

INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE CALKINÍ

**“EVALUACIÓN DE UNA SALSA TIPO BECHAMEL A BASE DE HARINA
DE SEMILLA DE HUAYA PARA SU ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y
SENSORIAL”**

TESIS PARA TITULACIÓN INTEGRAL

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**EGRESADO:
NOELIA ARLETH CHIM CAN**

**DIRECTOR Y CO-DIRECTOR:
M.C. CESIA DEYANIRA GUTIÉRREZ CANUL
M.C. DULCE MARÍA AC CHIM**

Calkiní, Campeche, México 2025



Educación
Secretaría de Educación Pública



TECNOLÓGICO
NACIONAL DE MÉXICO



Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Subdirección de Planeación y Desarrollo

Instituto Tecnológico Superior de Calkiní
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante

Calkiní, Campeche **45812**
P/06/25/772

INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

CONSTANCIA DE NO INCONVENIENCIA

MODALIDAD: TESIS

C. NOELIA ARLETH CHIM CAN 6422
PASANTE DE LA CARRERA DE
INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS.
PRESENTE

Con relación a lo establecido en el Reglamento de Estudios de Licenciatura, capítulo VII, fracción I, vigente en este Instituto, y una vez emitido el fallo favorable por el director MC. CESIA DEYANIRA GUTIÉRREZ CANUL, y el co-director MC. DULCE MARIA AC CHIM, respectivamente, este Instituto consta de no tener inconveniencia para la realización del acto protocolario de titulación integral de su trabajo profesional titulado: **"EVALUACIÓN DE UNA SALSA TIPO BECHAMEL A BASE DE HARINA DE SEMILLA DE HUAYA PARA SU ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO Y SENSORIAL"**.

ATENTAMENTE

Excelencia en Educación Tecnológica®
Sabiduría, Fortaleza de Nuestra Cultura®

Dr. Jorge Alfonso Hau Puc.
Departamento de Administración y
Apoyo al Estudiante.

C.c.p. Archivo



INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR
DE CALKINÍ

"DEPARTAMENTO DE ADMINISTRACIÓN
ESCOLAR Y APOYO A
ESTUDIANTES"

CLAVE: 04MSU0013P
CALKINÍ, CAMPECHE, MÉXICO



2025
Año de
La Mujer
Indígena

Av. Ah Canul S/N por Carretera Federal, Calkiní, Campeche,
C.P. 24900 Tel. 996-8134870,
e-mail: se_dcalkini@tecnm.mx | itescam.edu.mx



DEDICATORIA

A mis padres, por su amor incondicional, por ser mi guía y mi mayor fuente de inspiración. Gracias por cada sacrificio, cada consejo y cada palabra de aliento que me ha impulsado a seguir adelante. Este logro es tanto mío como suyo.

A mis hermanos, por su compañía, apoyo y por estar siempre a mi lado en este camino. Su confianza en mí me ha motivado a esforzarme cada día más.

A mis sobrinos, porque su alegría y cariño han sido un respiro en los momentos de mayor esfuerzo, recordándome la importancia de disfrutar cada paso del camino.

A mis asesores, por su paciencia, dedicación y valiosos conocimientos, que han sido clave en la realización de esta tesis.

A toda mi familia, por su cariño y por estar presente en cada etapa de mi vida, brindándome su apoyo y confianza.

Y a todas las personas que, de una u otra manera, han formado parte de este camino, gracias por su motivación y por creer en mí.

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE GRÁFICAS	7
RESUMEN	8
I. INTRODUCCIÓN	9
II. MARCO TEÓRICO	11
2.1 Huaya	11
2.1.1 Descripción	11
2.1.2 Usos	12
2.1.3 Uso medicinal	12
2.1.4 Composición nutricional	13
2.2 Harina	14
2.2.1 Tipos de harina	14
2.2.2 Otras clasificaciones de harina	14
2.2.3 Proceso de obtención de la harina de trigo	15
2.2.4 Subproductos obtenidos de la molienda de trigo	16
2.2.5 Usos culinarios	17
2.3 Salsas	17
2.3.1 Historia de la salsa	18
2.3.2 Estructura de una salsa	18
2.3.3 Salsa base	19
2.3.4 Método de cocción	19
2.4 Análisis fisicoquímicos	20
2.4.1 Indicador de PH	20
2.4.2 Grados brix	21
2.4.3 Determinación de la acidez	21
2.4.4 Determinación de cenizas	22
2.4.5 Determinación de humedad	22
2.4.6 Viscosidad	23
2.5 Evaluación sensorial	24
2.5.1 Vista	25
2.5.2 Tacto	25

2.5.3 Olfato	25
2.5.4 Gusto	25
III. JUSTIFICACIÓN.....	26
IV. OBJETIVOS.....	27
4.1 Objetivo General.....	27
4.2 Objetivos específicos.....	27
V. MATERIALES Y MÉTODOS	28
5.1 Estrategia general de trabajo	28
5.2 Colecta de la semilla de huaya	29
5.3 Obtención de la harina de semilla de huaya	29
5.4 Elaboración de la salsa bechamel	30
5.4.1 Elaboración de la salsa bechamel a base de harina convencional (trigo) y no convencional (huaya).....	30
5.5 Evaluación sensorial de la salsa bechamel a estudiantes y maestros.	32
5.6 Métodos analíticos	33
5.6.1 Determinación de pH	33
5.6.2 Determinación de Grados °Brix	33
5.6.3 Determinación de Humedad.....	34
5.6.4 Determinación de Cenizas	35
5.6.5 Determinación de Índice de Acidez	36
5.6.6 Determinación de Viscosidad.....	37
VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
6.1 Evaluación sensorial de la salsa bechamel	38
6.2 Propiedades fisicoquímicas de la salsa bechamel a base de harina de trigo .	43
6.3 Propiedades fisicoquímicas de la salsa bechamel a base de harina de huaya	44
6.4 Comparación de las propiedades fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya.	45
VII. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES	52
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	53
ANEXOS.....	56
Anexo 1. Evaluación sensorial de la salsa bechamel.....	56
Anexo 2. Determinación de pH.....	56
Anexo 3. Determinación de Grados °Brix.....	56
Anexo 4. Determinación de Humedad	57

Anexo 5. Determinación de Cenizas.....	57
Anexo 6. Determinación de Índice de Acidez.....	58
Anexo 7. Determinación de Viscosidad	58

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. La huaya (<i>Melicoccus bijugatus</i>). Fuente: Lidia Penelo (2019).	11
Figura 2. Árbol de la huaya (<i>Melicoccus bijugatus</i>). Fuente: UEIA (2014)	12
Figura 3. Estructura de una salsa (Rescatado de: Rafael Aguirre Ruiz, 2005)	18
Figura 4. Escala de PH	21
Figura 5. Grados Brix.....	21
Figura 6. Determinación de acidez.....	22
Figura 7. Determinación de cenizas	22
Figura 8. Determinación de humedad	23
Figura 9. Viscosidad	23
Ilustración 10. Los 5 sentidos	24
Figura 11. Estrategia general de trabajo.....	28
Figura 12. Retirar pulpas (a), Colocar al horno de convección (b) y Semillas secas (c)	29
Figura 13. Triturar (a), Licuar (b), Tamizar (c) y Obtención de harina (d)	30
Figura 14. Elaboración de salsa bechamel a base de harina convencional (trigo)	31
Figura 15. Elaboración de salsa bechamel a base de harina no convencional (huaya).....	32
Figura 16. Resultados exactos de las características fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya (Aplicación minitab)	48
Figura 17. Resultados exactos de las características fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya (Aplicación minitab)	51
Figura 18. Evaluación sensorial de la salsa bechamel	56
Figura 19. Agitación de la muestra (a), Solución obtenida (b) y Resultados de pH de la muestra (c).....	56
Figura 20. Refractómetro.....	56
Figura 21. Pesado de la muestra (a), Muestra en horno de convección (b) y Secado de la muestra (c)	57
Figura 22. Muestras en la mufla (a) y Resultados de las cenizas obtenidas (b) y (c)	57
Figura 23. Titulación y muestras para determinar acidez.....	58
Figura 24. Caída de esfera para determinar viscosidad de la salsa.....	58

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Información nutricional de la huaya.	13
Tabla 2. Composición nutricional de la harina de trigo	17
Tabla 3. Formulación para la elaboración de la salsa bechamel	30
Tabla 4. Escala hedónica de calificación	32
Tabla 5. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de trigo.	43
Tabla 6. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de trigo.	44
Tabla 7. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de huaya.	44

Tabla 8. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de huaya.

45

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1. Evaluación sensorial del aroma de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)	39
Gráfica 3. Evaluación sensorial del color de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)	40
Gráfica 4. Evaluación sensorial del sabor de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)	41
Gráfica 5. Evaluación sensorial de la consistencia de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)	42
Gráfica 6. Comparación de las características fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya	47
Gráfica 7. Comparación de las características fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya	50

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue utilizar harina de huaya (*Melicoccus bijugatus*) como ingrediente en la elaboración de salsa bechamel, evaluando sus propiedades fisicoquímicas y sensorial. La investigación se enfoca en el aprovechamiento de residuos agroindustriales, promoviendo la sostenibilidad y mejorar el valor nutricional de los productos alimenticios.

