kcal/100g	375,54

Fuente: CEANID, 2022

En la tabla 4.2, se puede observar que el garbanzo contiene: Ceniza = 3,29 %; Fibra = 2,27 %; Grasa = 6.02 %; Hidratos de carbono = 59,69 %; Humedad = 8,08 %; Manganeso = 965 mg/100g; Potasio = 2,87 mg/100g; pH = 6,64; Proteína total = 20,65 %; Valor energético = 375,54 kcal/100g.

4.1.3 Análisis microbiológico del garbanzo

En la tabla 4.3, se muestran los resultados obtenidos de los análisis microbiológicos del grano de garbanzo seco.

Tabla 4.3

Análisis microbiológico del grano de garbanzo seco

Microorganismos	Unidad	Resultado
Bacterias aerobias mesófilas	UFC/g	$1,7 \times 10^2$
Coliformes totales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Mohos y levaduras	UFC/g	$3,0 \times 10^1$
(*) No se observa desarrollo de colonias		

Fuente: CEANID, 2022

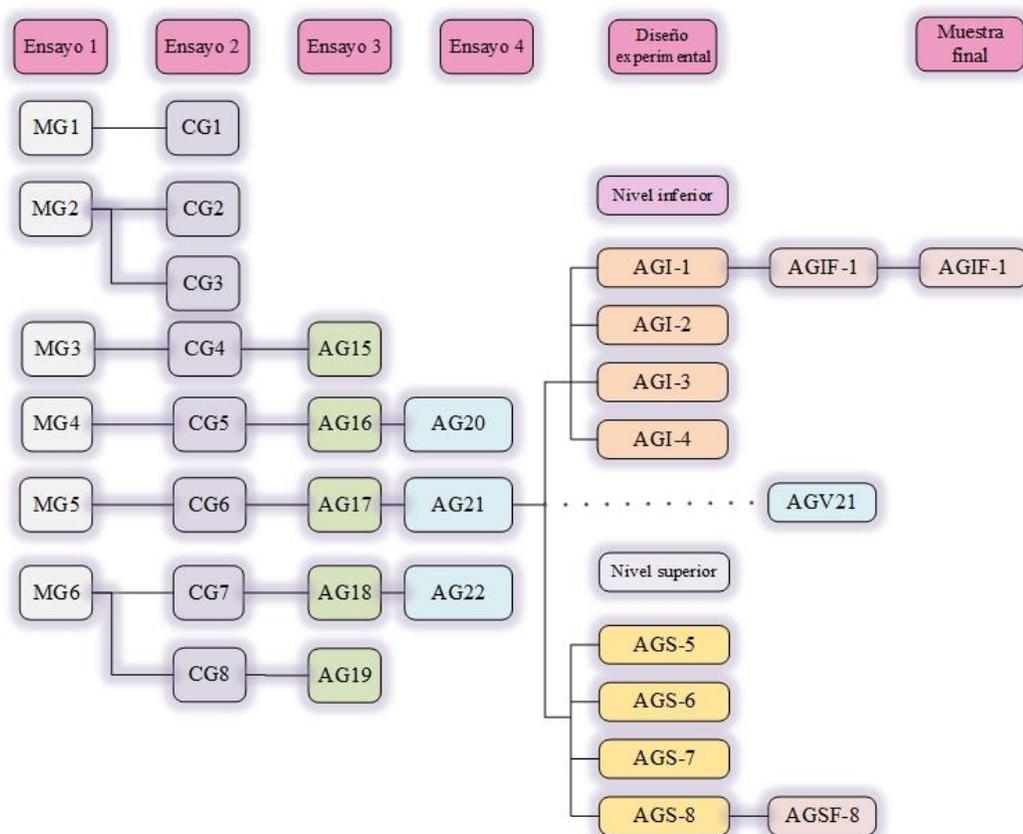
En la tabla 4.3, se puede observar que el grano de garbanzo seco presenta: Bacterias aerobias mesófilas $1,7 \times 10^2$ UFC/g; Coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g; Mohos y levaduras $3,0 \times 10^1$ UFC/g.

4.2 Caracterización de las variables del proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

Para la caracterización de las variables de proceso en la elaboración de aderezo de garbanzo, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos:

4.2.1 Ensayos preliminares para la elaboración de aderezo de garbanzo

Para el desarrollo experimental del presente trabajo de investigación, se tomó como base la metodología de preparación del hummus de garbanzo, con el fin de mejorar la técnica y obtener la metodología del proceso de emulsificación. Se realiza la modificación en la formulación de las pruebas preliminares para los cuatro ensayos (ensayo 1, ensayo 2, ensayo 3 y ensayo 4), con la finalidad de obtener la muestra ideal de aderezo de garbanzo, como se muestra en la figura 4.2.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.2 Ensayos preliminares para la elaboración de aderezo de garbanzo

4.2.2 Variación de la dosificación de insumos para el ensayo 1

Inicialmente, para el desarrollo de la parte experimental se procedió a elaborar seis muestras preliminares de aderezo de garbanzo, con el fin de buscar una formulación adecuada variando la dosificación de insumos en función de la tabla 4.4.

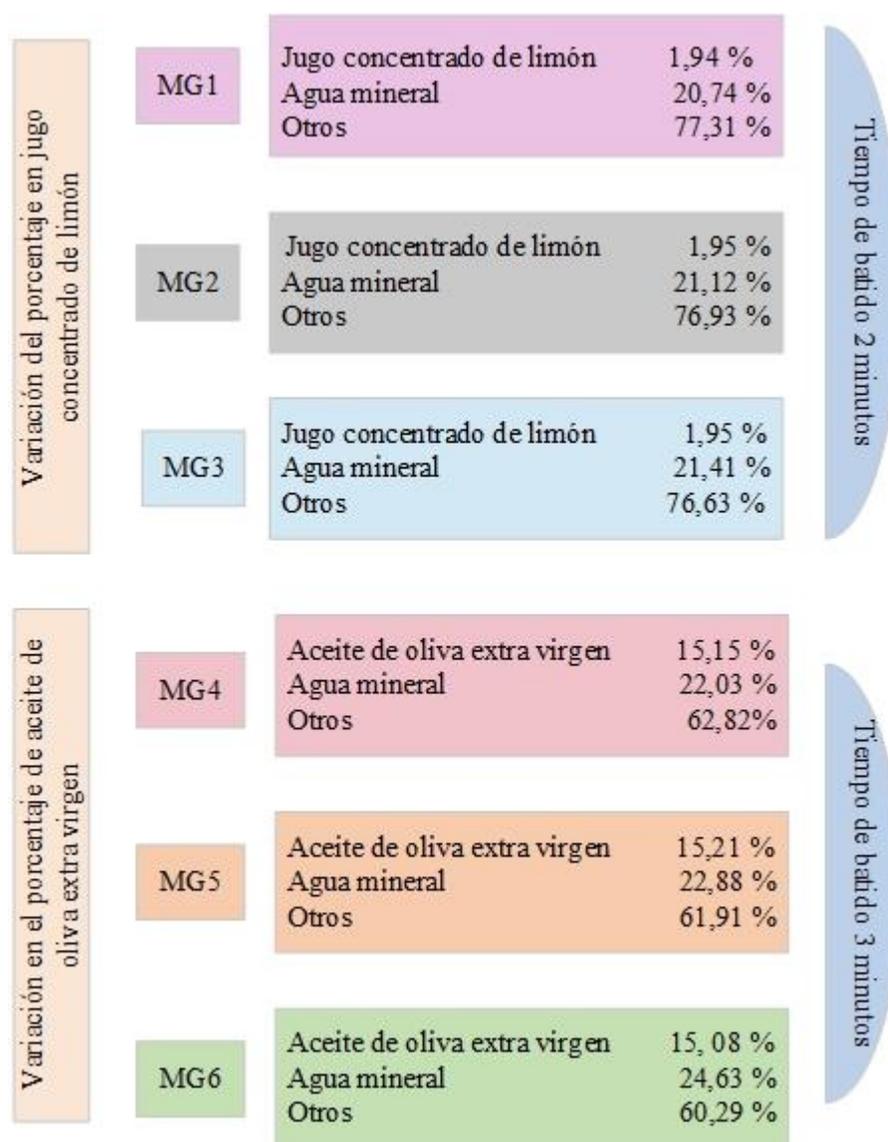
Tabla 4.4

Variación en la dosificación de aderezo de garbanzo para el ensayo 1

Insumo	Rango	Unidad
Aceite de oliva	14,10 – 15,25	%
Sal	0,73 – 0,83	%
Agua mineral	20,80 – 24,80	%
Jugo concentrado de limón	1,93 – 1,97	%

Fuente: Elaboración propia

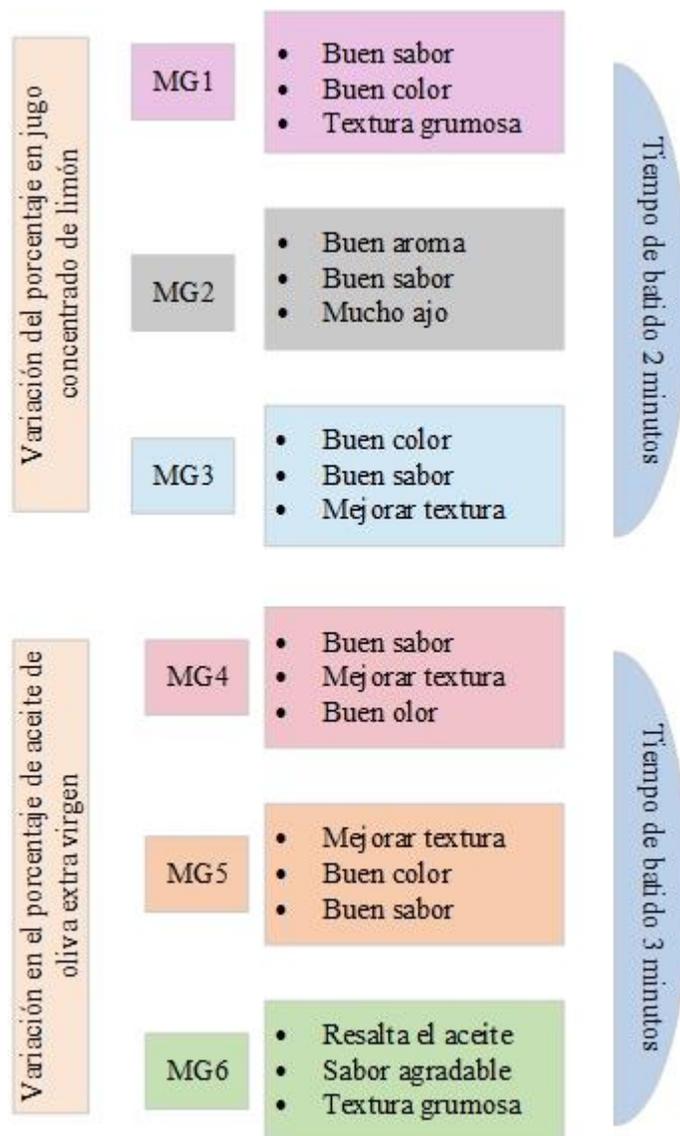
En la tabla 4.4, se realizan las formulaciones para las muestras del ensayo 1, variando el porcentaje de limón con tiempo de batido de dos minutos en MG1, MG2 y MG3, en las muestras siguientes MG4, MG5 y MG6 (aceite de oliva), con tiempo de batido de tres minutos. En la figura 4.3, se detalla la variación en las formulaciones mencionadas.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.3 Variación en la dosificación de insumos para el ensayo 1

Las seis pruebas elaboradas en función de la figura 4.3, son evaluadas de manera subjetiva por el personal del Laboratorio Taller de Alimentos y la valoración realizada se detalla en la figura 4.4.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.4 Valoración subjetiva de aderezo de garbanzo

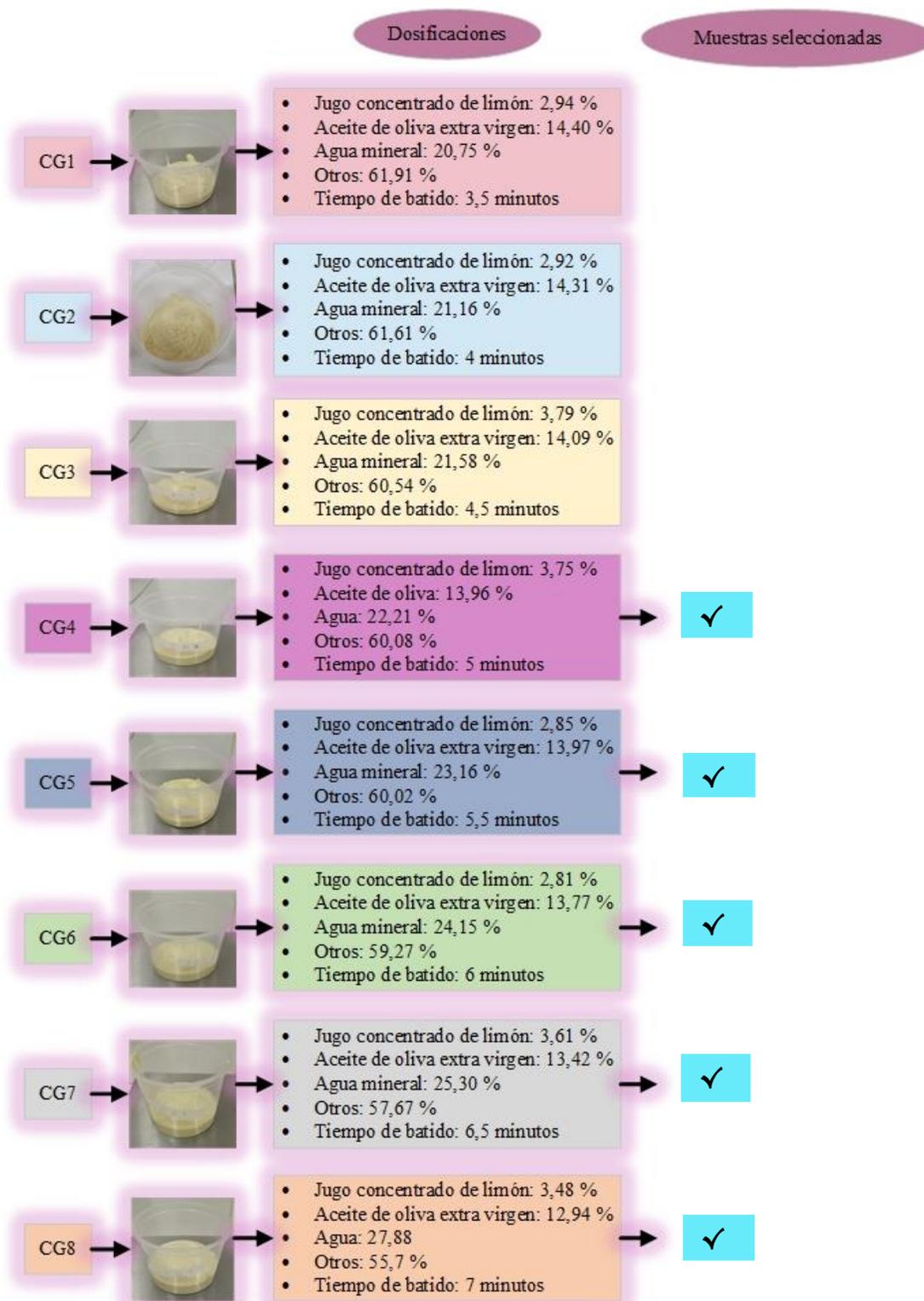
De acuerdo a la valoración subjetiva realizada (figura 4.4), las muestras (MG1, MG2, MG3, MG4, MG5 y MG6) presentan una semejanza en cuanto a sabor, olor y color, así como también se observó un problema con la textura en todas las muestras. Por lo

que se decidió mantener todas las muestras y añadir dos muestras adicionales con más tiempo de batido en la mezcla.

4.2.3 Variación de la dosificación de insumos para el ensayo 2

En base a los resultados obtenidos de la figura 4.4, todas las muestras presentan un buen grado de aceptación en cuanto a sabor, olor y color, no siendo así en textura por lo que se optó por modificar los tiempos de batido de cada una de ellas con el fin de mejorar la formulación. Por tal motivo se incorporó dos muestras más para el ensayo 2.

En la figura 4.5 se muestran las variaciones de dosificación de insumos para el ensayo 2.



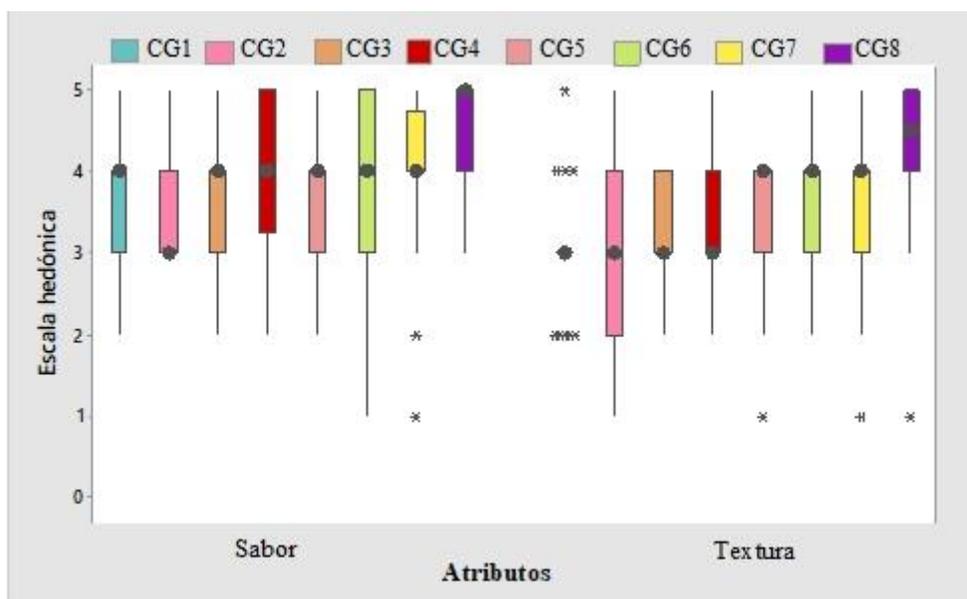
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.5 Variación de la dosificación de insumos para el ensayo 2

En base a las muestras de la figura 4.5 procede a realizar una evaluación sensorial con escala hedónica de cinco puntos en las que se valoraron los atributos de sabor y textura.

4.2.3.1 Estadístico de caja y bigote de aderezo de garbanzo para el ensayo 2

En la figura 4.6, se muestra el estadístico de caja y bigote en la dosificación de insumos en el ensayo 2, de datos extraídos del (Anexo C) para los atributos de sabor (tabla C.2.1) y textura (tabla C.2.2).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.6 Caja y bigote en la variación de dosificación de insumos para el Ensayo 2

Según la figura 4.6, se puede observar el análisis estadístico de caja y bigote según los atributos evaluados, en donde se puede observar los resultados en función de las medianas; sabor 5 (CG8) y textura 4,5 (CG8). Realizando el estadístico de varianza se pudo observar que existe diferencia significativa para los atributos evaluados para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.3.2 Estadístico de Tukey para el atributo sabor en la dosificación de insumos de las pruebas preliminares del ensayo 2

En la tabla 4.5, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de las muestras del ensayo 2 de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.5

Estadístico Tukey para el atributo sabor en el ensayo 2

Muestra	N	Mediana	Agrupación	
CG8	24	4,417	A	
CG4	24	4,000	A	B
CG7	24	3,958	A	B
CG6	24	3,792	A	B
CG5	24	3,792	A	B
CG3	24	3,708	A	B
CG1	24	3,625		B
CG2	24	3,583		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.5, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras CG8-CG1 y CG8-CG2, sin embargo, no existe diferencia significativa para las muestras CG8-CG4, CG8-CG7, CG8-CG6, CG8-CG5, CG8-CG3, CG4-CG7, CG4-CG6, CG4-CG5, CG4-CG3, CG4-CG1, CG4-CG2, para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.2.3.3 Estadístico de Tukey para el atributo textura en la dosificación de insumos de las pruebas preliminares del ensayo 2

En la tabla 4.6, muestra el estadístico Tukey para el atributo textura de las muestras del ensayo 2 de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.6*Estadístico Tukey para el atributo textura del ensayo 2*

Factor	N	Media	Agrupación		
CG8	24	4,208	A		
CG6	24	3,750	A	B	
CG7	24	3,708	A	B	C
CG5	24	3,375		B	C
CG4	24	3,333		B	C
CG3	24	3,250		B	C
CG1	24	3,000		B	C
CG2	24	2,958			C

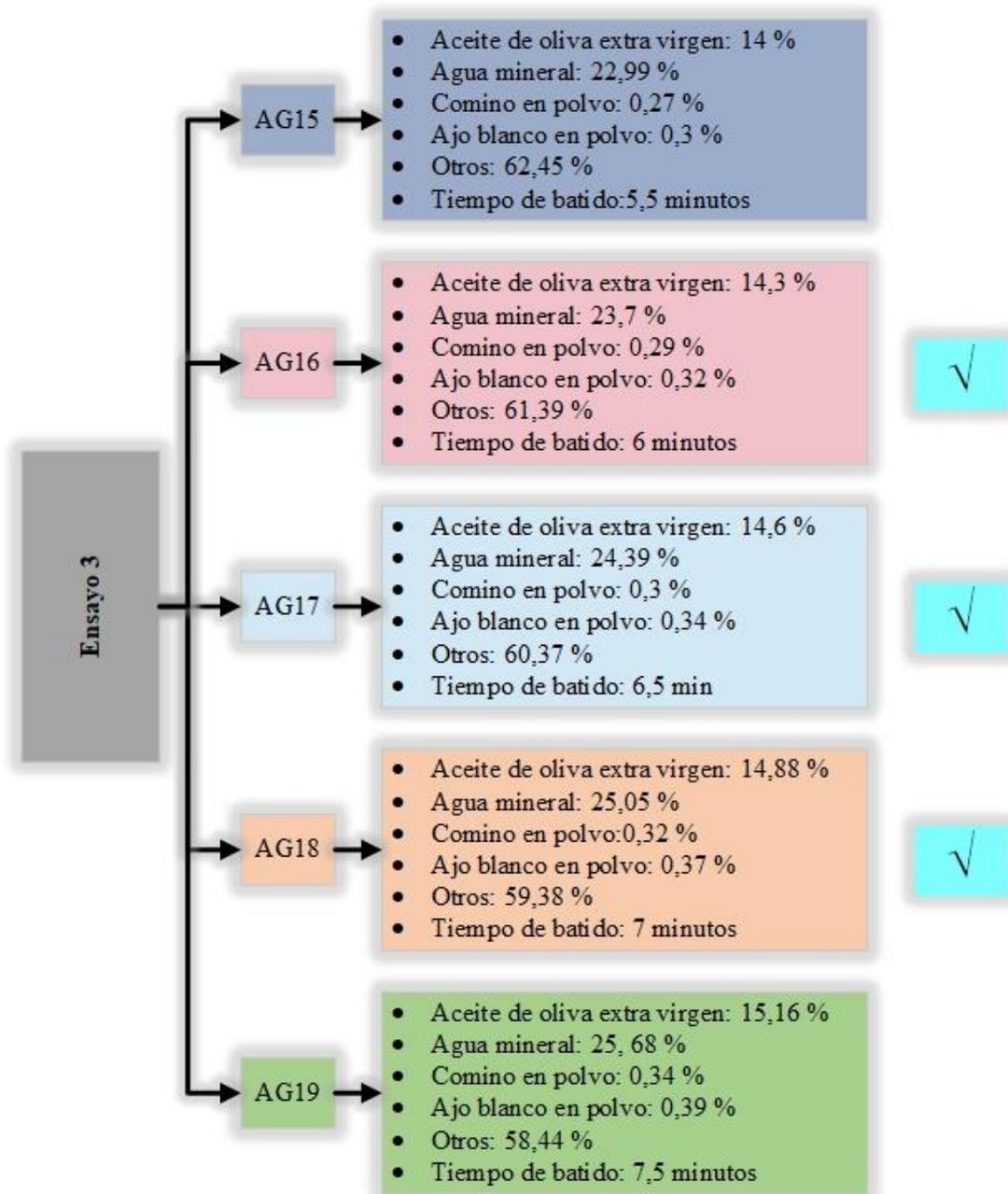
Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.6, se puede observar que existe diferencia significativa entre las muestras CG8-CG5, CG8-CG4, CG8-CG3, CG8-CG1, CG8-CG2 y CG6-CG2, sin embargo, para las muestras CG8-CG6, CG8-CG7, CG6-CG7, CG6-CG5, CG6-CG4, CG6-CG3, CG3-CG1, CG7-CG5, CG7-CG4, CG7-CG3, CG7-CG1, CG7-CG2, no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En base al estadístico de caja y bigote de la evaluación sensorial en la dosificación de insumos en el ensayo 2 de elaboración de aderezo de garbanzo y de acuerdo el estadístico de Tukey de cada atributo, se pudo observar que los jueces seleccionaron las muestras CG4, CG5, CG6, CG7, CG8, por presentar mejores atributos (sabor y textura) y en función de los resultados de sus medianas existiendo diferencia significativa en comparación de las muestras CG1, CG2, CG3.

4.2.4 Variación de la dosificación de insumos para el ensayo 3

En base a las muestras evaluadas del ensayo 2 (CG4, CG5, CG6, CG7, CG8), se rectifica la dosificación porcentual de insumos (aceite de oliva, agua, comino, ajo), con la finalidad de mejorar los atributos: color, aroma, sabor y consistencia en las muestras de aderezo de garbanzo. En la figura 4.7, se detalla las variaciones porcentuales de dosificación de insumos para las muestras del ensayo 3.



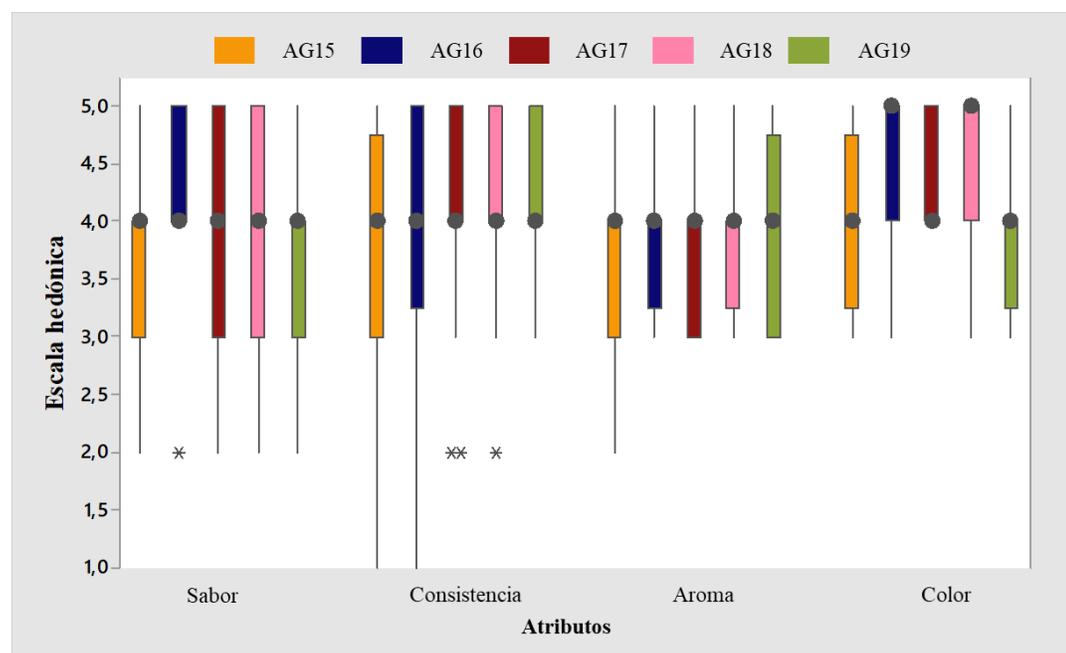
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.7 Variación porcentual de insumos en la dosificación del ensayo 3

En base a las muestras de la figura 4.7, se procede a realizar una evaluación sensorial mediante la escala hedónica de cinco puntos valorando los atributos; aroma, color, sabor y consistencia.

4.2.4.1 Estadístico de caja y bigote para la dosificación de insumos de aderezo de garbanzo para el ensayo 3

En la figura 4.8, se muestra el estadístico de caja y bigote en la dosificación de insumos en el ensayo 2, de datos extraídos del (Anexo C) para los atributos de sabor (tabla C.2.7), consistencia (tabla C.2.8), aroma (tabla C.2.9) y color (tabla C.2.10).



Fuente: Elaboración propia

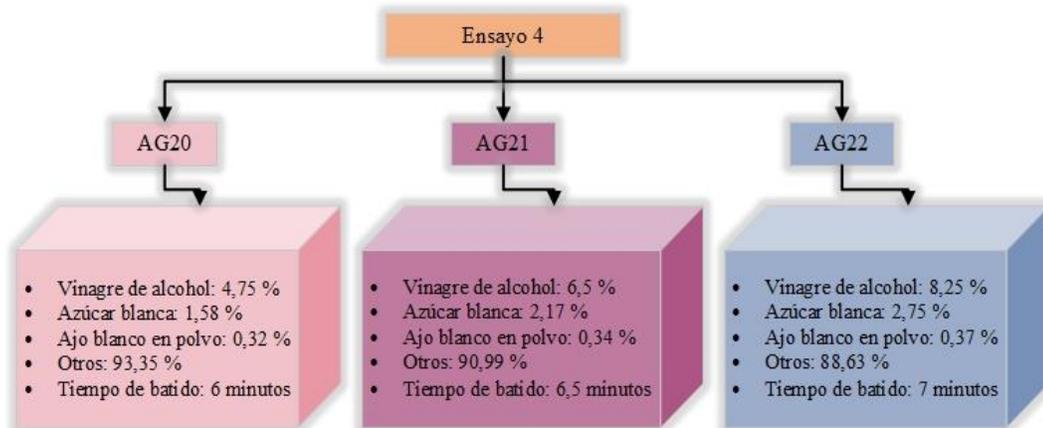
Figura 4.8 Caja y bigote en la variación de dosificación de insumos del ensayo 3

Según la figura 4.8, se puede observar los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras: sabor 4,0 (AG15, AG16, AG17, AG18 y AG19), consistencia 4,0 (AG15, AG16, AG17, AG18 y AG19), aroma 4,0 (AG15, AG16, AG17, AG18 y AG19) y color 5,0 (AG16 y AG18). Realizando el análisis estadístico de varianza se determinó que no existe diferencia significativa en todos los atributos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.5 Incorporación de vinagre y azúcar en la dosificación de insumos para el ensayo 4

Inicialmente, a partir de la dosificación de las muestras (AG16, AG17 y AG18), se decidió incorporar vinagre de alcohol a la formulación con el fin de mejorar la

capacidad de conservación natural del aderezo, además se incorporó azúcar para regular el sabor ácido obtenido por la incorporación del vinagre de alcohol en el aderezo de garbanzo. En la figura 4.9 se detallan las variaciones porcentuales de dosificación de insumos para las muestras del ensayo 4.