Para llevar a cabo el estudio, se formuló la salsa bechamel utilizando harina de semilla de huaya, se determinaron por triplicado los siguientes análisis fisicoquímicos, determinación de cenizas, humedad, acidez, viscosidad, pH y grados brix. Se realizó la evaluación sensorial de la salsa bechamel evaluando los diferentes atributos: aroma, color, sabor y consistencia (QDA) (Stone & Sidel, 1974). Los resultados obtenidos proporcionan información sobre las características y la estabilidad de la salsa, así como su aceptabilidad para los consumidores.

Los hallazgos de esta investigación sugieren que la harina de semilla de huaya puede ser un ingrediente viable en la formulación de salsas, aportando beneficios tanto nutricionales como funcionales. Este estudio contribuye al desarrollo de productos alimenticios innovadores y sostenibles, apoyando la economía circular en la industria alimentaria.

I. INTRODUCCIÓN

La huaya (*Melicoccus bijugatus*) es un frutal perteneciente a la familia Sapindaceae. Es originario de América Tropical según (Morton, 1987; Hoyos, 1994), se ha cultivado y naturalizado a través de Centro y Sur América, así como en las Antillas. Sus frutos crecen en racimos compactos, terminando la parte más cercana al pedicelo en forma redondeada; son drupas globosas, ovoides, de pericarpio fuerte, rugosa y áspera, de color verde aun madura. La semilla ocupa casi todo el fruto y está cubierta por un arilo o pulpa de color salmón, comestible, de sabor acidulado muy agradable.

En Cuba, se dice que el jugo de pulpa se utiliza para tratar la hipertensión (Beyra *et al.*, 2004). Otros usos tradicionales de la pulpa incluyen el tratamiento del asma o de problemas respiratorios y el estreñimiento (Liogier, 1990). Las semillas son conocidas por sus propiedades astringentes; se utilizan para tratar la diarrea, especialmente en los niños, y los indígenas de la región del Orinoco (Venezuela, Colombia) las muelen para hacer harina y así elaborar un pan que se utiliza como sustituto de la yuca (Liogier, 1990; Vega, 1997).

La innovación en la industria alimentaria es esencial para satisfacer las demandas de un mercado cada vez más consciente de la salud y la sostenibilidad. En este sentido, la exploración de ingredientes no convencionales, como la harina de semilla de huaya (*Melicoccus bijugatus*), presenta una oportunidad para desarrollar productos con valor agregado. La huaya, un fruto tropical ampliamente consumido por su pulpa, posee semillas que han sido tradicionalmente desechadas, pero que contienen propiedades que podrían ser aprovechadas en la formulación de nuevos alimentos.

El presente trabajo tiene como objetivo principal evaluar la viabilidad de utilizar harina de semilla de huaya como ingrediente en la elaboración de salsa bechamel, un producto ampliamente utilizado en la cocina. Para ello, se analizarán diversas propiedades fisicoquímicas de la salsa, tales como cenizas, humedad, acidez, viscosidad, pH, y grados brix, análisis que son determinantes para la calidad y estabilidad del producto final. Asimismo, se realizarán análisis sensoriales para determinar la aceptación del producto entre los consumidores potenciales.

La importancia de este estudio radica en la posibilidad de introducir un nuevo ingrediente en la industria alimentaria, lo que no solo diversificaría la oferta de productos, sino que también contribuiría a la valorización de un subproducto agrícola generalmente desechado. Además, este enfoque promueve la sostenibilidad y el aprovechamiento integral de los recursos naturales, alineándose con las tendencias actuales hacia una producción alimentaria más responsable.

La utilización de harina de semilla de huaya para la elaboración de la salsa bechamel podría abrir nuevas perspectivas tanto para los productos locales como para la industria alimentaria, aportando un producto innovador que combina tradición e innovación.

II. MARCO TEÓRICO

2.1 Huaya

La huaya (*Melicoccus bijugatus*), también conocida como maco, mamoncillo, papamundo y quenepa, es originaria de la zona tropical de América, principalmente de Colombia y México. Es una fruta de sabor agri dulce, redonda y pequeña, con un diámetro de entre 2 y 4 centímetros, cáscara verde delgada y pulpa anaranjada.



Figura 1. La huaya (Melicoccus bijugatus). Fuente: Lidia Penelo (2019).

Contienen en pocas ocasiones dos semillas blancuzcas que normalmente ocupan la mayor parte del fruto y son rodeadas de una pulpa salmón gelatinosa, jugosa y comestible (Figura 1). Este madura en temporadas secas o en verano. Los frutos maduros son agri dulces, mucilaginosos y algo laxantes. Son excepcionalmente ricos en hierro (0,93mg por 100g) y fósforo (50,4mg por 100g).

Se debe tener cuidado al consumir el fruto fresco, especialmente por los niños, ya que la semilla rodeada por la pulpa es resbaladiza y si es tragada accidentalmente puede atorarse en la garganta y causar la muerte por sofocación.

2.1.1 Descripción

El *M. bijugatus* es un árbol de buen porte, alcanzando los 30 m de altura. Muestra hojas alternas en forma de espiral, de 8 a 12 cm de longitud los superiores y 3 a 6 cm las inferiores, pinnadas (con alas o aletas), con 4 a 6 folíolos opuestos de unos 5 a 10 cm de longitud cada uno (Figura 2).

A comienzos de la estación húmeda produce panículas de pequeñas florecillas blancas o verdes, muy fragantes. Es hermafrodita; produce flores masculinas, femeninas y, ocasionalmente, con ambos sexos. Todo el año es temporada en especial de marzo a agosto. Es sensible a las sequías y heladas, por lo que se cultiva raramente fuera de su hábitat natural, donde se da de manera silvestre.

Existe una especie cuya cáscara es color amarillo y pulpa de color marfil muy dulce más pequeña llamada cotoperiz ("*Melicoccus Oliviformis*").



Figura 2. Árbol de la huaya (*Melicoccus bijugatus*). Fuente: UEIA (2014)

2.1.2 Usos

El uso principal son sus frutos, que se consumen frescos o se hacen conservas y frutas enlatadas, principalmente en América Central y del Sur. En Colombia y Venezuela, por ejemplo, se consume fresco e incluso se utiliza para preparar bebidas refrescantes enlatadas.

El fruto, además de ser dulce y de sabor vinoso es de un color amarillo salmón y produce un tinte firme, aunque casi no es empleado para tal fin. La almendra tostada se parece a la del marañón y es muy apetecida por los niños. Con la pulpa se puede preparar cerveza o aguardiente.

2.1.3 Uso medicinal

Posee efectos astringentes, antidiarreicos y antimicrobianos; se utiliza para afecciones gastrointestinales, respiratorias y asma. La semillas tostadas y

molidas y la decocción de hojas y corteza se usan contra la disentería y la diarrea.

2.1.4 Composición nutricional

La huaya es baja en calorías: solo 58 kcal, lo que la hace una fruta ligera, alto contenido de carbohidratos lo que indica un sabor dulce. Es bajo contenido de grasa y sin colesterol y buena fuente de fibra lo que puede favorecer la digestión.

Aporta minerales esenciales: potasio, hierro y fósforo, y bajo contenido de sodio (Tabla 1).

Esta composición nos indica que la huaya es una fruta nutritiva, con energía rápida por sus azúcares naturales y con beneficios digestivos y minerales importantes.

Tabla 1. Información nutricional de la huaya.

COMPOSICIÓN DE LA HUAYA POR 100GR DE PULPA	
CALORÍAS	58 kcal
CARBOHIDRATOS	15.26 g
AZÚCAR	12.35 g
PROTEÍNA	0.8 g
GRASA	0.39 g
COLESTEROL	0 mg
FIBRA	1.7 g
SODIO	2 mg
POTASIO	157 mg
HIERRO	0.93 mg
FÓSFORO	50.4 mg

Fuente: Universidad del Zulia (2021)

2.2 Harina

Según Méndez y Hernán (2017). Se denomina de esta manera al producto obtenido de la molienda de algún tipo de cereal o grano como el maíz, avena; hasta que este se convierta en un polvo fino. Así pues, conforme el tipo de cereal que se muele se obtiene una harina distinta, siendo la más empleada a nivel mundial la harina de trigo.

2.2.1 Tipos de harina

Harina floja: Es conocida con este nombre debido a que contiene un bajo porcentaje de gluten que va desde un 8-9%, por consiguiente, no es recomendable usarla en la elaboración de productos de panadería. Su principal característica es su poca capacidad de retención de agua y no soportar fermentación por ello se les añade algún tipo de levadura química. (Méndez & Hernán, 2017)

Harina fuerte: Caracterizada por su alto contenido de gluten de aproximadamente 12 a 14%, cuya propiedad le da una mayor capacidad de absorción de agua; además les da elasticidad, textura y volumen a los productos de panadería. Al retener gas y expulsarlo durante la fermentación permite que la masa se hinche y mantenga su forma por más tiempo (Gruner, Metz, & Martínez, 2005, pág. 90)

2.2.2 Otras clasificaciones de harina

Harina integral: Tiene un alto contenido de salvado, por lo cual es empleada en la elaboración de productos nutritivos debido a que el grano no es sometido a grandes procesos de refinamiento lo cual es favorable para controlar el colesterol y la flora intestinal.

Harina de centeno: Se emplea en la panificación fusionada con la harina de trigo debido a que tiene un bajo contenido de gluten, le da al pan una textura granulada y un sabor amargo y color oscuro característico del centeno. Esta harina es considerada la segunda después de la de trigo ya que posee una composición similar de proteínas, pero en distintas proporciones.

Harina de arroz: Este tipo de harina se la obtiene de la molturación del grano blanco o integral del arroz, se emplea comúnmente como espesante y no es

adecuada para hacer pan porque no contiene proteínas formadoras de gluten. En Japón se incluye en la elaboración de tempura.

Harina de maíz: Obtenida de la molienda del grano de maíz, es empleada en Italia en la preparación de un plato tradicional como lo es la polenta (comida de harina de maíz hervida). Además, es muy empleada en la panadería juntamente con la harina de trigo, es recomendable usarla junto con otra harina debido a que no tiene poder aglutinante.

2.2.3 Proceso de obtención de la harina de trigo

Una vez que el trigo haya alcanzado su etapa de madurez (Moreno, 2003) indica que se realizará el siguiente proceso para obtener la harina de este grano.

Cosecha: Para realizar el proceso de molienda de la harina, la cosecha deberá tener bajos contenidos de humedad.

Almacenamiento: De este proceso depende la duración del producto.

Secado y Aireación: Se lo puede realizar de manera artesanal, es decir llevándolo a exposición solar o mediante el uso de equipos generadores de aire caliente, este proceso se lo realiza con la finalidad de evitar el exceso de humedad.

Limpieza: En esta etapa el propósito es eliminar cualquier componente que puede afectar a la calidad del producto final. Este proceso se lo realiza con la ayuda de mallas.

Acondicionamiento: Mediante este proceso se ablanda la cascarilla y hace más eficaz la molienda, la temperatura del agua no deberá sobrepasar los 45°C, ya que si esta se excede podría afectar los almidones del grano.

Molienda. Método artesanal: Se emplea un molino casero de tornillo, se colocan los granos húmedos, se gradúa el molino para que la molienda sea de consistencia gruesa para extraer la cascarilla, se vuelve a moler graduando el tornillo para obtener la harina.

Método industrial: Se realiza con máquinas que tienen rodillos de hierro, conocidos también como molinos de martillo. El proceso empieza con cinco pares de rodillos que rotan de un lado a otro lo cual ayudara a eliminar la cascarilla, luego de eso pasa por una malla o purificadores, una vez que el endospermo quede solo se procede a pasar por otro juego de rodillos los cuales serán lisos y continuando con un tamizado y purificación, con la finalidad de obtener la harina.

Enriquecimiento: Consiste en agregar vitaminas tales como, riboflavina, tiamina, niacina, minerales como el hierro.

Empacado y etiquetado: Esta puede ser empacada en sacos de fibra, plástico, para proteger al producto de la humedad, una vez empacado es necesario colocar la respectiva etiqueta con fecha de elaboración y expiración.

Almacenamiento: Debe realizarse sobre pallets de madera o plástico con la finalidad de evitar el contacto con el suelo, siendo el tiempo de consumo aproximadamente de seis meses.

Comercialización y venta: Este producto es comercializado a las industrias panaderas en donde son empleadas para la elaboración de panes, tortas, galletas, también son utilizadas en otros sectores de la alimentación para espesar sopas, realizar muchas preparaciones más (Moreno, 2003) (pág. 18)

2.2.4 Subproductos obtenidos de la molienda de trigo

Según (Moreno, 2003) mediante el proceso realizado al grano del trigo se obtienen los siguientes subproductos:

Harina: Primer producto obtenido de la molienda del endospermo.

Sémolas: Partes del endospermo, empleadas para la elaboración de pasta.

Afrecho o salvado: Empleada en la panificación o para la alimentación de los animales.

Tabla 2. Composición nutricional de la harina de trigo

COMPOSICIÓN NUTRICIONAL DE LA HARINA DE TRIGO BLANCA (100 GR)

CALORÍAS	341 Kcal
PROTEÍNA	9.4 g
GRASA	1.3 g
CALCIO	15 mg
HIERRO	1.5 mg
TIAMINA	0.10 mg
RIBOFLAVINA	0.03 mg
NIACINA	0.7 mg

Fuente: USDA (1976-88)

2.2.5 Usos culinarios

Es utilizada como uno de los ingredientes principales dentro de preparaciones como: galletas, tortas, cake, pan, salsas; entre otras preparaciones como salsas cumple la función de ligante o espesante para dar una consistencia deseada. Así mismo se emplea para la elaboración de pastas, las mismas que se elaboran a partir de trigo duro.

2.3 Salsas

Las salsas blancas comerciales varían la composición tradicional utilizando diferentes ingredientes con el objetivo de facilitar la elaboración de esta durante el procesado industrial y mejorando su estabilidad a lo largo de los procesos de congelación o refrigeración a las que son sometidas durante su vida útil.

La salsa bechamel o salsa blanca, es una salsa compuesta tradicionalmente por leche, harina de trigo, mantequilla y especias. Es parte esencial de algunas recetas, como las croquetas y se emplean en numerosos platos, como en la lasaña, aportando textura y sabor. Se trata de una emulsión de grasa en agua que contiene hidratos de carbonos complejos (aportados en la harina) y proteínas (leche).

2.3.1 Historia de la salsa

En la época de la revolución industrial durante el siglo XIX inicio el cambio en la forma de vivir, en consecuencia, esto influyo en la alimentación humana. Se crearon nuevas tecnologías, técnicas de cocción y conservación. Antoine Careme fue un gastrónomo francés creador de L'art de la cuisine francaise, libro que habla acerca del estudio y creación de las salsas, además en esta época según Brillat Savarin considero a la trufa como un diamante de la cocina. Fue entonces a finales del siglo XIX cuando apareció Auguste Escoffier, denominado precursor de la cocina moderna (Tabera, 2006).

A inicios del siglo XX surge la industria hotelera de la mano César Ritz considerado padre de la hotelería moderno, y con ello se potencia el turismo; por lo que aparece la necesidad de crear una gastronomía innovadora. Durante esta época se modificó los tipos de servicio, dando paso al servicio a la francesa y rusa; además de mejorar los platos, salsas y métodos de cocción. Ellos tenían como regla respetar el sabor de cada alimento, por lo que se debe emplear una salsa con relación al tipo de guarnición a servir. Es decir, si el género cárnico es pescado la base de la salsa tendrá que ser del mismo producto. (Tabera, 2006)

2.3.2 Estructura de una salsa



Figura 3. Estructura de una salsa (Rescatado de: **Rafael Aguirre Ruiz, 2005**)

Roux o espesante: Según (Sanz J. L., 2014), es elaborado a partir de mezclar mantequilla y harina en partes iguales. De esta manera se presentan diferentes

tipos de roux que dependen del tiempo que se rehoga la harina y la mantequilla, entre estos tenemos: roux blanco, rubio y oscuro. Tiene como función principal actuar como ligante”.

Roux blanco: Se obtiene mediante el rehogo de harina y grasa durante 2 a 3 minutos, con la finalidad de cocinar la harina para que no tenga el sabor del almidón crudo, se emplea para realizar la salsa bechamel u otra salsa blanca, la coloración se acentúa por la fusión de la mantequilla y la fécula.

Roux Rubio: La cocción se realiza igual al roux blanco, el cambio se da en la prolongación del tiempo de rehogo que va de 3 a 4 minutos hasta que tome el color dorado deseado, cuidando que no se queme, esta elaboración se emplea para la producción de salsas confeccionadas con fondo de ave o pescado.

Roux café: Se produce al dorar la mantequilla y la harina entre 8 a 12 minutos, hasta que la harina tome un color café o a su vez existe un método mediante el cual se tuesta la harina en el horno sobre una placa, además deberá estar agitar constante, durante este proceso tomara un sabor amargo y coloración opaca, se podrá utilizar para preparar salsas oscuras como la Española.

2.3.3 Salsa base

Tenemos la salsa bechamel la cual se realiza a partir de la cocción de un roux blanco y leche, la velouté que se prepara con roux blanco o rubio y como complemento un fondo que puede ser de ave, pescado o ternera. Además, tenemos la salsa española o demiglace esta se elabora a partir de una base oscura (Hermann Grunner, 2005, 2008).

2.3.4 Método de cocción

(Martinez, 2010) Indica que durante la cocción se producen los siguientes cambios: ablanda la textura de un alimento permitiendo que las sustancias nutritivas y los jugos internos se puedan digerir. Coagula la albumina y espesa el almidón permitiendo que el organismo aproveche los nutrientes y elimina microbios de un alimento. (pág. 17)

2.4 Análisis fisicoquímicos

Es el conjunto de métodos y técnicas que determinan la composición y características químicas y físicas de los alimentos, la aplicación de los análisis fisicoquímicos contribuye de manera crucial al desarrollo y a la comprensión del concepto de materia.