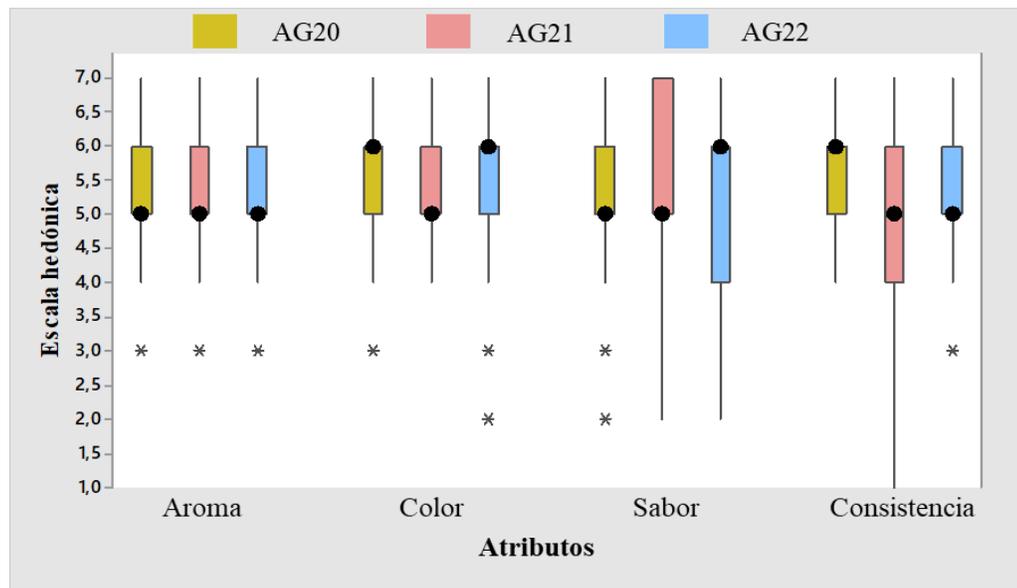
Fuente: Elaboración propia

Figura 4.9 Dosificación y valoración de vinagre de alcohol y azúcar en el ensayo 4

En base a las muestras de la figura 4.9, se procede a realizar una evaluación sensorial con escala hedónica de siete puntos, en función de los atributos: color, consistencia, aroma y sabor.

4.2.5.1 Estadístico de caja y bigote para la dosificación de insumos del ensayo 4

En la figura 4.9, se muestran la caja y bigote en la dosificación de insumos en el ensayo 4, datos extraídos del (Anexo C) en función de los atributos; sabor (tabla C.2.19), consistencia (tabla C.2.20), aroma (tabla C.2.21) y color (tabla C.2.22).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.10 Estadístico de caja y bigote para la dosificación de insumos del Ensayo 4

En la figura 4.10 se puede observar los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras: sabor 6,0 (AG22), consistencia 6,0 (AG20), aroma 5,0 (AG20, AG21 y AG22) y color 6,0 (AG20 y AG22). Realizando el análisis estadístico de varianza se determinó que no existe diferencia significativa en todos los atributos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.2.6 Diseño factorial 2^3 en el proceso de emulsión para la elaboración de aderezo de garbanzo

Para aplicar el diseño experimental en la elaboración de aderezo de garbanzo, se realizó en base a la muestra ideal AG21 (figura 4.2), considerando las variables: aceite de oliva (A), vinagre de alcohol (B) y jugo concentrado de limón (C). Tomándose en cuenta el porcentaje de acidez (ácido acético), pH y viscosidad; como las variables respuesta en el proceso de emulsión.

4.2.6.1 Variable respuesta de pH en el proceso de emulsión del aderezo

En la tabla 4.7, se muestra los resultados obtenidos del análisis de varianza del diseño 2^3 aplicando el programa Statgraphics Centurion versión 19 para Windows 10 de

datos extraídos del (Anexo F), en el proceso de emulsificación de aderezo de garbanzo para la variable respuesta de pH, se utilizó el método por potenciometría que se detalla en el (Anexo D).

Tabla 4.7

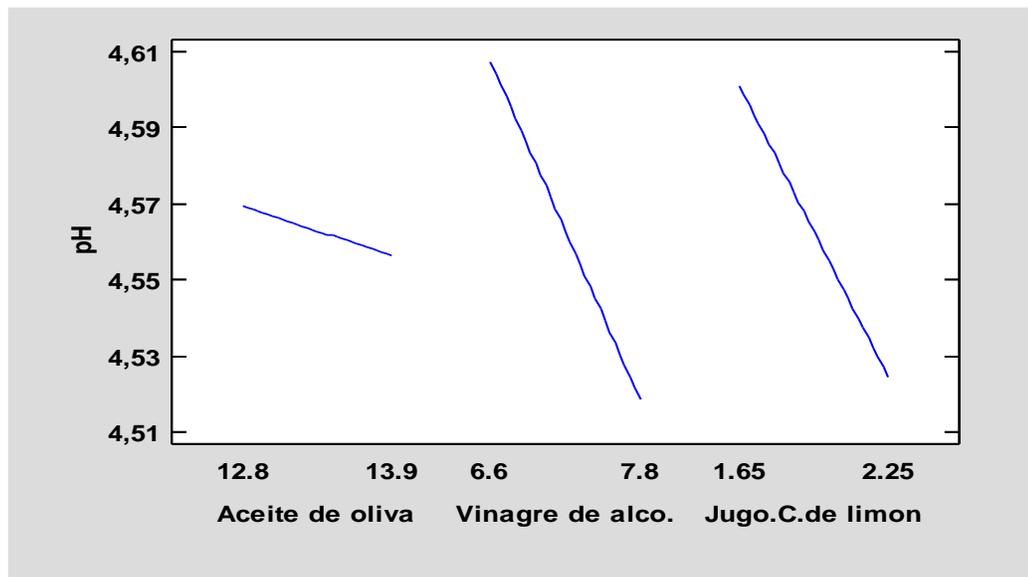
Análisis de varianza de la variable respuesta pH en el proceso de emulsión

Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Fcal	Ftab	Valor-P
Factor A	0,00068	1	0,00068	1,44	5,318	0,2644
Factor B	0,03133	1	0,03133	66,75	5,318	0,0000
Factor C	0,02341	1	0,02341	49,87	5,318	0,0001
Interacción AB	0,00276	1	0,00276	5,87	5,318	0,0416
Interacción AC	0,00255	1	0,00255	5,43	5,318	0,0481
Interacción BC	0,00001	1	0,00001	0,03	5,318	0,8757
Interacción ABC	0,00130	1	0,00130	2,76	5,318	0,1352
Error total	0,00376	8	0,00047			
Total	0,06578	15				

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.7, según el análisis de varianza se observa que para los factores (B y C) e interacciones (AB y AC) si existe diferencia significativa, debido a que $F_{cal} > F_{tab}$, por tanto, se rechaza la hipótesis planteada y se afirma que estos factores son significativos en la etapa de emulsificación de aderezo de garbanzo, en comparación el factor (A) e interacción (BC y ABC) no existe diferencia significativa dado que $F_{cal} < F_{tab}$ para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.11, se puede observar los efectos principales para los factores: A (aceite de oliva), B (vinagre de alcohol) y C (jugo concentrado de limón), con relación a la variable respuesta pH en el proceso de emulsificación.

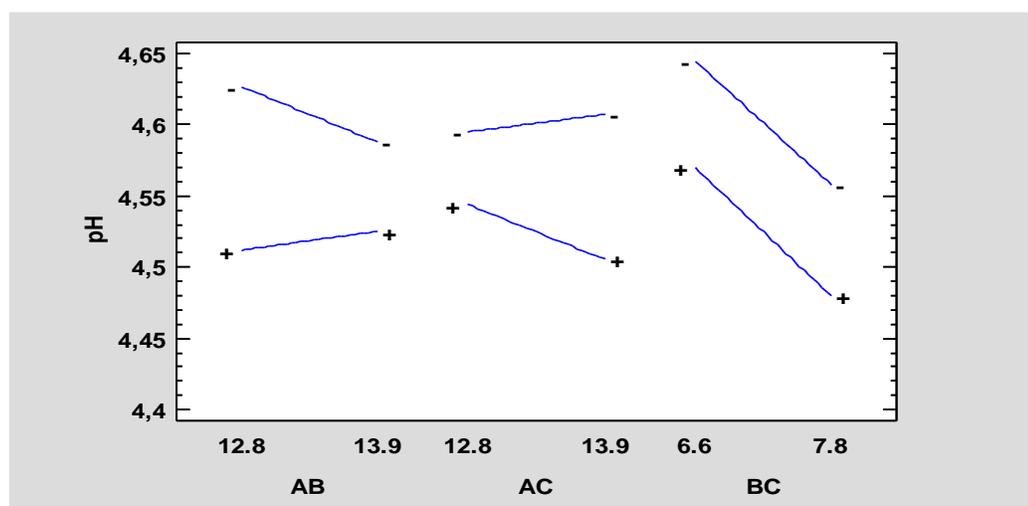


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.11 Efectos principales para pH

En la figura 4.11 se observa que el factor A (aceite de oliva) no influye significativamente sobre la variable pH en su nivel alto y bajo, mientras que el factor B (vinagre de alcohol) y el factor C (jugo concentrado de limón), influyen significativamente sobre la variable pH en sus niveles alto y bajo.

En la figura 4.12, se muestran las interacciones para los factores con relación a la variable respuesta pH en el proceso de emulsión.

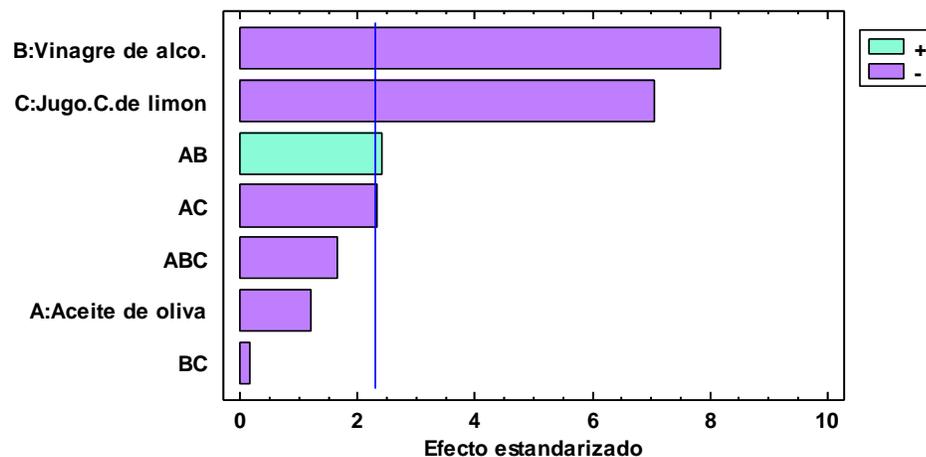


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.12 Interacción de factores para el pH

Según la figura 4.12, se puede observar que no existe interacciones entre sí para los factores, sin embargo, en la interacción BC cuando el porcentaje de vinagre de alcohol (7,8) % influye levemente en el pH para un nivel alto y bajo (12,8-13,9) % del porcentaje de aceite de oliva. Así mismo para la interacción AB se puede observar para el nivel bajo del factor A (aceite de oliva) influye levemente en el pH sin embargo para un nivel alto no se encuentra una variación considerable, por otro lado, la interacción AC muestra que no existe interacción de manera que no influye en el pH.

La figura 4.13, muestra el diagrama de Pareto estandarizado para la variable respuesta pH del diseño factorial, en donde la línea vertical representa la referencia del valor crítico (2,306) en un nivel de significancia $\alpha = 0,05$ y ocho grados de libertad. Por lo tanto, las barras que sobrepasan la línea de referencia corresponden a los efectos que son estadísticamente significativos.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.13 Diagrama de Pareto estandarizado para el pH

Según la figura 4.13, se puede observar que el factor B (vinagre de alcohol), C (jugo concentrado de limón), y la interacción AB (aceite de oliva – vinagre de alcohol) sobrepasan la línea vertical de referencia, por lo tanto, son estadísticamente significativos para un nivel de confianza $\alpha = 0,05$; en comparación al factor A (aceite de oliva) e interacciones AC (aceite de oliva – jugo concentrado de limón), ABC

(aceite de oliva – vinagre de alcohol – jugo concentrado de limón) y BC (vinagre de alcohol – jugo concentrado de limón) que no son estadísticamente significativos.

4.2.6.2 Variable respuesta de acidez (ácido acético) en el proceso de emulsión del aderezo

En la tabla 4.8, se muestran los resultados obtenidos del análisis de varianza del diseño 2^3 aplicando el programa estadístico Statgraphics Centurión versión 19 para Windows 10 de datos extraídos del (Anexo F), en el proceso de emulsión para la variable respuesta acidez (ácido acético). Para la determinación de acidez los resultados son expresados en porcentaje por el método de titulación por viraje de color que se detalla en el (Anexo D).

Tabla 4.8

Análisis de varianza en función a la variable respuesta acidez (ácido acético)

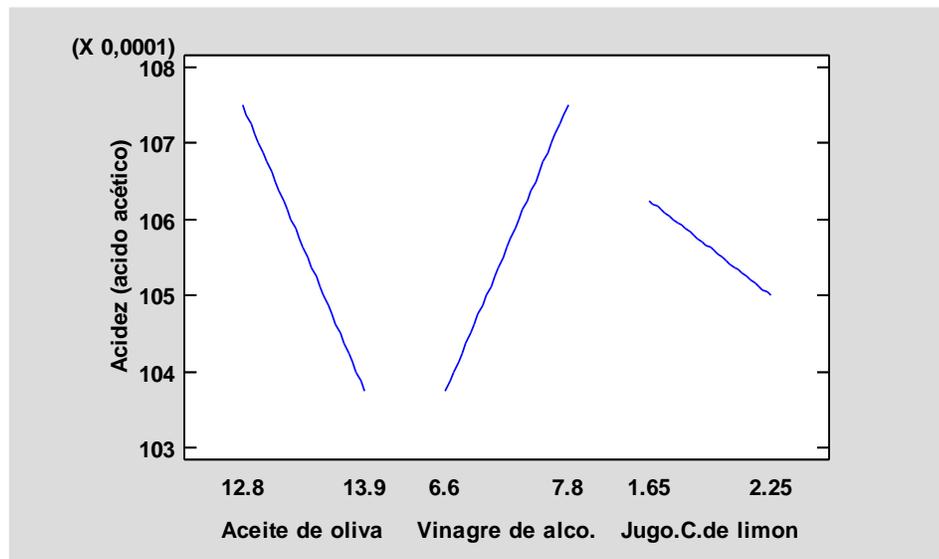
Fuente de variación	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Fcal	Ftab	Valor-P
Factor A	5,63E-07	1	5,63E-07	1,8	5,318	0,2165
Factor B	5,63E-07	1	5,63E-07	1,8	5,318	0,2165
Factor C	6,25E-08	1	6,25E-08	0,2	5,318	0,6666
Interacción AB	5,63E-07	1	5,63E-07	1,8	5,318	0,2165
Interacción AC	5,06E-06	1	5,06E-06	16,2	5,318	0,0038
Interacción BC	5,63E-07	1	5,63E-07	1,8	5,318	0,2165
interacción ABC	6,25E-08	1	6,25E-08	0,2	5,318	0,6666
Error total	0,0000025	8	3,13E-07			
Total	9,93E-06	15				

Fuente: Elaboración propia

Según el análisis de varianza en la tabla 4.8, se observa que para la interacción (AC) si existe diferencia significativa debido a que $F_{cal} > F_{tab}$ por tanto se rechaza la hipótesis planteada y se puede afirmar que esta interacción es significativa en la etapa de emulsificación de aderezo de garbanzo, en comparación los factores (A, B y C) e

interacciones (AB, BC y ABC) no existe diferencia significativa dado que $F_{cal} < F_{tab}$ para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

En la figura 4.14, se muestran los efectos principales para los factores; A (aceite de oliva), B (vinagre de alcohol) y C (jugo concentrado de limón) con relación a la variable respuesta acidez (ácido acético).