El análisis de los diferentes tipos de alimentos nace por la necesidad vital del ser humano de conocer las sustancias que ingiere. Desde el punto de vista químico, los alimentos son tan complejos, que de algunos aún se desconoce su composición completa. Agua, proteínas, carbohidratos, lípidos, minerales, vitaminas, pigmentos y aromas, pero también otras muchas sustancias, proporcionan al alimento sus características especiales de color, sabor, olor y textura. Además, a su composición natural se suman los posibles aditivos añadidos durante su procesado, así como contaminantes potenciales, tanto químicos como biológicos.

Dentro de los objetivos de un análisis fisicoquímico para alimentos esta conocer las características básicas de un producto, que sirvan como un indicador de la calidad del mismo, es fundamental no solo para establecer la ficha técnica de un producto sino también para poder estandarizar los procesos de producción en base a estas características.

2.4.1 Indicador de PH

El pH es una medida que indica la acidez o la alcalinidad de un alimento. Se define como la concentración de iones de hidrógeno en el alimento.

La escala del pH es logarítmica con valores de 0 a 14. Un incremento de una unidad en la escala logarítmica equivale a una disminución diez veces mayor en la concentración de iones de hidrógeno.

Con una disminución del pH, el alimento se hace más ácida y con un aumento de pH el agua se hace más básica.



Figura 4. Escala de PH

2.4.2 Grados brix

El Brix (símbolo °Bx) es una unidad de cantidad que mide los sólidos o materia seca total disuelta en un líquido determinado. Se utiliza sobre todo en la industria alimentaria para medir los azúcares disueltos en productos hortofrutícolas, zumos, mermeladas y jaleas y otras bebidas.

Según esto, 1 grado Brix (°Bx) corresponde a 1 gramo de sacarosa en 100 g de solución. Es decir, una solución de 25 °Bx tiene 25 g de azúcar (sacarosa) por cada 100 g de líquido. Así, en 100 g de solución habrá 25 g de sacarosa y 75 g de agua.



Figura 5. Grados Brix

2.4.3 Determinación de la acidez

La acidez de una sustancia se puede determinar por métodos volumétricos, es decir, midiendo los volúmenes. Esta medición se realiza mediante una titulación, la cual implica siempre tres agentes o medios: el titulante, el titulado y el colorante.

Cuando un ácido y una base reaccionan, se produce una reacción; reacción que se puede observar con un colorante. Un ejemplo de colorante, y el más común, es la fenolftaleína ($C_{20}H_{14}O_4$), que vira (cambia) de color a rosa cuando se encuentra presente una reacción ácido-base.

El agente titulante es una base, y el agente titulado es el ácido o la sustancia que contiene el ácido.



Figura 6. Determinación de acidez

2.4.4 Determinación de cenizas

La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento. Es esencial el conocimiento básico de las características de varios métodos para analizar cenizas, así como el equipo para llevarlo a cabo para garantizar resultados confiables. Existen tres tipos de análisis de cenizas: cenizas en seco para la mayoría de las muestras de alimentos; cenizas húmedas (por oxidación) para muestras con alto contenido de grasa (carnes y productos cárnicos) como método de preparación de la muestra para análisis elemental y análisis simple de cenizas de plasma en seco a baja temperatura para la preparación de muestras cuando se llevan a cabo análisis de volátiles elementales. (Kirk et al, 1991)



Figura 7. Determinación de cenizas

2.4.5 Determinación de humedad

El contenido de humedad es uno de los índices más importantes y utilizados tanto en procesamiento, como en ensayos de alimentos. Este término al igual que contenido de agua y contenido de humedad se ha usado en la literatura para indicar la cantidad de agua presente en los alimentos al igual que otras sustancias. Debido a que el contenido de materia seca en los alimentos está inversamente relacionado con su contenido de humedad, este último tiene una

gran importancia económica para el procesador de alimentos y el consumidor (Park, 2008).

Existen varios métodos para determinar el contenido de humedad en diversos materiales biológicos. Sin embargo, el análisis gravimétrico es la técnica estándar para diversas industrias: alimentos, textiles, agricultura y química (Vera et al., 2019). Las más usadas para humedad: analizador del mismo y el horno de secado en combinación con una balanza.



Figura 8. Determinación de humedad

2.4.6 Viscosidad

La reología es la ciencia que estudia la deformación y el flujo de materiales, ambos causados por la aplicación de un esfuerzo. Uno de los parámetros de la reología es la viscosidad, que desempeña un papel importante en los procesos tanto a nivel de laboratorio como a nivel industrial. La comprensión de la reología en el sector alimentario es fundamental en la investigación y desarrollo de nuevos productos, el diseño de equipos, el mejoramiento de procesos y el control de calidad de materias primas y productos terminados (Steffe, 1996)

Existen actualmente muchas maneras de calcular la viscosidad de los fluidos alimenticios, la ley de Stokes es una de ellas; ésta se basa en un análisis de las fuerzas de flotación y las fuerzas que intervienen en la caída libre de un objeto con dimensiones y valores de densidad conocidos; estos ensayos se realizan a través de un equipo llamado viscosímetro de caída de bola.



Figura 9. Viscosidad

2.5 Evaluación sensorial

El Instituto de Alimentos de EEUU (IFT), define la evaluación sensorial como “la disciplina científica utilizada para evocar, medir analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de alimentos y otras sustancias, que son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído”.

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos.

Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo con las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume. Es necesario tener en cuenta que esas percepciones dependen del individuo, del espacio y del tiempo principalmente.

También es considera simplemente como: el análisis de las propiedades sensoriales se refiere a la medición y cuantificación de los productos alimenticios o materias primas evaluados por medio de los cinco sentidos (Figura 10). La palabra sensorial se deriva del latín *sensus*, que significa sentido. Para obtener los resultados e interpretaciones, la evaluación sensorial se apoya en otras disciplinas como la química, las matemáticas, la psicología y la fisiología entre otras.



Ilustración 10. Los 5 sentidos

2.5.1 Vista

La apariencia de un alimento incluye atributos sensoriales que son percibidos mediante la visión: color, tamaño, forma, brillo, textura superficial, etc.

El color es la propiedad sensorial asociada con la vista de influencia primaria en la decisión de consumo.

2.5.2 Tacto

Es el sentido percibido mediante terminaciones nerviosas presentes en la piel y otros tejidos (excepto uñas, pelo y córnea)

Permite detectar atributos de textura mediante percepciones táctiles en dedos, palma de la mano, lengua, labios, encías, interior de mejillas, garganta y paladar.

2.5.3 Olfato

Sentido que permite percibir el olor/aroma mediante el sistema nasal.

En el interior de la nariz existen regiones cavernosas cubiertas de mucosa pituitaria que conduce a células y terminaciones nerviosas que transmiten al cerebro la sensación olfativa.

2.5.4 Gusto

Sentido residente en la lengua provista de papilas gustativas.

En ciertos casos, la percepción del gusto se debería a un reconocimiento químico de las sustancias que lo provocan por parte de receptores específicos en las papilas.

III. JUSTIFICACIÓN

La creciente preocupación por la búsqueda de soluciones innovadoras en la industria alimentaria ha impulsado el interés por el aprovechamiento integral de los recursos naturales y la reducción de desperdicios. En este contexto, la huaya (*Melicoccus bijugatus*), una fruta tropical consumida ampliamente en América Latina lo cual genera una cantidad significativa de semillas que generalmente son desechadas. Sin embargo, estas semillas poseen un potencial nutricional y funcional que puede ser aprovechado en la elaboración de nuevos productos alimenticios.

El uso de harina de semilla de huaya en la formulación de una salsa bechamel representa una oportunidad para revalorizar este subproducto agrícola, contribuyendo así a una economía más circular y sostenible. Además, la incorporación de ingredientes alternativos y locales en productos tradicionales puede enriquecer la dieta de los consumidores con nuevos nutrientes, promoviendo una alimentación más saludable.

La elaboración de la salsa bechamel con harina de semilla de huaya no solo busca innovar en la creación de productos alimenticios, sino también realizar un aporte significativo al desarrollo de tecnologías alimentarias que fomenten la sostenibilidad. Mediante el análisis de las propiedades fisicoquímicas y evaluación sensorial de la salsa, este estudio pretende demostrar la viabilidad, los beneficios y la aceptación de esta nueva formulación. Al promover el uso de subproductos como la semilla de huaya, se contribuye a la reducción de residuos y se generan nuevos productos alimenticios que pueden mejorar la salud y el bienestar de los consumidores.

En este sentido, el presente trabajo consiste en determinar las propiedades fisicoquímicas y la evaluación sensorial de la salsa a base de la harina de semilla de huaya.

IV. OBJETIVOS

4.1 Objetivo General

Realizar análisis fisicoquímicos y sensoriales de la salsa bechamel a base de harina de fuente no convencional (*Melicoccus bijugatus*)

4.2 Objetivos específicos

- Obtención de harina de semilla de huaya a través de un proceso de molienda de granos.
- Elaboración de salsa bechamel a base de harina de semilla de huaya
- Determinar las principales características fisicoquímicas: PH, cenizas, acidez, grados brix, humedad y viscosidad de la salsa bechamel
- Realizar la evaluación sensorial del producto.