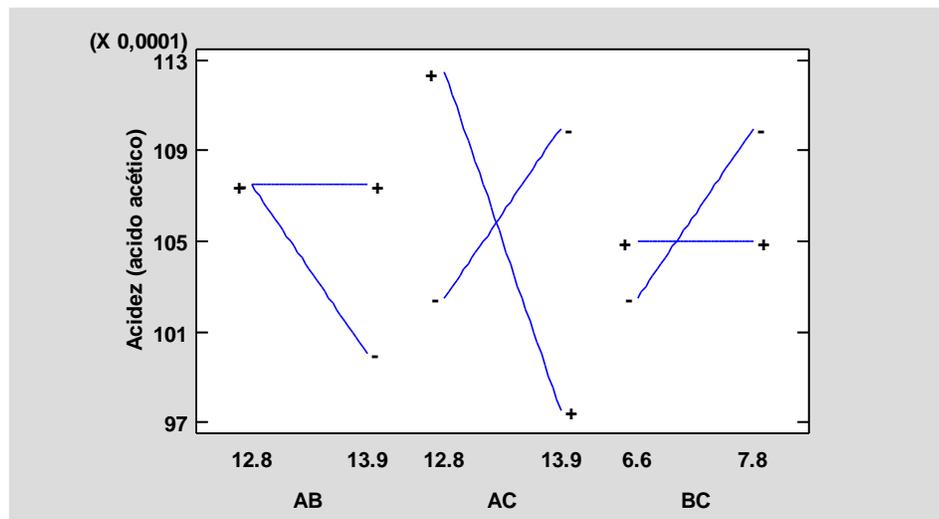


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.14 Efectos principales para acidez (ácido acético)

Según la figura 4.14, se puede observar que el factor A (aceite de oliva) y el factor B (vinagre de alcohol) inciden significativamente en la acidez en un nivel alto y bajo, en comparación con el factor C (jugo concentrado de limón) que no incide significativamente en la acidez en su nivel alto y bajo.

En la figura 4.15, se muestran las interacciones para los factores; AB (aceite de oliva – vinagre de alcohol), AC (aceite de oliva – jugo concentrado de limón) y BC (vinagre de alcohol – jugo concentrado de limón), en función a la variable respuesta acidez (ácido acético).

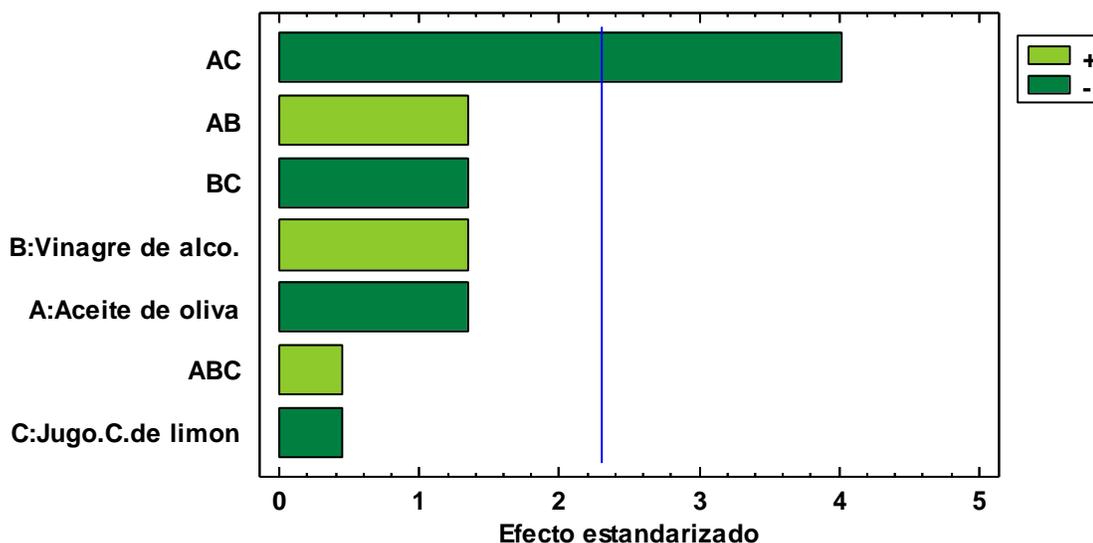


Fuente: Elaboración propia

Figura 4.15 Interacción de factores para acidez (ácido acético)

Según la figura 4.15, se puede observar que el valor de acidez (ácido acético) para la interacción AC (aceite de oliva – jugo concentrado de limón) y BC (vinagre de alcohol – jugo concentrado de limón) se ven afectadas ya que en las dos se presenta interacciones entre sus factores de manera que inciden significativamente en sus niveles bajo y alto del contenido de acidez. Para la interacción AB (aceite de oliva – vinagre de alcohol) se observa una aproximación cercana a una interacción entre los factores que influye levemente en el contenido de acidez para su nivel bajo, sin embargo, para el nivel alto no influye significativamente en el contenido de acidez (ácido acético).

En la figura 4.16, se muestra el diagrama de Pareto estandarizado para acidez (ácido acético) del diseño factorial, en donde la línea vertical representa la referencia con valor de (2,306) de tal manera si las barras graficadas exceden la línea de referencia indican que son significativos para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.16 Diagrama de Pareto estandarizado para acidez (ácido acético)

Según la figura 4.16, se observa los valores absolutos de los efectos estandarizados en forma decreciente; donde la interacción AC (aceite de oliva – jugo concentrado de limón) es estadísticamente significativa debido a que sobrepasa la línea vertical de referencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$; en comparación con los factores: A (aceite de oliva), B (vinagre de alcohol), C (jugo concentrado de limón) e interacciones AB (aceite de oliva – vinagre de alcohol), BC (vinagre de alcohol – jugo concentrado de limón) y ABC (aceite de oliva – vinagre de alcohol – jugo concentrado de limón), no son estadísticamente significativas.

4.2.6.3 Variable respuesta de viscosidad en el proceso de emulsión del aderezo de garbanzo

En la tabla 4.9 se muestran los valores del control de la viscosidad para la muestra ideal (AG21), expresada en centipoise (cP). La técnica utilizada se muestra en el (Anexo D) donde se tomaron en cuenta los valores dentro de un rango óptimo de medición a una velocidad de 12 rpm con el usillo codificado como R6 para la muestra ideal.

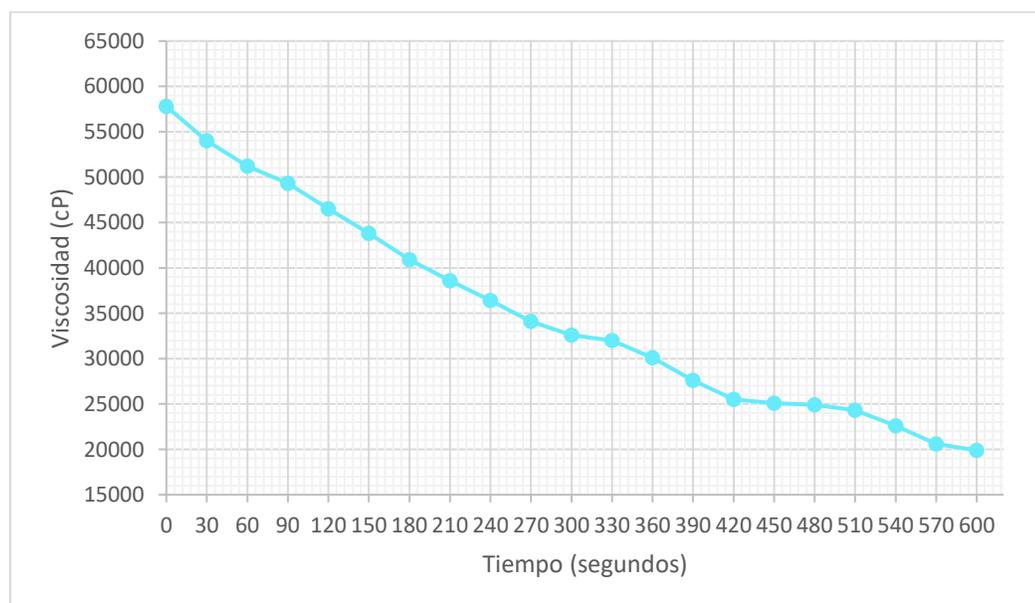
Tabla 4.9

Viscosidad de la muestra ideal de aderezo de garbanzo

Tiempo Segundos	Viscosidad (cP)	Tiempo Segundos	Viscosidad (cP)
0	57800	330	32000
30	54000	360	30100
60	51200	390	27600
90	49300	420	25500
120	46500	450	25100
150	43800	480	24900
180	40900	510	24300
210	38600	540	22600
240	36400	570	20600
270	34100	600	19900
300	32600		

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.17, se muestra el control de la viscosidad expresada centipoise (cP) en función del tiempo (segundos) de la muestra ideal AG21 en base a los resultados obtenidos en la tabla 4.9



Fuente: Elaboración propia

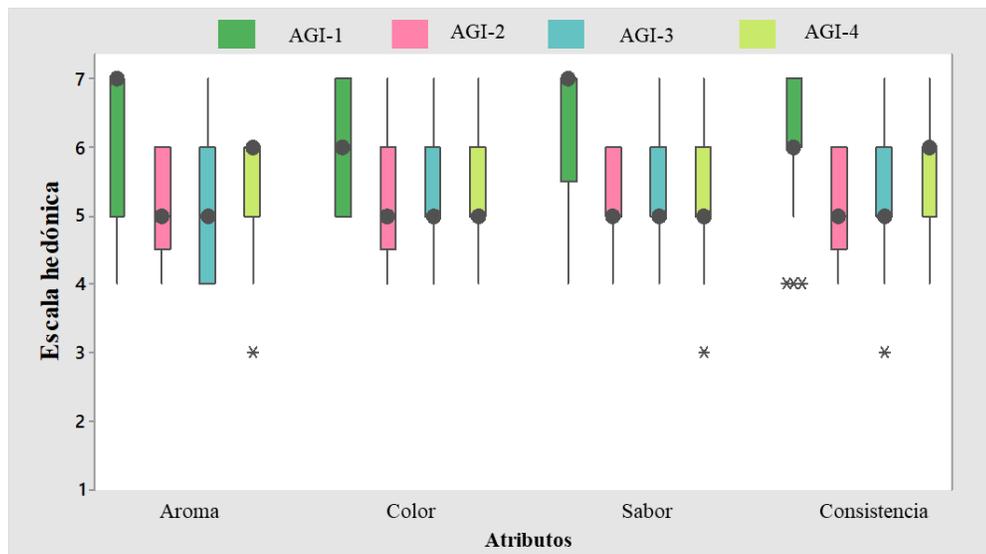
Figura 4.17 Control de viscosidad en función del tiempo para la muestra ideal

4.3 Evolución sensorial de muestras experimentales en función del factor de aderezo de garbanzo

En base al diseño factorial en el proceso de dosificación, se toma ocho muestras de aderezo de garbanzo, se procedió a evaluar las muestras en función de la variable C (jugo concentrado de limón) en su nivel alto y nivel bajo. Con la finalidad de complementar el diseño factorial y corroborar los efectos de los factores tomados en cuenta, para obtener la muestra final de aderezo de garbanzo.

4.3.1 Estadístico de caja y bigote para el nivel inferior

En la figura 4.18, se muestra el estadístico caja y bigote de datos extraídos del (Anexo C), para atributo aroma (tabla C.2.31), color (tabla C.2.32), sabor (tabla C.2.33) y consistencia (tabla C.2.34).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.18 Caja y bigote para el nivel inferior

En la figura 4.18 se puede observar que los resultados de las medianas en función de los atributos de las muestras evaluadas son: aroma 7 (AGI-1), color 6 (AGI-1), sabor 7 (AGI-1) y consistencia 6 (AGI-1 y AGI-4). En el análisis estadístico de varianza se pudo observar que existe diferencia significativa para los atributos evaluados en las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.1.1 Estadístico de Tukey para el atributo aroma del nivel inferior

En la tabla 4.10, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo aroma de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.10

Estadístico Tukey para atributo aroma en el nivel inferior

Factor	N	Media	Agrupación	
AGI-1	21	6,048	A	
AGI-4	21	5,286	A	B
AGI-3	21	5,095		B
AGI-2	21	5,048		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.10 se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGI-1 – AGI-3), (AGI-1 – AGI-2), sin embargo, para los tratamientos (AGI-1 – AGI-4), (AGI-4 – AGI-3) y (AGI-4 – AGI-2), no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha=0,05$.

4.3.1.2 Estadístico de Tukey para el atributo color del nivel inferior

En la tabla 4.11 se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo color de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.11

Estadístico Tukey para el atributo color en el nivel inferior

Factor	N	Media	Agrupación	
AGI-1	21	6,190	A	
AGI-4	21	5,476	A	B
AGI-3	21	5,381		B
AGI-2	21	5,286		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.11, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGI-1 – AGI-2) y (AGI-1 – AGI-3). Sin embargo, para los tratamientos; (AGI-1 – AGI-4), (AGI-4 – AGI-2) y (AGI-4 – AGI-3), no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.1.3 Estadístico de Tukey para el atributo sabor del nivel inferior

En la tabla 4.12, se muestran los resultados de análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.12

Estadístico Tukey para el atributo sabor del nivel inferior

Factor	N	Media	Agrupación	
AGI-1	21	6,095	A	
AGI-3	21	5,333		B
AGI-4	21	5,238		B
AGI-2	21	5,095		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.12, se puede observar que existe diferencia significativa entre los tratamientos (AGI-1 – AGI-3), (AGI-1 – AGI-4) y (AGI-1 – AGI-2), sin embargo, para los tratamientos (AGI-3 – AGI-4) y (AGI-3 – AGI-2) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.1.4 Estadístico de Tukey para el atributo consistencia del nivel inferior

En la tabla 4.13, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo consistencia de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.13

Estadístico Tukey para el atributo consistencia del nivel inferior

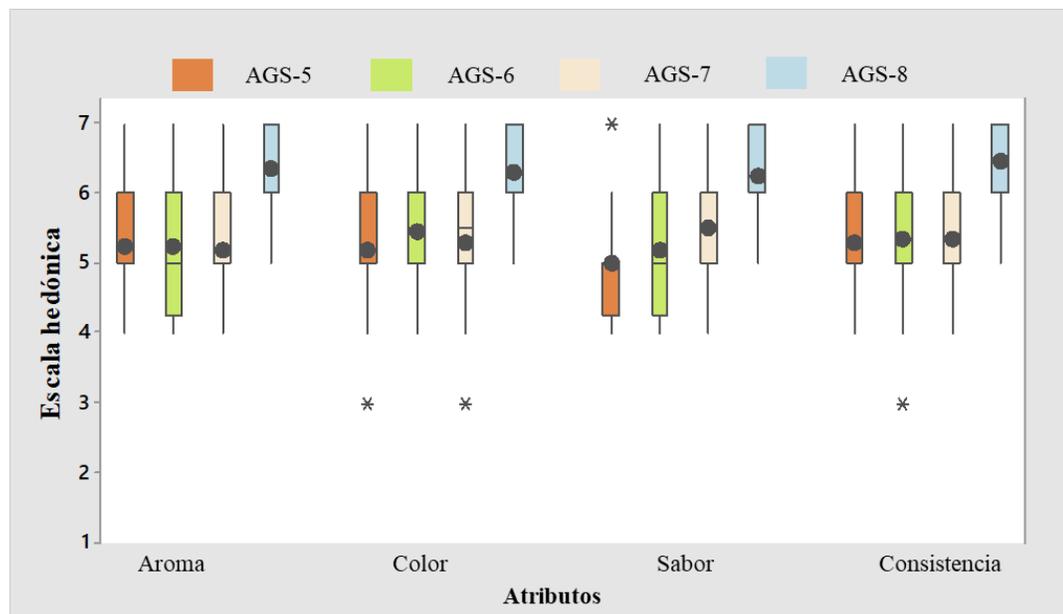
Factor	N	Media	Agrupación	
AGI-1	21	6,048	A	
AGI-4	21	5,476	A	B
AGI-3	21	5,333		B
AGI-2	21	5,143		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.13, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGI-1 – AGI-2) y (AGI-1 – AGI-3). Sin embargo, para los tratamientos; (AGI-1 – AGI-4), (AGI-4 – AGI-2) y (AGI-4 – AGI-3), no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.2 Estadístico de caja y bigote para el nivel superior en la elaboración de aderezo de garbanzo

En la figura 4.19, se muestran los resultados del estadístico de caja y bigote en base a las muestras (AGS-5, AGS-6, AGS-7, AGS-8) de datos extraídos del (Anexo C) en función de los atributos: aroma (tabla C.2.43), color (tabla C.2.44), sabor (tabla C.2.45) y consistencia (tabla C.2.46).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.19 Caja y bigote para el nivel superior

Según la figura 4.19, se puede observar los resultados de caja y bigote, en base a sus medianas, en función de muestras; aroma 6,3 (AGS-8), color 6,3 (AGS-8), sabor 6,2 (AGS-8) y consistencia 6,4 (AGS-8). Así mismo, realizando el análisis de varianza se evidencia que existe diferencia significativa para los atributos evaluados de las muestras para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.2.1 Estadístico de Tukey para el atributo aroma en el nivel superior

En la tabla 4.14, se muestran los resultados de análisis estadístico de Tukey para el atributo aroma de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.14**Estadístico Tukey para el atributo aroma del nivel superior**

Factor	N	Media	Agrupación	
AGS-8	20	6,35	A	
AGS-6	20	5,25		B
AGS-5	20	5,25		B
AGS-7	20	5,20		B

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.14, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGS-8 – AGS-6), (AGS-8 – AGS-5) y (AGS-8 – AGS-7), sin embargo, para los tratamientos (AGS-6 – AGS-5) y (AGS-6 – AGS-7) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.2.2 Estadístico de Tukey para el atributo color en el nivel superior

En la tabla 4.15, se muestran los resultados de análisis estadístico de Tukey para el atributo color de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.15**Estadístico Tukey para el atributo color del nivel superior**

Factor	N	Media	Agrupación	
AGS-8	20	6,30	A	
AGS-6	20	5,45		B
AGS-7	20	5,30		B
AGS-5	20	5,20		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.15, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGS-8 – AGS-6), (AGS-8 – AGS-5) y (AGS-8 – AGS-7), sin embargo, para los tratamientos (AGS-6 – AGS-5) y (AGS-6 – AGS-7) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.2.3 Estadístico de Tukey para el atributo sabor en el nivel superior

En la tabla 4.16, se muestran los resultados de análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.16**Estadístico Tukey para el atributo sabor en el nivel superior**

Factor	N	Media	Agrupación	
AGS-8	20	6,25	A	
AGS-7	20	5,50		B
AGS-6	20	5,20		B
AGS-5	20	5,00		B

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 4.16, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGS-8 – AGS-6), (AGS-8 – AGS-5) y (AGS-8 – AGS-7), sin embargo, para los tratamientos (AGS-6 – AGS-5) y (AGS-6 – AGS-7) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.2.4 Estadístico de Tukey para el atributo consistencia en el nivel superior

En la tabla 4.17, se muestran los resultados de análisis estadístico Tukey para el atributo consistencia de datos extraídos del (Anexo C).

Tabla 4.17**Estadística Tukey el atributo consistencia del nivel superior**

Factor	N	Media	Agrupación	
AGS-8	20	6,45	A	
AGS-7	20	5,35		B
AGS-6	20	5,35		B
AGS-5	20	5,30		B

Fuente: Elaboración propia

Según la tabla 4.17, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGS-8 – AGS-6), (AGS-8 – AGS-5) y (AGS-8 – AGS-7), sin embargo, para los tratamientos (AGS-6 – AGS-5) y (AGS-6 – AGS-7) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

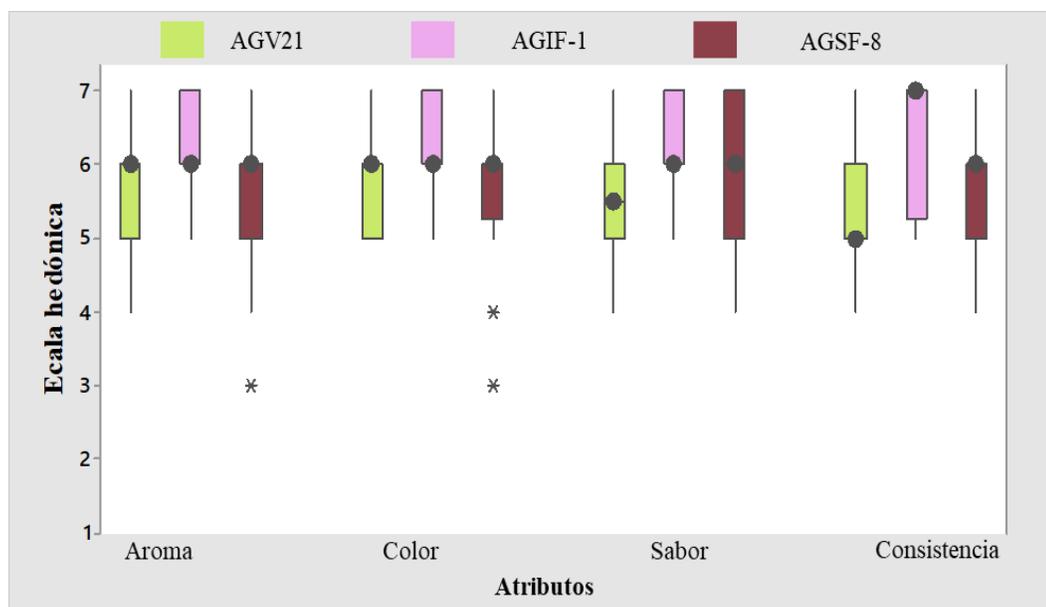
4.3.3 Selección de la muestra final de aderezo de garbanzo

Para seleccionar la muestra final de aderezo de garbanzo, se procedió a tomar en cuenta tres muestras (AGV21, AGIF-1, AGSF-8) muestras elegidas del nivel superior

e inferior y la muestra ideal. Con la finalidad de obtener una muestra ideal de aderezo de garbanzo.

4.3.3.1 Estadístico caja y bigote para obtener la muestra final de aderezo de garbanzo

En la figura 4.20, se observan los resultados del estadístico de caja y bigote en función de las muestras (AGV21, AGIF-1, AGSF-8) de datos extraídos del (Anexo C) en base a los atributos: aroma (tabla C.2.52), color (tabla C.2.53), sabor (tabla C.2.54) y consistencia (tabla C.2.55).



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.20 Caja y bigote para elegir la muestra final de aderezo de garbanzo

Según la figura 4.20, se observa los resultados de las medianas en función de las muestras y sus atributos: aroma 6 (AGV21, AGIF-1 y AGSF-8), color 6 (AGV21, AGIF-1 y AGSF-8), sabor (AGIF-1 y AGSF-8), consistencia 7 (AGIF-1). Realizando el análisis estadístico de varianza se observó que no existe diferencia significativa para los atributos de aroma y color, sin embargo, existe diferencia significativa para los atributos de sabor y consistencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.3.2 Estadístico de Tukey para el atributo sabor para la selección de muestra final de aderezo de garbanzo

En la tabla 4.18, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo sabor de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.18

Estadístico Tukey para el atributo sabor en la muestra final de aderezo de garbanzo

Factor	N	Media	Agrupación	
AGIF-1	20	6,25	A	
AGSF-8	20	5,80	A	B
AGV21	20	5,60		B

Fuente: Elaboración propia

La tabla 4.18, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGIF-1 – AGV21), sin embargo, para los tratamientos (AGIF-1 – AGSF-8) y (AGSF-8 – AGV21) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.3.3 Estadístico de Tukey para el atributo consistencia para la selección de muestra final de aderezo de garbanzo

En la tabla 4.19, se muestran los resultados del análisis estadístico de Tukey para el atributo consistencia de datos extraídos de (Anexo C).

Tabla 4.19

Estadístico Tukey para el atributo consistencia en la muestra final de aderezo de garbanzo

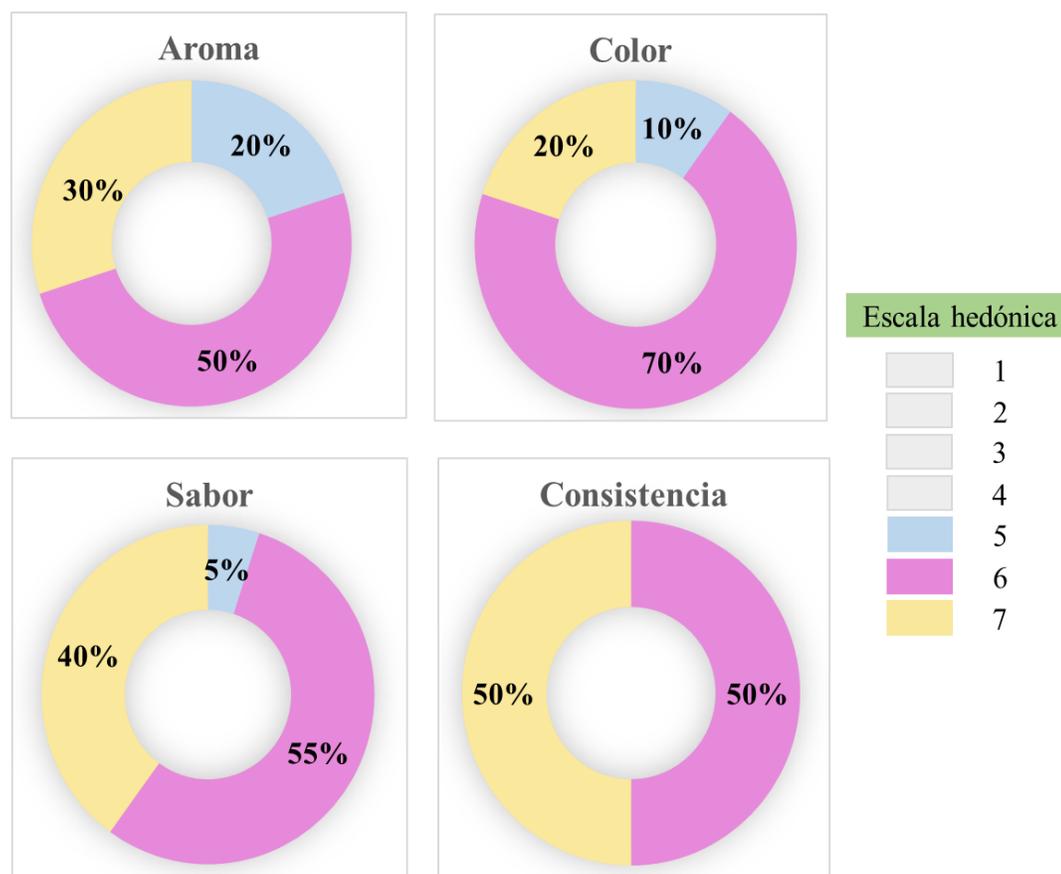
Factor	N	Media	Agrupación	
AGIF1	20	6,40	A	
AGSF8	20	5,65		B
AGV21	20	5,60		B

Fuente: elaboración propia

Según la tabla 4.19, se puede observar que existe diferencia significativa estadística entre los tratamientos (AGIF-1 – AGSF-8) y (AGIF-1 – AGV21), sin embargo, para el tratamiento (AGSF-8 – AGV21) no existe diferencia significativa para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$.

4.3.3.4 Valoración de la muestra final de aderezo de garbanzo

Se realizó una evaluación sensorial de la muestra AGIF-1 aderezo de garbanzo, la cual se llevó a cabo mediante escala hedónica de siete puntos realizada por 20 jueces no entrenados, con el fin de conocer el grado de aceptación de la muestra final. En la figura 4.21 se observan los resultados obtenidos de la evaluación sensorial indicados en una escala hedónica, para los atributos aroma, color, sabor y consistencia.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.21 Valoración de la muestra final de aderezo de garbanzo

Como se puede observar en la figura 4.21, según los atributos evaluados: aroma el 50 % de los jueces (10) dieron un valor de 6 puntos, 30 % de los jueces (6) un valor de 7 puntos y 20 % de los jueces (4) un valor de 5 puntos, para el atributo color 70 % de los jueces (14) dieron un valor de 6 puntos, 20% de los jueces (4) un valor de 7 puntos y 10% de los jueces (2) un valor de 5 puntos, para el atributo sabor el 55% de

los jueces (11) dieron un valor de 6 puntos, 40% de los jueces (8) un valor de 7 puntos y 5% de los jueces (1) un valor de 5 puntos, para el atributo consistencia 50% de los jueces (10) un valor de 6 puntos y el otro 50% de los jueces (10) un valor de 7 puntos, por tanto, se considera un producto agradable según las valoraciones de los jueces.

4.4 Caracterización de aderezo de garbanzo

Para la caracterización de aderezo de garbanzo, se tomaron en cuenta parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, que se detallan a continuación:

4.4.1 Análisis fisicoquímico del aderezo de garbanzo

En la tabla 4.20, se muestran los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico de aderezo garbanzo de datos extraídos de (Anexo A).

Tabla 4.20

Análisis fisicoquímico de aderezo de garbanzo

Parámetros	Unidad	Resultado
Acidez (como ac.acético)	%	0,50
Ceniza	%	1,44
Fibra	%	0,40
Fósforo	mg/100 g	23,20
Grasa	%	17,60
Hidratos de carbono	%	14,79
Humedad	%	59,73
Manganeso	mg/100 g	0,84
Potasio	mg/100 g	146,00
Proteína total (Nx6,25)	%	6,44
pH (20°C)		4,66
Rancidez	Pos/Neg	Negativo
Valor energético	Kcal/100 g	243,32

Fuente: CEANID,2023

En la tabla 4.20, se muestran los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos del aderezo de garbanzo donde: Acidez (como ac.acético) = 0,50 %; Ceniza = 1,44 %; Fibra = 0,40 %; Fosforo = 23,2 mg/100g; Grasa = 17,60 %; Hidratos de carbono = 14,79 %; Humedad = 59,73 %; Manganeso = 0,84 mg/100g; Potasio = 146 mg/100g; Proteína total = 6,44 %; pH = 4,66, Rancidez = negativa y Valor energético = 243,32 kcal/100g.

4.4.2 Análisis microbiológico de aderezo de garbanzo

En la tabla 4.21, se muestran los resultados obtenidos del análisis microbiológico de aderezo de garbanzo de datos extraídos del (Anexo A).

Tabla 4.21

Análisis microbiológico de aderezo de garbanzo

Microorganismos	Unidad	Resultado
Coliformes totales	UFC/g	$1,2 \times 10^2$
Coliformes fecales	UFC/g	$< 1,0 \times 10^1$ (*)
Mohos y levaduras	UFC/g	$1,3 \times 10^2$
Salmonella	P/A/25 g	Ausencia
(*) No se observa desarrollo de colonias		

Fuente: CEANID, 2023

En la tabla 4.21, se puede observar que el aderezo de garbanzo presenta: Coliformes totales = $1,2 \times 10^2$ UFC/g; Coliformes fecales $< 1,0 \times 10^1$ (*) UFC/g; Mohos y levaduras = $1,3 \times 10^2$ UFC/g; Salmonella ausencia P/A/25 g.