V. MATERIALES Y MÉTODOS

5.1 Estrategia general de trabajo

De acuerdo con los objetivos planteados, el trabajo consistió en determinar las características fisicoquímicas, humedad, pH, cenizas, acidez, grados brix y la viscosidad y realizar la evaluación sensorial de la salsa bechamel a base de harina de huaya. (Figura 11)

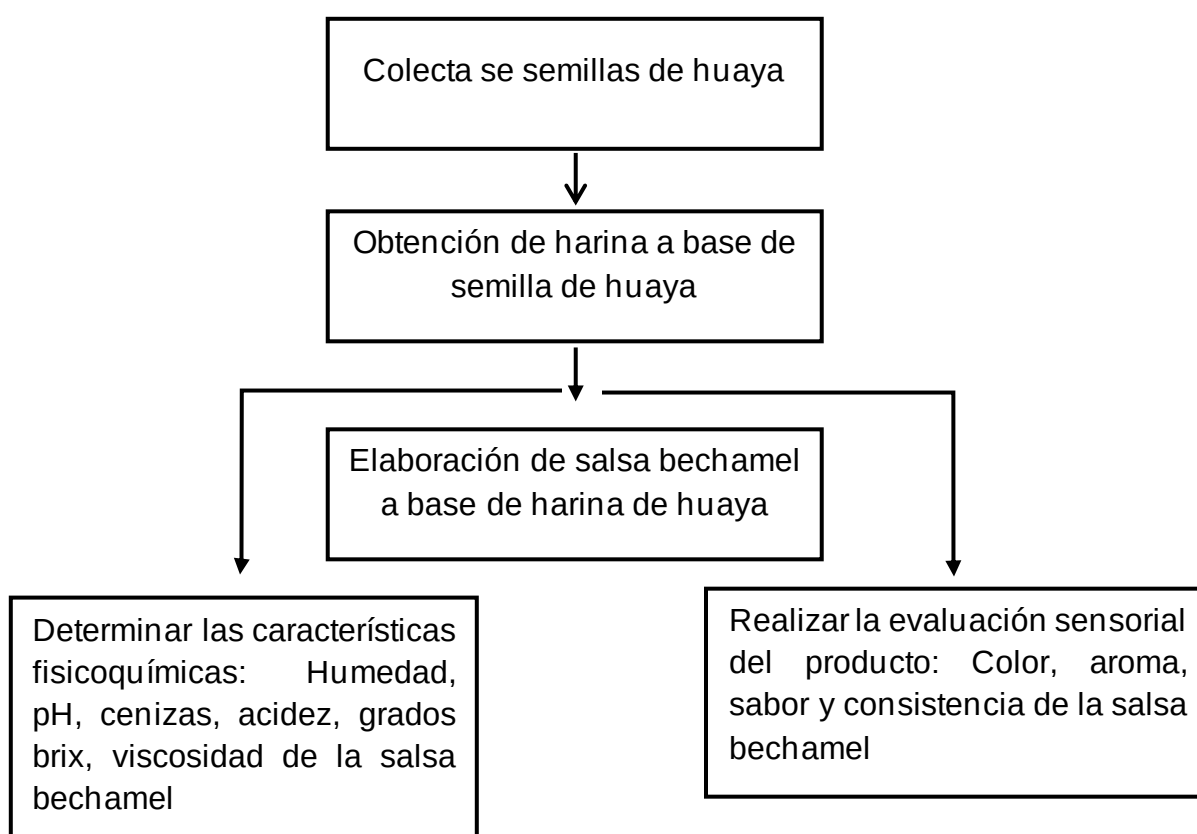


Figura 11. Estrategia general de trabajo

5.2 Colecta de la semilla de huaya

Se realizó una colecta de 14 k de huaya durante el periodo de mayo-junio 2023 a partir de huertos locales en el estado de Campeche y Yucatán.

Concluido la recolección de las huayas, se procedió a retirar la pulpa manualmente. Las semillas obtenidas se colocaron a un horno de convección por gravedad Isotemp Premium Fisher Scientifica, a una temperatura de 50° durante 5 días para obtener las semillas completamente secas.

Finalmente, secas las semillas se les fue retirando el arilo (envoltura que cubre totalmente la semilla), para posteriormente ser utilizado.

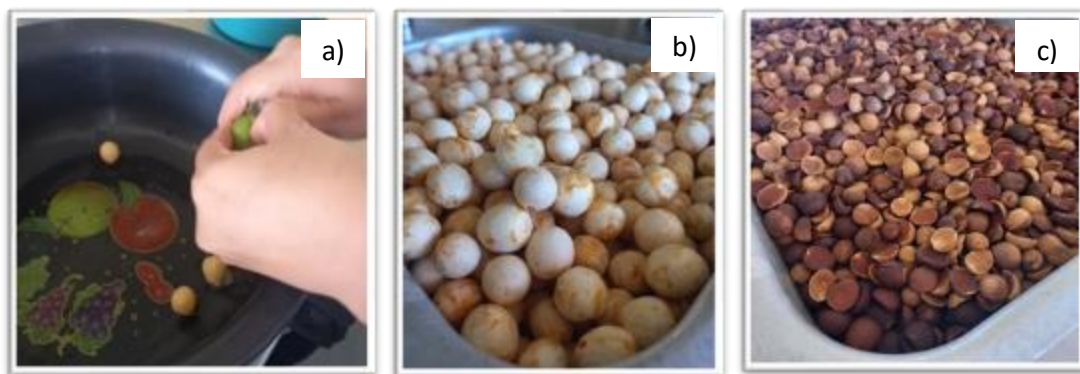


Figura12. Retirar pulpas (a), Colocar al horno de convección (b) y Semillas secas (c)

5.3 Obtención de la harina de semilla de huaya

Una vez recolectadas las semillas secas de la huaya, se realizó la obtención de la harina de las semillas de huaya.

Se aisló partículas extrañas que pudieran contener las semillas y se llevó al proceso de trituración con un molino manual para obtener partículas pequeñas. Seguidamente fue llevado a la licuadora para obtener el polvo fino.

Finalmente, fue llevado en un tamiz (malla n.100), para obtener la harina de huaya para emplearla en la elaboración de las salsas.



Figura 13. Triturar (a), Licuar (b), Tamizar (c) y Obtención de harina (d)

5.4 Elaboración de la salsa bechamel

5.4.1 Elaboración de la salsa bechamel a base de harina convencional (trigo) y no convencional (huaya)

Tabla 3. Formulación para la elaboración de la salsa bechamel

INGREDIENTES	CANTIDAD
HARINA	50 g
MANTEQUILLA	50 g
LECHE ENTERA	500ml
SAL	4 g
PIMIENTA	4g
AJO MOLIDO	5 g

Para la elaboración de la salsa bechamel se agregó la leche en una olla y se calentó a fuego medio durante 2 minutos sin que llegara a hervir. Este paso es para luego acelerar el proceso de preparación de la salsa.

En otro recipiente se agregó la mantequilla y se calentó a fuego bajo hasta que se derrita (2-3 min), debe adquirir un color marrón y tener una cantidad mínima de espuma, la cual podemos retirar para evitar que la salsa tenga grumos. Luego se añadió la harina tamizada (Cocinar por 3-5min). El proceso se llama roux, es el nombre que tiene este paso o mezcla de harina y mantequilla, que nos ayuda a ligar la bechamel.

Se dejó mezclar hasta obtener una textura pastosa de tono dorado. Esto es muy importante porque si la harina no se prepara correctamente la salsa quedará cruda.

Se removió muy bien con una cuchara de madera la harina con la mantequilla para no tener grumos. Se le añadió la leche caliente al sartén con la harina y la mantequilla, y añadimos sal, pimienta y ajo molido.

Por último, se removió de manera continua con una varilla (10-15 min). Se controló la temperatura a fuego medio (180°C) y se añadió paulatinamente el resto de la leche caliente según veamos que va espesando.



Figura 14. Elaboración de salsa bechamel a base de harina convencional (trigo)



Figura 15. Elaboración de salsa bechamel a base de harina no convencional (huaya)

5.5 Evaluación sensorial de la salsa bechamel a estudiantes y maestros.

La evaluación sensorial se realizó con 100 panelistas estudiantes y maestros entre 17 a 40 años, la salsa bechamel a base de harina de trigo se registró como M.A (Muestra A), mientras que la salsa a base de harina de huaya se registró como M.B (Muestra B), para poder diferenciarlo al momento de su degustación, para ello se usó el método sensorial afectiva, usando una escala hedónica de 5 puntos (Tabla4), a fin de evaluar los diferentes atributos: aroma, color, sabor y consistencia de la salsa bechamel.

El tamaño del panel y la representación de los jueces se eligió basándose en los criterios que sugiere J. Sancho (2002); Se refiere a una persona que, aunque no forme parte de un panel de jueces, tiene cierta capacidad o familiaridad con el producto, ya sea por su experiencia parcial o por consumirlo con regularidad.

Tabla 4. Escala hedónica de calificación

	PUNTAJE	NIVEL DE AGRADO
	5	Me gusta mucho
	4	Me gusta moderadamente
	3	No me gusta ni me disgusta
	2	Me disgusta moderadamente
	1	Me disgusta mucho

5.6 Métodos analíticos

5.6.1 Determinación de pH

El pH se determinó de acuerdo con la AOAC (1990) método 981.12.