4.5 Control de pH y acidez de aderezo de garbanzo durante el almacenamiento

Para llevar a cabo el control del pH y acidez (ácido acético) durante el almacenamiento se elabora dos muestras (AGIF1S y AGIF1C), en base a la formulación de la muestra final, donde la muestra (AGIF1C) contiene como conservante sorbato de potasio y ácido fosfórico, la muestra (AGIF1S) no lleva conservante, ambas muestras envasadas en frascos de vidrio y se realizó el control cada tres días para un total de treinta días.

4.5.1 Control de pH en el almacenamiento

En la tabla 4.22, se muestra los resultados obtenidos de la variación de pH de aderezo de garbanzo sin conservante (AGIF1S) y con conservante (AGIF1C).

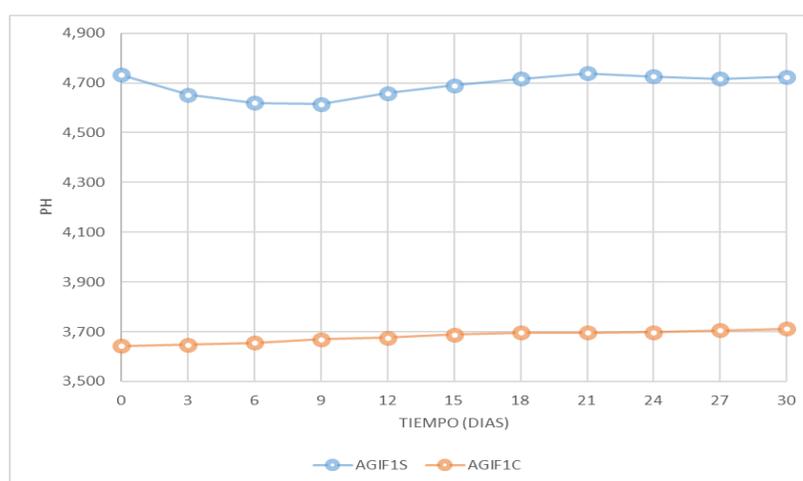
Tabla 4.22

Variación de pH en el aderezo de garbanzo durante el almacenamiento

Tiempo (días)	AGIF1S pH	AGIF1C pH
0	4,732	3,642
3	4,653	3,647
6	4,620	3,655
9	4,615	3,669
12	4,659	3,676
15	4,690	3,688
18	4,717	3,696
21	4,738	3,696
24	4,726	3,697
27	4,717	3,705
30	4,724	3,712

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.22, se muestra el control de pH de aderezo de garbanzo durante el almacenamiento en base a los resultados de la tabla 4.22.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.22 Control de pH en aderezo de garbanzo durante el tiempo de almacenamiento

Según la figura 4.23, las muestras presentaron al primer día un valor de pH de 4,732 (AGIF1S) y 3,642 (AGIF1C), para la muestra AGIF1S el pH disminuye hasta alcanzar un valor de 4,615 al noveno día y los siguientes días presenta un aumento de pH hasta llegar a un valor final de 4,724 en el día treinta. Para la muestra AGIF1C se presenta un aumento progresivo en el pH alcanzando un valor de 3,712 en el día treinta.

De tal manera para el control del pH en la muestra AGIF1S se presenta una variación iniciando en 4,732 disminuyendo a 4,615 y aumentando a 4,724, un comportamiento sin patrón, en cambio la muestra AGIF1C aumenta el valor de pH de 3,642 a 3,712, por lo que se puede decir que los conservantes regulan el comportamiento del pH tendiendo a un mayor tiempo de conservación.

4.5.2 Control de acidez (ácido acético) en el almacenamiento

En la tabla 4.23, se muestra los resultados obtenidos de la variación de acidez (ácido acético) de aderezo de garbanzo sin conservante (AGIF1S) y con conservante (AGIF1C).

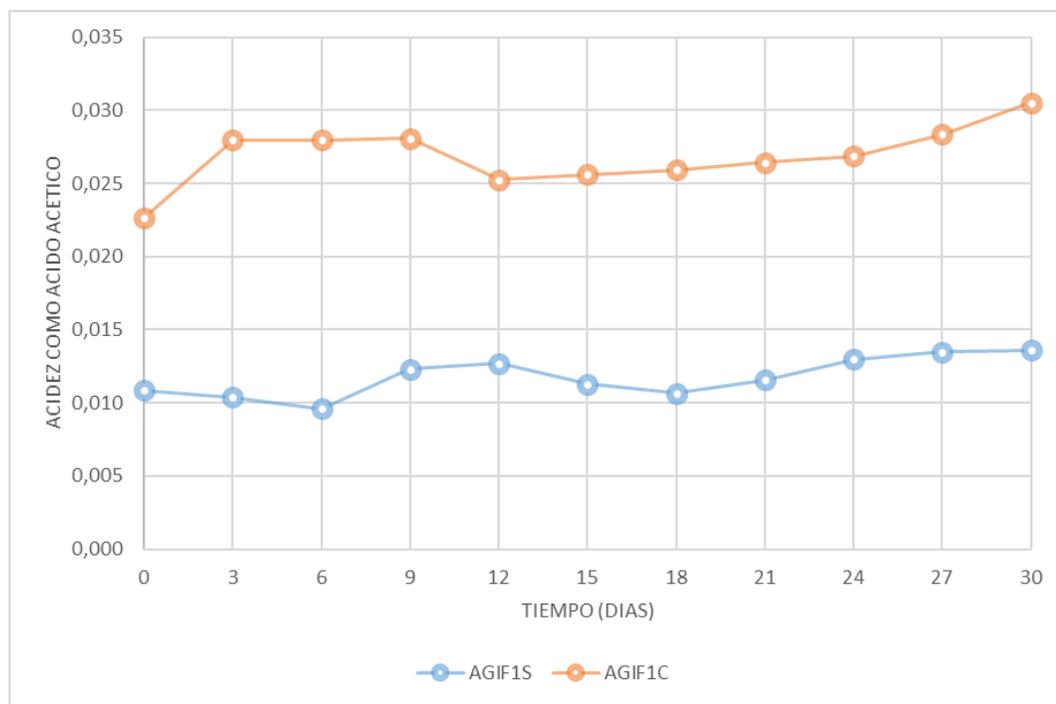
Tabla 4.23

Variación de acidez (ac. acético) en el aderezo de garbanzo durante el almacenamiento

Tiempo (días)	AGIF1S	AGIF1C
0	0,011	0,023
3	0,010	0,028
6	0,010	0,028
9	0,012	0,028
12	0,013	0,025
15	0,011	0,026
18	0,011	0,026
21	0,012	0,026
24	0,013	0,027
27	0,014	0,028
30	0,014	0,031

Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.23, se muestra el control de acidez (ácido acético) del aderezo de garbanzo durante el almacenamiento en base a los datos de la tabla 4.23.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.23 Control de acidez en aderezo de garbanzo durante el tiempo de almacenamiento

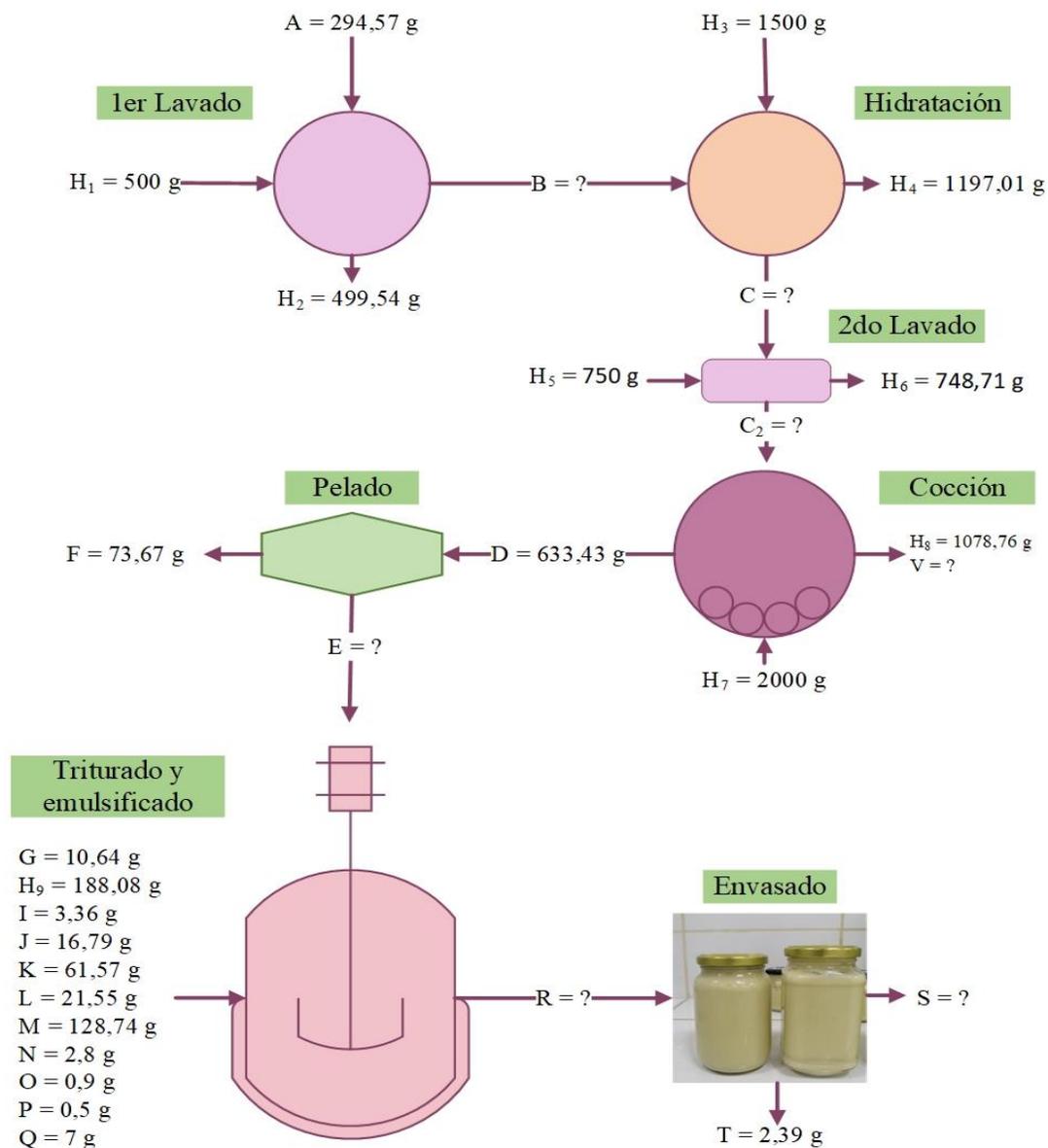
En la figura 4.23, las muestras AGIF1S y AGIF1C presentaron el primer día un valor de acidez inicial de 0,011 % (AGIF1S) y 0,023 % (AGIF1C), para el siguiente día de control la muestra sin conservante presentó un descenso mientras que la muestra con conservante presentó un aumento en sus porcentajes de acidez, la muestra AGIF1S disminuyó su acidez a un valor de 0,01 % en el sexto día para luego presentar un aumento de su acidez alcanzando el valor de 0,014 % en el día treinta, mientras que la muestra AGIF1C aumentó su valor de acidez hasta alcanzar los 0,031 % en el día treinta.

Por lo tanto, el valor de acidez (ácido acético) en el aderezo de garbanzo durante el almacenamiento presenta un comportamiento sin patrón cuando no se emplea un conservante, mientras que para la muestra AGIF1C el aumento de acidez es más

evidente, por lo que se puede decir que los conservantes influyen en el valor de acidez de la muestra.

4.6 Balance de materia en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

La figura 4.24, muestra el balance de materia general para el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo para una cantidad de 294,57 g de garbanzo seco.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.24 Balance de materia en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

Donde:

A = Garbanzo seco (g)

B = Garbanzo limpio (g)

C = Garbanzo hidratado (g)

C₂ = Garbanzo hidratado “2do lavado”
(g)

D = Garbanzo cocido (g)

E = Garbanzo sin cáscara (g)

F = Cáscara (g)

G = Sal yodada (g)

H₁ = Agua potable para lavado (g)H₂ = Agua + impurezas de limpieza
(g)H₃ = Agua potable para hidratación (g)H₄ = Agua + impurezas de hidratación
(g)H₅ = Agua potable para lavado (g)H₆ = Agua + impurezas de limpieza
(g)H₇ = Agua potable para cocción (g)H₈ = Aquafaba (g)H₉ = Agua mineral para emulsión (g)

I = Ajo blanco en polvo (g)

J = Jugo concentrado de limón (g)

K = Vinagre de alcohol (g)

L = Azúcar blanca (g)

M = Aceite de oliva extra virgen (g)

N = Comino en polvo (g)

O = Pimienta blanca en polvo(g)

P = Sorbato de potasio (g)

Q = Ácido fosfórico (g)

R = Aderezo (g)

S = Aderezo envasado (g)

T = Pérdidas de envasado (g)

V = Vapor de agua (g)

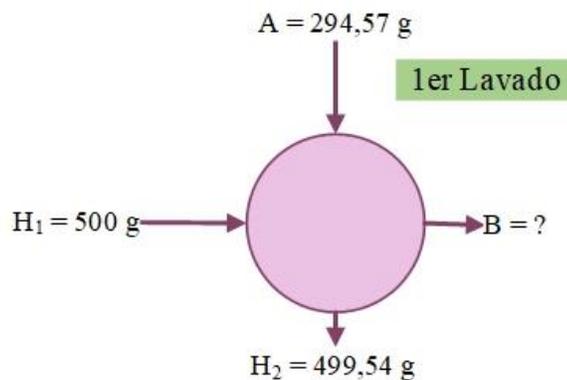
X^{SA} = Fracción sólida del garbanzo
secoX^{HA} = Fracción líquida del garbanzo
secoX^{SB} = Fracción sólida del garbanzo
limpioX^{HB} = Fracción líquida del garbanzo
limpioX^{SC} = Fracción sólida del garbanzo
hidratado

X^{HC} = Fracción líquida del garbanzo hidratado	X^{SJ} = Fracción sólida del jugo concentrado de limón
X^{SC2} = Fracción sólida del garbanzo hidratado “2do lavado”	X^{HJ} = Fracción líquida del jugo concentrado de limón
X^{HC2} = Fracción líquida del garbanzo hidratado “2do lavado”	X^{SK} = Fracción sólida del vinagre de alcohol
X^{SD} = Fracción sólida del garbanzo cocido	X^{HK} = Fracción líquida del vinagre de alcohol
X^{HD} = Fracción líquida del garbanzo cocido	X^{SL} = Fracción sólida de la azúcar blanca
X^{SE} = Fracción sólida del garbanzo pelado	X^{HL} = Fracción líquida de la azúcar blanca
X^{HE} = Fracción líquida del garbanzo pelado	X^{SM} = Fracción sólida del aceite de oliva extra virgen
X^{SG} = Fracción sólida de la sal yodada	X^{HM} = Fracción líquida del aceite de oliva extra virgen
X^{HG} = Fracción líquida de la sal yodada	X^{SN} = Fracción sólida del comino polvo
X^{SH} = Fracción sólida del agua mineral	X^{HN} = Fracción líquida del comino en polvo
X^{HH} = Fracción líquida del agua mineral	X^{SO} = Fracción sólida de la pimienta
X^{SI} = Fracción sólida del ajo blanco en polvo	X^{HO} = Fracción líquida de pimienta blanca en polvo
X^{HI} = Fracción líquida del ajo blanco en polvo	X^{SP} = Fracción sólida del sorbato de potasio

X^{HP} = Fracción líquida del sorbato de potasio	X^{HQ} = Fracción líquida del ácido fosfórico
X^{SQ} = Fracción sólida del ácido fosfórico	X^{SR} = Fracción sólida del aderezo
	X^{HR} = Fracción líquida del aderezo