El pH es una medida de la concentración de iones de hidrógeno (H^+) en una solución. Una solución es cualquier cosa que tenga un solvente (generalmente líquido) que contenga un soluto (la sustancia disuelta).

Para determinar el pH de la muestra se pesó 10 g de cada muestra (salsa) por triplicado, empleando una balanza analítica OHAUS.

Luego se agregó 75 mL de agua, se agitó con un agitador magnético Thermo Scientific durante 20 minutos a temperatura de 140°C y una vez visualizado que se ha disuelto la muestra, se dejó enfriar y después se procedió a medir su pH haciendo uso de las tiras indicadoras de pH y el potenciómetro de pH (Ilustración 12).

Los resultados del pH de la muestra se toman directamente de la lectura que registre el pHmetro.

5.6.2 Determinación de Grados °Brix

Se determinó los grados °brix de acuerdo con la Norma Oficial ICUMSA GS4/3-13, que mide sólidos solubles totales usando refractómetro; ideal para líquidos como jugos y salsas.

Se pesaron 10 g de cada muestra (salsa) por triplicado, empleando una balanza analítica OHAUS.

Luego se agregó 75 mL de agua, se agitó con un agitador magnético Thermo Scientific durante 20 minutos a temperatura de 140°C y una vez visualizado que se ha disuelto la muestra, se dejó enfriar.

Ya enfriada la muestra se colocó una porción de la salsa en el refractómetro digital para obtener la cantidad de sacarosa de la salsa bechamel.

5.6.3 Determinación de Humedad

La humedad de un alimento se puede determinar por diferentes métodos (dsecación, liofilización, balanza de infrarrojos) siendo el procedimiento más común el descrito por la Norma Oficial AOAC 925.10, que mide pérdida de agua por secado en estufa; común en alimentos como harinas, sopas, salsas.

Para la determinación de humedad de la salsa se colocaron los crisoles vacíos en el horno de convección Mecánica Imperial V a una temperatura de 100°C por un día, para asegurar la eliminación de cualquier humedad que el crisol pudiera contener. Pasado las 24hrs de haber colocado los crisoles se procedió a retirar cuidadosamente con una pinza para no contaminar los crisoles y llevarlos al desecador por 30 minutos. Transcurrido los 30 minutos se pesaron los crisoles vacíos para nuestro cálculo, para después pesar 2 g de cada muestra por triplicado de las salsas en los crisoles.

Seguidamente se colocaron las muestras que se pusieron en lo crisoles en el horno de convección Mecánica Imperial V durante 4 horas a una temperatura de 100°C, pasado las 4 horas nuevamente se retiró cuidadosamente con las pinzas para ponerlos en el desecador por 30 minutos, transcurrido los 30 minutos finalmente se pesaron los crisoles con las muestras secas (Ilustración 14). El resultado se expresó como % de humedad y fue calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ humedad} = \frac{(M_1 - M_2) \times 100}{M}$$

Donde:

M₁: Peso del crisol más muestra húmeda

M₂: Peso del crisol más muestra seca

M: Peso de la muestra

5.6.4 Determinación de Cenizas

Para la determinación de cenizas se utilizó la técnica y procedimiento 923.03 de la AOAC (1990) basado en la incineración completa de la materia orgánica de la muestra en un horno mufla a 550°C, quedando únicamente el residuo de materia inorgánica.

La determinación de cenizas se hizo de acuerdo con las muestras secas que se obtuvo de la determinación de humedad.

Las muestras contenían 2 g de salsa, luego se colocó en una mufla digital Barnstead/Thermolyne a 550°C por un tiempo de 4 horas, al pasar el tiempo se retiró la muestra y se colocó en un desecador por 30 minutos hasta su enfriamiento para que finalmente se registrara su peso final (Ilustración 15). Las determinaciones se hicieron por triplicado.

El resultado se expresó como % de cenizas y fue calculado de acuerdo con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ de cenizas} = \frac{(P - p) \times 100}{M}$$

Donde:

P: Peso del crisol con ceniza

p: Peso del crisol vacío

M: Tamaño de la muestra

5.6.5 Determinación de Índice de Acidez

Se entiende por índice de acidez, o valor ácido, los miligramos de NaOH necesarios para saturar los ácidos libres contenidos en gramo de muestra.

Se determinó según el método establecido por la AOAC 942.15, que permite determinar la acidez mediante titulación; útil en productos como jugos, purés y salsas.

Se pesó 3 g de salsa bechamel de harina de trigo por triplicado y en cambio en la salsa a base de harina de huaya se pesó 1 g de muestra por triplicado en una balanza analítica OHAUS.

A cada muestra se le agregó 50 mL de agua y se agitó con un agitador magnético Thermo Scientific durante 20 minutos. Pasado el tiempo se procedió a filtrar en un matraz erlenmeyer de 250 mL con un papel filtro para retener cualquier partícula que pudiera contener la muestra y seguidamente se le añadió 5 gotas de fenolftaleína. Posteriormente se titula con una solución de NaOH (0.1N) hasta obtener una coloración rosa (Ilustración 16). El resultado se expresó como porcentaje de ácido oleico y fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\% \text{ AGL (expresado como ácido oleico)} = \frac{(\text{mL de NaOH})(0.1N)(2.82)}{\text{Gramos de la muestra}}$$

5.6.6 Determinación de Viscosidad

Para la determinación de la viscosidad se utilizó la Ley de Stock, formulada por George Gabriel Stokes en 1851, describe la relación entre la fuerza de fricción de una esfera que se mueve dentro de un líquido y otras magnitudes (como el radio o la velocidad de la partícula). Si una esfera o un cuerpo se mueve a través de un líquido (fluido), deberá superarse una fuerza de fricción.

Se determinó según el método establecido ASTM D445, que evalúa la fluidez de líquidos y semilíquidos como cremas, sopas y salsas.

Para determinar la viscosidad se llenó la probeta graduada con la muestra de salsas y se procedió a medir y marcar posiciones en la parte superior e inferior de la probeta, y de igual manera pesar la canica y medir el diámetro de esta misma que nos servirá de mucha ayuda al hacer la ecuación. Posteriormente se le dejó caer la canica a la muestra en la probeta y se registró el tiempo que tomó la canica al caer entre las marcas (Ilustración 17). Cada muestra se hizo por triplicado.

El resultado se expresó como pa*s (pascal por segundo) y fue calculado con la siguiente fórmula:

$$\eta = \frac{2 * g * (p_s - p_f) r^2}{(9)(V_1)}$$

Donde:

g: Gravedad (9.8 m/s²)

ps: Densidad de la esfera

pf: Densidad del líquido

r²: Radio de la esfera

V₁: Velocidad de la esfera

VI. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

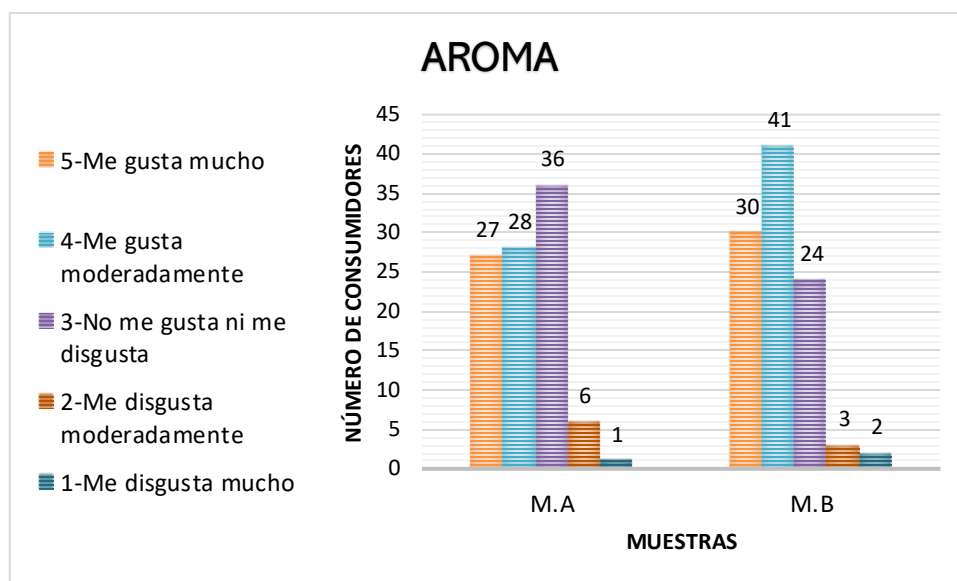
6.1 Evaluación sensorial de la salsa bechamel

En la gráfica 1 se presenta la evaluación sensorial del aroma de las dos muestras de la salsa bechamel. De acuerdo con estos resultados se encontró en la M.A (Muestra A), que 36 personas siendo la mayoría no le gustó ni les disgustó su aroma de la salsa y 1 persona siendo la minoría le disgustó mucho el aroma. En el caso de la M.B (Muestra B) a 41 personas les gustó moderadamente el aroma y 2 personas les disgustó mucho el aroma de la salsa. Tanto que fue más aceptable el aroma de la M.B.