4.6.1 Balance de materia en la etapa de 1er lavado del garbanzo

En la figura 4.25, muestra en diagrama de bloques la etapa de 1er lavado del garbanzo seco.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.25 Diagrama de bloques en la etapa de 1er lavado del garbanzo seco

Balance global de materia en la etapa de 1er lavado del garbanzo seco

$$A + H_1 = B + H_2 \quad \text{Ecuación 4.1}$$

$$B = A + H_1 - H_2$$

$$B = 294,57 \text{ g} + 500 \text{ g} - 499,54 \text{ g}$$

$$B = 295,03 \text{ g de garbanzo limpio}$$

Balance global de la fracción líquida en la etapa de 1er lavado del garbanzo seco

$$A * X^{HA} + H_1 * X^{HH1} = H_2 * X^{HH2} + B * X^{HB} \quad \text{Ecuación 4.2}$$

$$X^{HB} = \frac{A * X^{HA} + H_1 * X^{HH1} - H_2 * X^{HH2}}{B}$$

$$X^{HB} = \frac{294,57 \text{ g} * 0,0808 + 500 \text{ g} * 1 - 499,54 \text{ g} * 1}{295,03 \text{ g}}$$

$$X^{HB} = 0,0822 \text{ Fracción líquida del garbanzo limpio}$$

Balance global de la fracción sólida en la etapa de 1er lavado del garbanzo

$$A * X^{SA} + H_1 * X^{SH1} = H_2 * X^{SH2} + B * X^{SB} \quad \text{Ecuación 4.3}$$

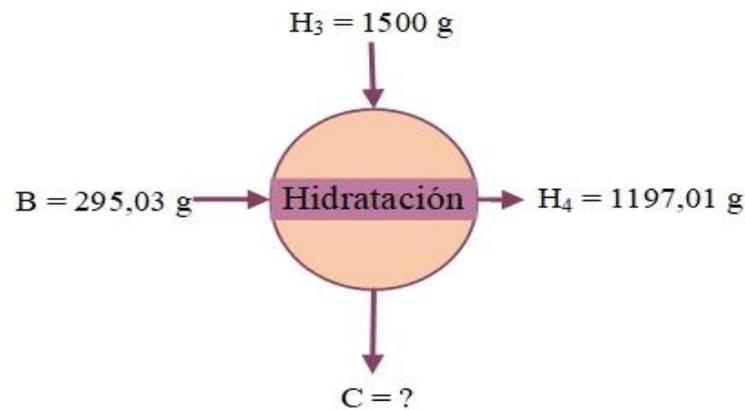
$$X^{SB} = \frac{A * X^{SA} + H_1 * X^{SH1} - H_2 * X^{SH2}}{B}$$

$$X^{SB} = \frac{294,57 \text{ g} * 0,9192 + 500 \text{ g} * 0 - 499,54 \text{ g} * 0}{295,03 \text{ g}}$$

$$X^{SB} = 0,9178 \text{ Fracción sólida del garbanzo limpio}$$

4.6.2 Balance de materia en la etapa de hidratación del garbanzo seco

En la figura 4.26, muestra en diagrama de bloques la etapa de hidratación del garbanzo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.26 Diagrama de bloques en la etapa de hidratación del garbanzo seco

Balance global de materia en la etapa de hidratación del garbanzo seco

$$B + H_3 = C + H_4 \quad \text{Ecuación 4.4}$$

$$C = B + H_3 - H_4$$

$$C = 295,03 \text{ g} + 1500 \text{ g} - 1197,01 \text{ g}$$

$$C = 598,02 \text{ g de garbanzo hidratado}$$

Balance global de la fracción líquida en la etapa de hidratación del garbanzo seco

$$B * X^{HB} + H_3 * X^{HH3} = H_4 * X^{HH4} + C * X^{HC} \quad \text{Ecuación 4.5}$$

$$X^{HC} = \frac{B * X^{HB} + H_3 * X^{HH3} - H_4 * X^{HH4}}{C}$$

$$X^{HC} = \frac{295,03 \text{ g} * 0,0822 + 1500 \text{ g} * 1 - 1197,01 \text{ g} * 1}{598,02 \text{ g}}$$

$$X^{HC} = 0,5472 \text{ Fracción líquida del garbanzo hidratado}$$

Balance global de la fracción sólida en la etapa de hidratación del garbanzo seco

$$B * X^{SB} + H_3 * X^{SH3} = H_4 * X^{SH4} + C * X^{SC} \quad \text{Ecuación 4.6}$$

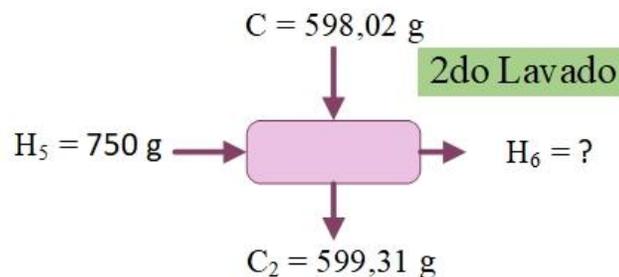
$$X^{SC} = \frac{B * X^{SB} + H_3 * X^{SH3} - H_4 * X^{SH4}}{C}$$

$$X^{SC} = \frac{295,03 \text{ g} * 0,9178 + 1500 \text{ g} * 0 - 1197,01 \text{ g} * 0}{598,02 \text{ g}}$$

$$X^{SC} = 0,4528 \text{ Fracción sólida del garbanzo hidratado}$$

4.6.3 Balance de materia en la etapa de 2do lavado del garbanzo

En la figura 4.27 se muestra el diagrama del 2do lavado del garbanzo



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.27 Diagrama de bloques en la etapa de 2do lavado del garbanzo

Balance global de materia en la etapa de 2do lavado

$$C + H_5 = C_2 + H_6 \quad \text{Ecuación 4.7}$$

$$C_2 = C + H_5 - H_6$$

$$C_2 = 598,02 \text{ g} + 750 \text{ g} - 748,71 \text{ g}$$

$$C_2 = 599,31 \text{ g de garbanzo hidratado "2do lavado"}$$

Balance global de la fracción líquida en la etapa de 2do lavado

$$C * X^{HC} + H_5 * X^{HH5} = C_2 * X^{HC2} + H_6 * X^{HH6} \quad \text{Ecuación 4.8}$$

$$X^{HC2} = \frac{C * X^{HC} + H_5 * X^{HH5} - H_6 * X^{HH6}}{C_2}$$

$$X^{HC2} = \frac{598,02 \text{ g} * 0,5472 + 750 \text{ g} * 1 - 748,71 \text{ g} * 1}{599,31 \text{ g}}$$

$$X^{HC2} = 0,5482 \text{ Fracción líquida del garbanzo hidratado "2do lavado"}$$

Balance global de la fracción sólida en la etapa de 2do lavado

$$C * X^{SC} + H_5 * X^{SH5} = C_2 * X^{SC2} + H_6 * X^{SH6} \quad \text{Ecuación 4.9}$$

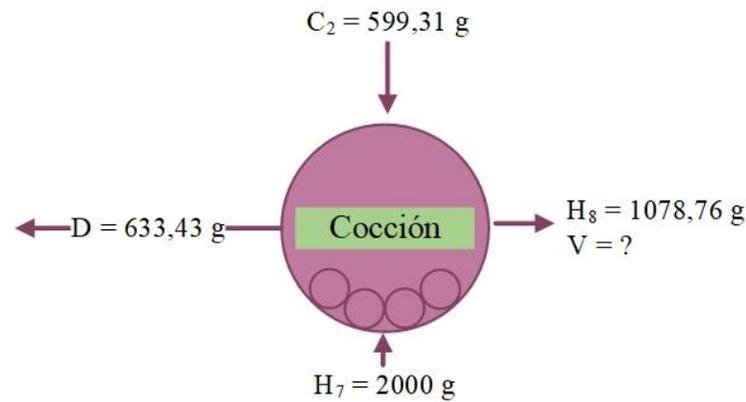
$$X^{SC2} = \frac{C * X^{SC} + H_5 * X^{SH5} - H_6 * X^{SH6}}{C_2}$$

$$X^{SC2} = \frac{598,02 \text{ g} * 0,4528 + 750 \text{ g} * 0 - 748,71 \text{ g} * 0}{599,31 \text{ g}}$$

$$X^{SC2} = 0,4518 \text{ Fracción sólida del garbanzo hidratado "2do lavado"}$$

4.6.4 Balance de materia en la etapa de cocción del garbanzo hidratado

En la figura 4.28, muestra en diagrama de bloques la etapa de cocción del garbanzo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.28 Diagrama de bloques en la etapa de cocción del garbanzo hidratado

Balance global de materia en la etapa de cocción del garbanzo hidratado

$$C_2 + H_7 = D + H_8 + V \quad \text{Ecuación 4.10}$$

$$V = C_2 + H_7 - D - H_8$$

$$V = 599,31 \text{ g} + 2000 \text{ g} - 633,43 \text{ g} - 1078,76 \text{ g}$$

$$V = 887,12 \text{ g de vapor de agua saturado}$$

Balance global de la fracción líquida en la etapa de cocción del garbanzo hidratado

$$C_2 * X^{HC2} + H_7 * X^{HH7} = H_8 * X^{HH8} + D * X^{HD} + V * X^{HV} \quad \text{Ecuación 4.11}$$

$$X^{HD} = \frac{C_2 * X^{HC2} + H_7 * X^{HH7} - H_8 * X^{HH8} - V * X^{HV}}{D}$$

$$X^{HD} = \frac{599,31 \text{ g} * 0,5482 + 2000 \text{ g} * 1 - 1078,76 \text{ g} * 1 - 887,12 \text{ g} * 1}{633,43 \text{ g}}$$

$$X^{HD} = 0,5725 \text{ Fracción líquida del garbanzo cocido}$$

Balance global de la fracción sólida en la etapa de cocción del garbanzo hidratado

$$C_2 * X^{SC2} + H_7 * X^{SH7} = H_8 * X^{SH8} + D * X^{SD} + V * X^{SV} \quad \text{Ecuación 4.12}$$

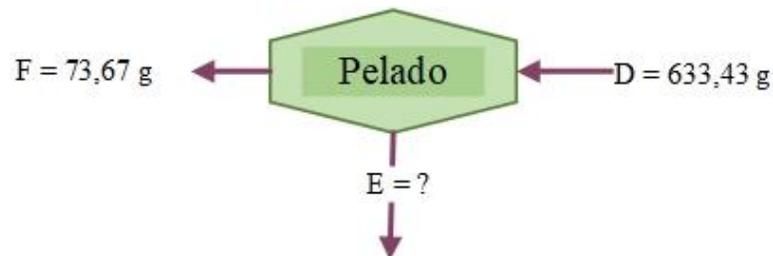
$$X^{SD} = \frac{C_2 * X^{SC2} + H_7 * X^{SH7} - H_8 * X^{SH8} - V * X^{SV}}{D}$$

$$X^{SD} = \frac{599,31 \text{ g} \cdot 0,4518 + 2000 \text{ g} \cdot 0 - 1078,76 \text{ g} \cdot 0 - 887,12 \text{ g} \cdot 0}{633,43 \text{ g}}$$

$$X^{SD} = 0,4275 \text{ Fracción s\u00f3lida del garbanzo cocido}$$

4.6.5 Balance de materia en la etapa de pelado del garbanzo cocido

En la figura 4.29, muestra en diagrama de bloques la etapa de pelado del garbanzo para realizar el balance de materia.



Fuente: Elaboraci\u00f3n propia

Figura 4.29 Diagrama de bloques en la etapa de pelado del garbanzo cocido

Balance global de materia en la etapa de pelado del garbanzo cocido

$$D = E + F$$

Ecuaci\u00f3n 4.13

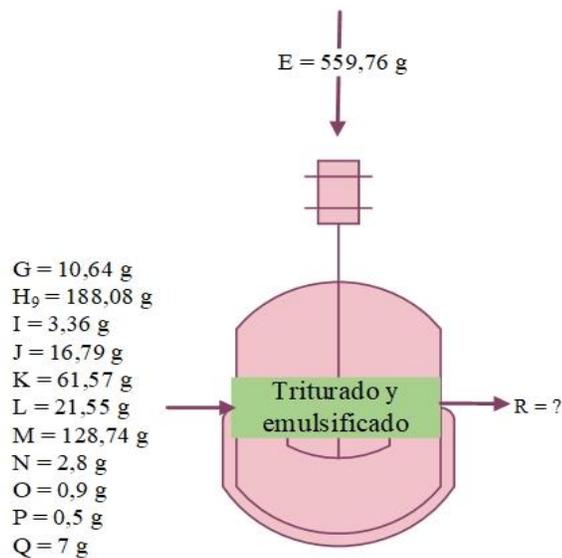
$$E = D - F$$

$$E = 633,43 \text{ g} - 73,67 \text{ g}$$

$$E = 559,76 \text{ g de garbanzo sin cascara}$$

4.6.6 Balance de materia en la etapa de triturado y emulsificado del aderezo de garbanzo

En la figura 4.30, muestra en diagrama de bloques la etapa de triturado y emulsificado del garbanzo.



Fuente: Elaboración propia
Figura 4.30 Diagrama de bloques en la etapa de triturado y emulsificado del garbanzo cocido

Balance global de materia en la etapa de triturado y emulsificado del aderezo de garbanzo

$$E + G + H_9 + I + J + K + L + M + N + O + P + Q = R \quad \text{Ecuación 4.14}$$

$$R = (559,76 + 10,64 + 188,08 + 3,36 + 16,79 + 61,57 + 21,55 + 128,74 + 2,8 + 0,9 + 0,5 + 7,0) \text{ g}$$

$$R = 1001,69 \text{ g de aderezo de garbanzo}$$

Balance global de la fracción líquida en la etapa de trituración y emulsificado del aderezo de garbanzo

$$E * X^{HE} + H_9 * X^{HH9} + J * X^{HJ} + K * X^{HK} = R * X^{HR} \quad \text{Ecuación 4.15}$$

$$X^{HR} = \frac{E * X^{HE} + H_9 * X^{HH9} + J * X^{HJ} + K * X^{HK}}{R}$$

$$X^{HR} = \frac{559,76 \text{ g} * 0,5725 + 188,08 \text{ g} * 1 + 16,76 \text{ g} * 1 + 61,57 \text{ g} * 1}{1001,69 \text{ g}}$$

$$X^{HR} = 0,5859 \text{ Fracción líquida del aderezo de garbanzo}$$

Balance global de la fracción sólida en la etapa de triturado y emulsificado del aderezo de garbanzo

Ecuación 4.16

$$E * X^{SE} + G * X^{SG} + I * X^{HI} + L * X^{SL} + N * X^{SN} + O * X^{SO} + P * X^{SP} + Q * X^{SQ} = R * X^{SR}$$

$$X^{SR} = \frac{E * X^{SE} + G * X^{SG} + I * X^{HI} + L * X^{SL} + N * X^{SN} + O * X^{SO} + P * X^{SP} + Q * X^{SQ}}{R}$$

$$X^{SR} = \frac{(559,76 * 0,3673 + 10,64 * 1 + 3,36 * 1 + 21,55 * 1 + 2,8 * 1 + 0,9 * 1 + 0,5 * 1 + 7 * 1) g}{1001,69 g}$$

$$X^{SR} = 0,2519 \text{ Fracción sólida del aderezo de garbanzo}$$

Balance global de la fracción grasa en la etapa de triturado y emulsificado del aderezo de garbanzo

$$E * X^{GE} + M * X^{GM} = R * X^{GR} \quad \text{Ecuación 4.17}$$

$$X^{GR} = \frac{E * X^{G} + M * X^{GM}}{R}$$

$$X^{GR} = \frac{559,76 g * 0,0602 + 128,74 g * 1}{1001,69 g}$$

$$X^{GR} = 0,1622 \text{ Fracción grasa del aderezo de garbanzo}$$

4.6.7 Balance de materia en la etapa de envasado del aderezo de garbanzo

En la figura 4.31 se muestra la etapa de envasado del aderezo de garbanzo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.31 Aderezo de garbanzo envasado

Balance global de materia en la etapa de envasado del aderezo de garbanzo

$$R = S + T$$

Ecuación 4.18

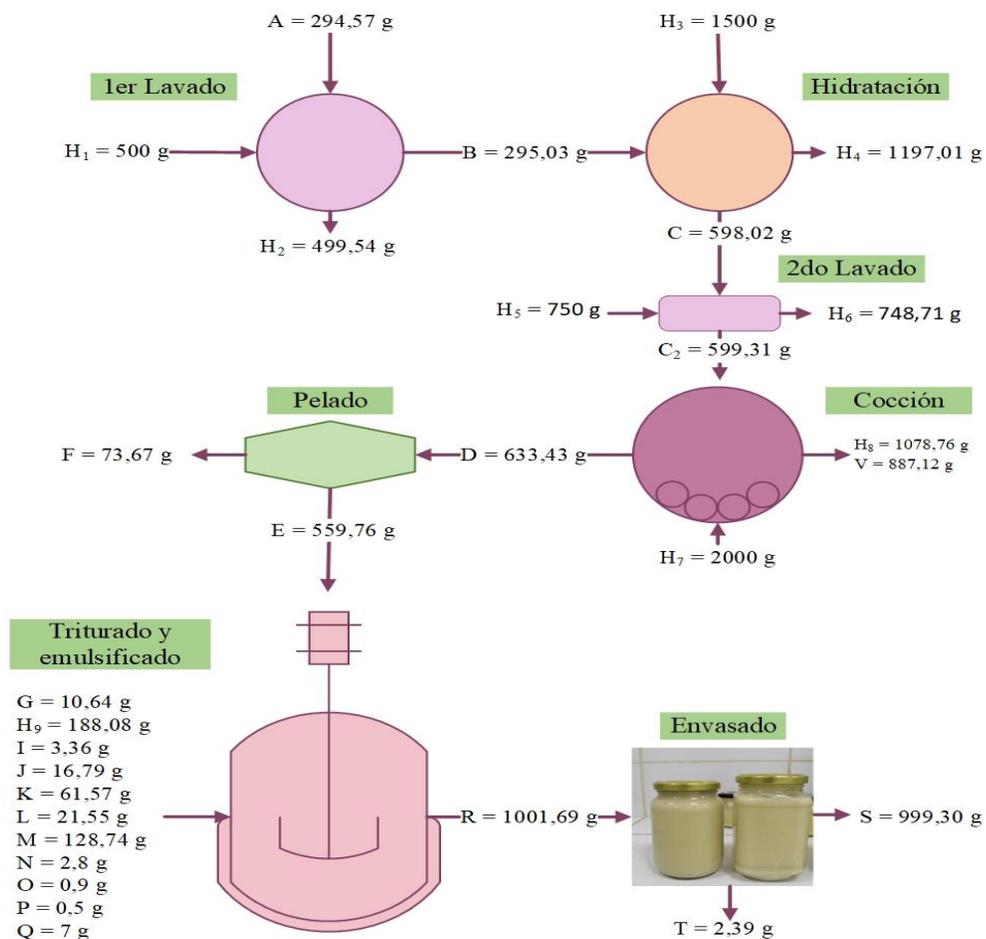
$$S = R - T$$

$$S = 1001,69 \text{ g} - 2,39 \text{ g}$$

$S = 999,30 \text{ g}$ de aderezo de garbanzo envasado

4.7 Resumen general del balance de materia en el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo

En la figura 4.32, se muestra el resumen general del balance de materia para el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo.



Fuente: Elaboración propia

Figura 4.32 Resumen general del balance de materia

4.8 Balance de energía en la etapa de cocción para la elaboración de aderezo de garbanzo

En la etapa de cocción, la humedad que contiene el grano de garbanzo hidratado de los 20°C a 93°C, superada esa temperatura el agua empieza a evaporarse, punto de ebullición en el departamento de Tarija (Franco, 2020), se considera el calor necesario para calentar la olla y agua en el rango de temperaturas indicado, así como el cambio de fase de vaporización en la temperatura de 93°C. También se toma en cuenta el calor necesario para calentar la olla acero inoxidable de 20°C a 93°C para esta etapa.

Para determinar el calor necesario para la etapa de cocción para la elaboración de aderezo de garbanzo se utiliza la ecuación 4.19 (Valiente, 2001)

$$Q_C = Q_G + Q_V + Q_O \quad \text{Ecuación 4.19}$$

Donde:

Q_C = Calor necesario para la etapa de cocción (Kcal)

Q_G = Calor necesario para calentar el agua contenida en el garbanzo (20 a 93) °C (Kcal)

Q_V = Calor necesario para evaporar el agua (Kcal)

Q_O = Calor necesario para calentar la olla (20 a 93) °C (Kcal)

Para determinar Q_G , se utilizó la ecuación 4.20 (Valiente, 2001)

$$Q_G = m_G * X^{HG} * CP_{agua} * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación 4.20}$$

Donde:

m_G = masa del garbanzo hidratado (0,599 Kg)

X^{HG} = fracción líquida del garbanzo hidratado (0,5482)

CP_{agua} = capacidad calorífica del agua (1 Kcal/Kg °C) (Valiente, 2001)

T_f = temperatura final (93 °C)

T_i = temperatura inicial (20 °C)

Reemplazando los datos en la ecuación 4.20

$$Q_G = 0,599 \text{ kg} * 0,5482 * 1 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (93 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_G = 23,97 \text{ Kcal}$$

Para determinar Q_V , se utilizó la ecuación 4.21 (Valiente, 2001)

$$Q_V = m_V * X^{HV} * \lambda_V \quad \text{Ecuación 4.21}$$

Donde:

m_V = masa del agua evaporada (0,887 Kg)

X^{HG} = fracción líquida del vapor (0,999)

λ_V = lambda de vaporización (566 Kcal/Kg) (Himmelblau, 1997)

Reemplazando los datos en la ecuación 4.21

$$Q_V = 0,887 \text{ Kg} * 0,999 * 566 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}}$$

$$Q_V = 501,54 \text{ Kcal}$$

Para determinar Q_O , se utilizó la ecuación 4.22 (Valiente, 2001)

$$Q_O = m_O * CP_O * (T_f - T_i) \quad \text{Ecuación 4.22}$$

Donde:

m_O = masa de la olla de acero inoxidable (1,039 Kg)

CP_O = capacidad calorífica de la olla (0,12 Kcal/Kg °C) (Himmelblau, 1997)

T_f = temperatura final (93 °C)

T_i = temperatura inicial (20 °C)

Reemplazando los datos en la ecuación 4.22

$$Q_O = 1,039 \text{ kg} * 0,12 \frac{\text{Kcal}}{\text{Kg}^\circ\text{C}} * (93 - 20)^\circ\text{C}$$

$$Q_O = 9,10 \text{ Kcal}$$

Reemplazando todos los valores obtenidos en la ecuación 4.19

$$Q_C = Q_G + Q_V + Q_O$$

$$Q_C = 23,97 \text{ Kcal} + 501,54 \text{ Kcal} + 9,10 \text{ Kcal}$$

$$Q_C = 534,61 \text{ Kcal}$$

El calor necesario en la etapa de cocción para 599,31 g de garbanzo hidratado es de 534,61 Kcal.

4.9 Balance de energía en el proceso de triturado y emulsificado para la elaboración de aderezo de garbanzo

Para la etapa de triturado y emulsionado se utilizó un mixer o procesador con una potencia de 1000 W durante 0,133 horas.

La figura 4.33, muestra el balance de energía para el proceso de triturado y emulsificado de elaboración de aderezo de garbanzo.



$$P = 1000 \text{ W}$$

$$T = 0,133 \text{ horas}$$

$$E = ?$$

Fuente: Elaboración propia

Figura 4.33 Proceso de triturado y emulsionado

Según (Rodríguez, 2016), la ecuación para determinar la energía eléctrica es la siguiente:

$$E = P * \theta$$

Ecuación 4.23

Donde:

E = Energía eléctrica (W/h)

P = Potencia

θ = Tiempo (horas)

Así mismo $1 \text{ kcal/h} = 1,163 \text{ W}$, por tanto: $1000 \text{ W} = 859,85 \text{ kcal/h}$

Reemplazando los resultados obtenidos en la ecuación 4.23 para hallar energía eléctrica

$$E = 859,84 \frac{\text{kcal}}{\text{h}} * 0,133 \text{ h}$$

$$E = 114,36 \text{ Kcal}$$

La energía eléctrica requerida en el mixer o procesadora durante 0,133 horas es de 114,36 Kcal para 1001,69 g de aderezo de garbanzo.

4.10 Balance de energía para determinar la cantidad de calor total necesario en la elaboración de aderezo de garbanzo

Para determinar la cantidad total de calor necesario durante las etapas de cocción, triturado y emulsificado para la elaboración de aderezo de garbanzo, se utiliza la ecuación 4.24 (Valiente, 2001)

$$Q_T = \sum Q_i \quad \text{Ecuación 4.24}$$

Donde:

Q_T = Calor total necesario para llevar a cabo el proceso

$\sum Q_i$ = Suma de calores durante el proceso

Reemplazando los datos obtenidos en la ecuación 4.24

$$Q_T = Q_C + Q_E$$

$$Q_T = 534,34 \text{ kcal} + 114,36 \text{ Kcal}$$

$$Q_T = 648,97 \text{ Kcal}$$

CAPÍTULO V
CONCLUSIONES Y
RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- En base a los resultados de los análisis físicos del garbanzo se concluye que contiene: para el garbanzo seco una altura de 11,68 mm; diámetro 9,09 mm; y un peso total de 0,76 g (resultado de ocho muestras, con treinta granos de garbanzo cada una), y para el garbanzo hidratado se tuvo una altura de 15,03 mm; diámetro 12,16 mm y un peso total de 1,55 g (resultado de las muestras seca ya hidratada), obteniendo una porción comestible de 88,37 %; porción no comestible 11,63 %.
- Según los resultados de los análisis fisicoquímicos del grano de garbanzo contiene: Ceniza = 3,29 %; Fibra = 2,27 %; Grasa = 6,02 %; Hidratos de carbono = 59,69 %; Humedad = 8,08 %; Manganeseo = 965 mg/100g; Potasio = 2,87 mg/100g; pH = 6,64; Proteína total (Nx6.25) = 20,65 %; Valor energético = 375,54 kcal/100g.
- Según los resultados del análisis microbiológico del grano de garbanzo se tiene indicado: Bacterias aerobias mesófilas = $1,7 \times 10^2$ UFC/g; Coliformes totales $< 1,0 \times 10^1$ (*) indicando que no se observó el desarrollo de coliformes totales UFC/g; Mohos y levaduras = $3,0 \times 10^1$ UFC/g.
- De acuerdo a los resultados de la evaluación sensorial de las pruebas preliminares durante el desarrollo experimental de aderezo de garbanzo, se indica que las muestras con mayor aceptación por los jueces son las muestras AGV20 y la AGV21 en los atributos aroma, color, sabor y consistencia, indicando que existe diferencia significativa entre los atributos para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, seleccionando de esta manera la muestra AGV21 como muestra ideal.
- De acuerdo a los resultados de la evaluación sensorial de las pruebas preliminares durante el desarrollo experimental de aderezo de garbanzo, se indica que las muestras con mayor aceptación por los jueces son las muestras

AGV20 y la AGV21 en los atributos aroma, color, sabor y consistencia, indicando que existe diferencia significativa entre los atributos para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$, seleccionando de esta manera la muestra AGV21 como muestra ideal.

- En base al diseño factorial 2^3 en el proceso de emulsión del aderezo de garbanzo, se determinó que entre las variables: aceite de oliva (A), vinagre de alcohol (B) y jugo concentrado de limón (C), junto a sus interacciones existe significancia para las variables respuesta; pH y acidez total como ácido acético, dado que para algunos casos se presenta la condición $F_{cal} > F_{tab}$, indicando que para el pH las variables vinagre de alcohol (B) y jugo concentrado de limón (C) son las más influyentes, mientras que para la variable respuesta acidez total como ácido acético, la interacción aceite de oliva (A) y jugo concentrado de limón (C) es las más influyente.
- Realizando el análisis de resultados de la evaluación sensorial para los niveles inferior y superior del diseño factorial aplicado a la muestra ideal AGV21, se evidencia que existe diferencia significativa para los atributos sabor, aroma y consistencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, considerando el análisis estadístico de caja y bigote, de acuerdo al valor de las medianas y la selección de los jueces, se eligió como muestra representativa AGI – 1 para el nivel inferior y AGS – 8 para el nivel superior.
- Realizando el análisis de resultados de la evaluación sensorial para la selección de muestra final entre las tres muestras finales AGIF – 1, AGSF – 8 y AGV21, se evidencia que existe diferencia significativa para los atributos de sabor y consistencia para un nivel de significancia $\alpha = 0,05$, considerando el análisis estadístico de caja y bigote, donde el valor de las medianas y la selección de los jueces deja en claro la selección de la muestra AGIF – 1 como muestra final de aderezo de garbanzo.

- En base a los resultados del análisis fisicoquímico del aderezo de garbanzo, se presenta: Acidez (como ácido acético) = 0,50 %; Ceniza = 1,44 %; Fibra = 0,40 %; Fósforo = 23,2 mg/100g; Grasa 17,60 %; Hidratos de carbono 14,79 %; Humedad 59,73 %; Manganeso 0,84 = mg/100g; Potasio 146 mg/100g; Proteína total (Nx6.25) 6,44 %; pH = 4,66; Rancidez = negativa, Valor energético = 243,32 Kcal/100g.
- Según los resultados del análisis microbiológico del aderezo de garbanzo, se determina los parámetros: Coliformes totales = $1,2 \times 10^2$ UFC/g; Coliformes fecales $< 1,0 \times 10^1$ (*) indicando que no se observó el desarrollo de colonias; Mohos y levadura $1,3 \times 10^2$ UFC/g; Salmonella = ausencia.
- En base al balance de energía se determinó que la cantidad total de calor necesario para el proceso de elaboración de aderezo de garbanzo es de 648,97 Kcal para obtener 1001,69 g de aderezo de garbanzo.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda que el tiempo dado en la etapa de hidratación del grano de garbanzo seco sea un aproximado de 12 horas, ya que los tiempos de remojo distintos al indicado ya sea menores o mayores, resultarán en un grano de garbanzo cocido con textura inadecuada para la emulsión del mismo, ya que la finalidad de la hidratación es resultar en un grano cocido de consistencia suave.
- En la etapa de emulsión es recomendado el empleo de un equipo acorde a la cantidad que se desea preparar, esta etapa debe llevarse a cabo con la suficiente potencia, ya que la mezcla debe poder homogenizarse asegurando una correcta distribución de todos los componentes del aderezo, logrando la cremosidad deseada, es por eso que se recomienda para procesos semi industriales para el triturado Molino de disco perforado ML 150 y para el

proceso de emulsionado Emulsionador/Homogeneizador modelo MaxxD 1.300.

- Se recomienda seguir trabajando en el estudio del agua residual de cocción de legumbres (garbanzo – aquafaba), que se considera como un residuo desechable al desconocer las propiedades de este subproducto, que presenta características que pueden ser aprovechadas en distintas áreas alimenticias, siendo de aprovechamiento para personas vegetarianas y veganas ampliando las variedades de los productos disponibles, contemplar el alcance del uso de este subproducto requiere una investigación más minuciosa.
- Para lograr un correcto retiro de la cascara de los granos de garbanzo (pelado), para cantidades grandes a nivel industrial y semi industrial se recomienda que el retiro de la cáscara sea en seco empleando el equipo pelador de garbanzo MTPS 25D/B.