En la evaluación sensorial del aroma, se observó que la salsa elaborada con harina de huaya presentó un perfil aromático más complejo en comparación con la salsa tradicional con harina de trigo. Los panelistas percibieron notas más intensas y distintivas en la muestra con harina de huaya, lo que fue preferido por algunos consumidores.

Según Lawless (2010), el aroma es un factor determinante en la aceptación sensorial de los productos, ya que influye directamente en la percepción de la calidad. En este estudio, la complejidad aromática de la salsa con harina de huaya puede haber sido apreciada positivamente debido a su diferenciación respecto al perfil más neutral de la salsa de trigo. La preferencia por el aroma en la muestra con harina de huaya está en línea con lo señalado por Lawless (2010), quien indica que los aromas más intensos y distintivos pueden ser más atractivos para los consumidores si no se asocian con aromas desagradables.

Nota: En la M.A 2 personas no percibieron el aroma de la salsa.

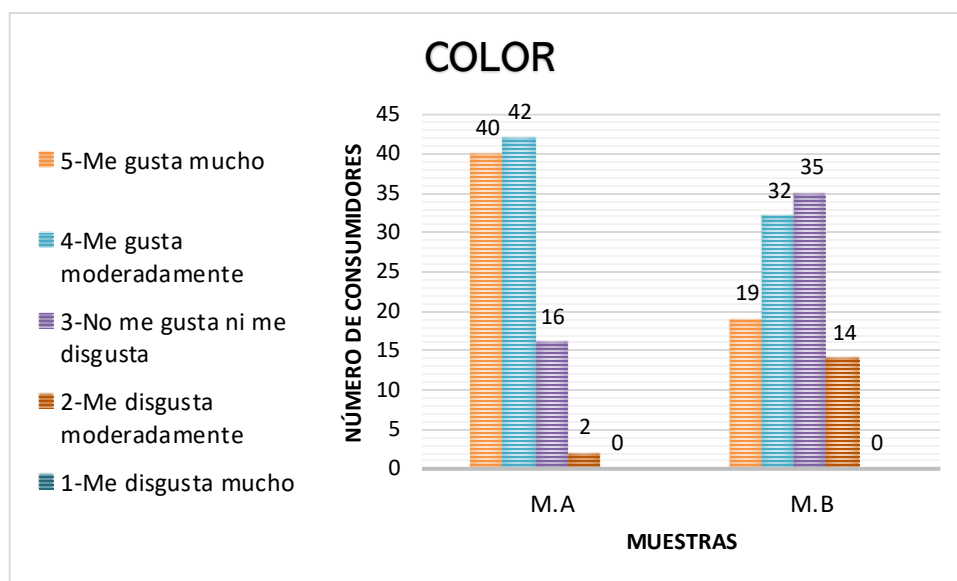


Gráfica 1. Evaluación sensorial del aroma de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)

En la gráfica 2 se presenta la evaluación sensorial del color de las salsas. Se encontró en la M.A a 42 personas que les gustó moderadamente el color y a ninguna persona le disgustó el color, en la M.B 35 personas no les gustó ni les disgustó el color de la salsa y de igual manera a ninguna persona les disgustó el color de la salsa. En este caso el color de la M.A fue más aceptable.

En cuanto al color, la salsa de harina de trigo obtuvo una puntuación significativamente mayor en la evaluación sensorial, con un color blanco-cremoso considerado más atractivo por los panelistas. En cambio, la salsa con harina de huaya presentó un tono más oscuro y ligeramente amarillento.

La percepción del color en alimentos influye en gran medida en la aceptación del consumidor. Según Stone y Sidel (2004), los consumidores asocian colores más claros, como el blanco-cremoso, con productos frescos y de alta calidad. Por lo tanto, la preferencia por la salsa con harina de trigo podría explicarse por el hecho de que los consumidores esperan una tonalidad más clara en productos como la salsa bechamel. Esta percepción se alinea con los estudios de Stone y Sidel (2004), quienes destacan que el color es un factor crucial en la primera impresión del producto.



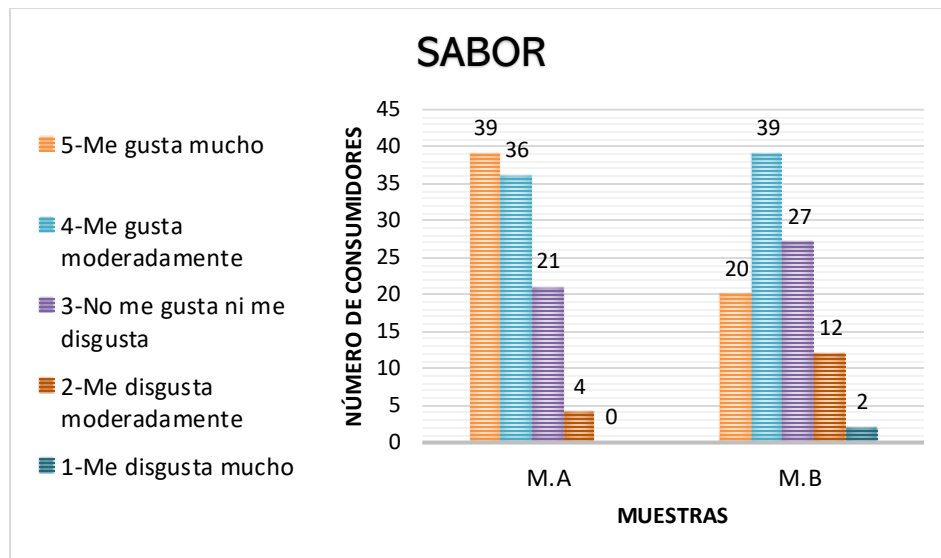
Gráfica 2. Evaluación sensorial del color de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)

En la gráfica 3 se presenta la evaluación sensorial del sabor de la salsa bechamel. Se obtuvo a 39 personas que les gustó mucho el sabor de la M.A mientras que a ninguna persona le disgustó el sabor, en la M.B 39 personas les gustó moderadamente y a 2 personas les disgustó mucho el sabor de la salsa. Ambas muestras obtuvieron la misma cantidad de personas en la aceptación del sabor, pero en la M.A obtuvo un puntaje de 5, mientras que la M.B obtuvo un puntaje de 4, esto siendo más aceptable la Muestra A.

En la evaluación sensorial del sabor, la salsa con harina de huaya fue apreciada por su sabor más único y distintivo, aunque algunos panelistas notaron una ligera disminución en la intensidad del sabor lácteo tradicional. La salsa con harina de trigo, por otro lado, presentó un sabor más familiar y suave, lo que fue favorable para muchos consumidores.

El sabor es uno de los factores más importantes en la aceptación de los productos alimenticios. Meilgaard, Civille y Carr (2007) sostienen que el equilibrio entre los sabores dulces, salados, ácidos y amargos juega un papel crucial en la preferencia de los consumidores. La variación en el sabor entre las salsas puede explicarse por la composición química de las harinas utilizadas. La harina de huaya pudo haber influido en el perfil de sabor, creando un

producto más complejo, pero posiblemente menos aceptado por aquellos consumidores acostumbrados al sabor más neutral de la harina de trigo.



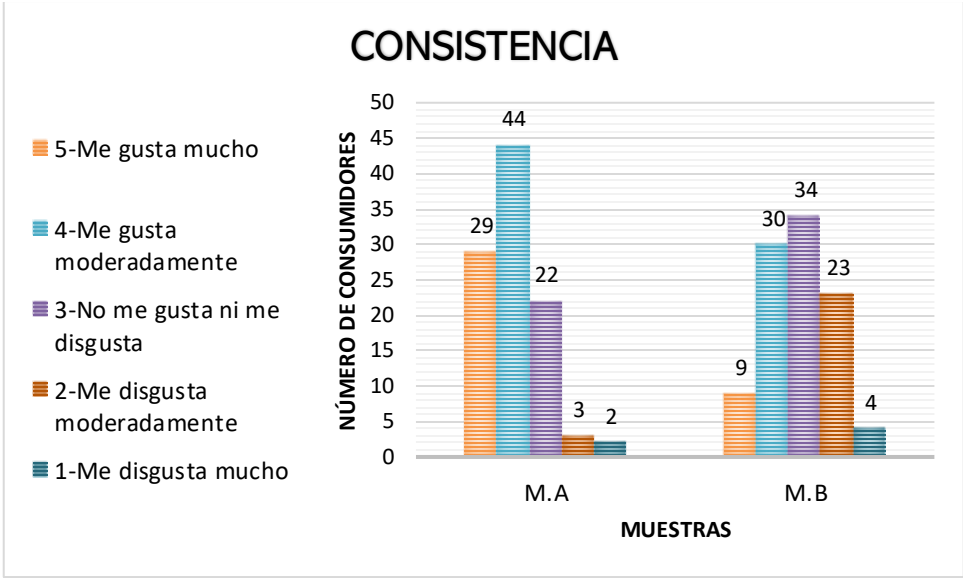
Gráfica 3. Evaluación sensorial del sabor de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)

En la gráfica 4 se presenta la evaluación sensorial de la consistencia de las dos muestras de la salsa bechamel. De acuerdo con los resultados obtenidos 44 personas les gustó moderadamente la consistencia de la salsa y 2 personas les disgustó mucho la consistencia de la salsa de la M.A, mientras que en el caso de la M.B 34 personas no les gustó ni les disgustó la consistencia y a 4 personas les disgustó mucho la consistencia. Siendo el más favorable la Muestra A.

La consistencia de la salsa bechamel elaborada con harina de trigo fue mejor aceptada que la versión con harina de huaya. La salsa con harina de trigo fue percibida como más cremosa y suave, lo que es un atributo clave en la salsa bechamel tradicional, generando una sensación de calidad y espesamiento adecuado.

En contraste, la salsa con harina de huaya fue considerada un poco más aguada. Esto pudo haber influido negativamente en la percepción de la textura, ya que una salsa demasiado líquida puede resultar menos atractiva. Stone y Sidel (1993) explican que la consistencia juega un papel esencial en la aceptación sensorial de las salsas, ya que una textura demasiado líquida puede hacer que el producto no cumpla con las expectativas de los

consumidores. Según Meilgaard, Civille y Carr (2007), una salsa bechamel debe tener una textura suave y fluida, pero no tan aguada, para ser considerada agradable y aceptable.



Gráfica 4. Evaluación sensorial de la consistencia de la salsa bechamel a base de harina de trigo (M.A) y de harina de huaya (M.B)

6.2 Propiedades fisicoquímicas de la salsa bechamel a base de harina de trigo

En la tabla 5 se presentan las características fisicoquímicas de la salsa bechamel a base harina de trigo obtenidos de 3 muestras. Se encontró un pH (Tiras indicadoras de pH) con un promedio de 6, un pH (Medidor digital), grados brix promedio de 1.13 % e índice de acidez promedio de 1.173%, no hubo diferencia entre las muestras para cada característica fisicoquímica evaluada.

Tabla 5. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de trigo.

MUESTRAS DE SALSAS (HARINA DE TRIGO)	INDICADOR DE PH (TIRAS INDICADORAS DEL PH)	INDICADOR DE PH (MEDIDOR DIGITAL)	% DE GRADOS BRIX (°BX)	ÍNDICE DE ACIDEZ (% ÁCIDO OLEICO)
1	6	6.95	01.0	1.173
2	6	6.93	01.2	1.172
3	6	6.94	01.2	1.174
PROMEDIO	6	6.94	1.13	1.173
DESVEST	0	0.01	0.11	0.001

En la tabla 6 se presentan las características fisicoquímicas de la salsa bechamel a base harina de trigo obtenidos de 3 muestras. Se encontró un porcentaje de cenizas promedio de 1.25%, porcentaje de humedad promedio de 75.65% y la unidad de viscosidad promedio de 20.64 pa*s, no hubo diferencia entre las muestras para cada característica fisicoquímica evaluada.

Tabla 6. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de trigo.

MUESTRAS DE SALSAS (HARINA DE TRIGO)	PORCENTAJE DE CENIZAS (%)	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	UNIDAD DE VISCOSIDAD (PA*S)
1	1.12	75.63	20.11
2	1.32	75.73	20.93
3	1.33	75.61	20.90
PROMEDIO	1.25	75.65	20.64
DESVEST	0.11	0.06	0.46

6.3 Propiedades fisicoquímicas de la salsa bechamel a base de harina de huaya

En la tabla 7 se presentan las características fisicoquímicas de la salsa bechamel a base harina de huaya obtenidos de 3 muestras. Se encontró un pH (Tiras indicadoras de pH) con un promedio de 6, un pH (Medidor digital) promedio de 6.74, grados brix promedio de 2.83 % e índice de acidez promedio de 4.49%, no hubo diferencia entre las muestras para cada característica fisicoquímica evaluada.

Tabla 7. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de huaya.

MUESTRAS DE SALSAS (HARINA DE HUAYA)	INDICADOR DE PH (TIRAS INDICADORAS DEL PH)	INDICADOR DE PH (MEDIDOR DIGITAL)	% DE GRADOS BRIX (°BX)	ÍNDICE DE ACIDEZ (% ÁCIDO OLEICO)
1	6	6.77	02.7	4.49
2	6	6.75	03.0	4.48
3	6	6.72	02.8	4.50
PROMEDIO	6	6.74	2.83	4.49
DESVEST	0	0.02	0.15	0.01

En la tabla 8 se presentan las características fisicoquímicas de la salsa bechamel a base harina de huaya obtenidos de 3 muestras. Se encontró un porcentaje de cenizas promedio de 1.88%, porcentaje de humedad promedio de 68.68% y la unidad de viscosidad promedio de 7.36 pa*s, no hubo diferencia entre las muestras para cada característica fisicoquímica evaluada.

Tabla 8. Características fisicoquímicas de la salsa bechamel hecho a base de harina de huaya.

MUESTRAS DE SALSAS (HARINA DE HUAYA)	PORCENTAJE DE CENIZAS (%)	PORCENTAJE DE HUMEDAD (%)	UNIDAD DE VISCOSIDAD (PA*S)
1	1.92	67.97	7.38
2	1.85	69.00	7.61
3	1.89	69.09	7.09
PROMEDIO	1.88	68.68	7.36
DESVEST	0.03	0.62	0.26

6.4 Comparación de las propiedades fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya.

En la gráfica 5 se presenta los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos hechos en ambas salsas. Se observa que la salsa a base de harina de trigo tanto como la salsa a base de harina de huaya obtuvieron un pH (tiras indicadoras) de 6 indicándonos que ambas salsas tienden a ser ácidas, en el pH con el medidor digital en la salsa hecho con harina de trigo obtuvo un 6.94 de pH y la salsa hecha con harina de huaya se obtuvo 6.72 con una siendo igual manera salsas ácidas. Según Fox y McSweeney (1998), explican que los productos lácteos como la leche tienen un pH cercano a 6.6, lo que influye en la estabilidad de salsas como la bechamel. Mencionan que salsas con base lácteas mantienen un pH entre 6 y 7, favoreciendo la estabilidad de las proteínas y evitando la coagulación. Srinivasan, S. & Damodaran, S. (2001), en su estudio sobre la estabilidad de proteínas en emulsiones alimentarias, mencionan cómo el pH afecta la estabilidad de proteínas lácteas, como la

caseína, en salsas lácteas como la bechamel. Un pH cercano a 6 favorece la estabilidad de emulsiones cremosas.

Jay, J. M. (2000), en su libro *Modern Food Microbiology*, Jay comenta sobre la estabilidad microbiológica en alimentos de pH intermedio, como salsas con pH cercano a 6. Se menciona que los productos con este pH requieren conservación refrigerada para evitar el crecimiento microbiano.

En los grados brix la salsa de harina de trigo nos dio un resultado de 1.13% mientras que la salsa de harina de huaya nos dio un resultado de 2.83% comparando ambos nos indica que la salsa hecha a base de huaya tiene más contenido de azúcar presente. Belitz, H.-D., Grosh, W., & Schieberle, P. (2009), en *Food Chemistry*, abordan cómo los grados brix afectan la textura y sabor de alimentos como salsas. Un °brix de 1-2% indica bajo contenido de azúcares o sólidos, lo que es común en salsas saladas o poco azucaradas, como la bechamel.

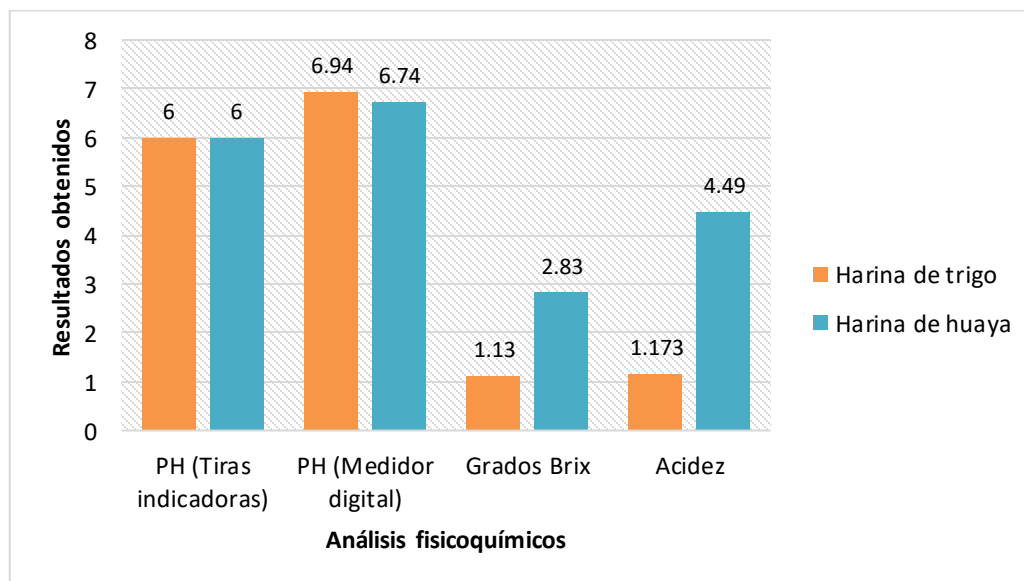
McGee, H. (2004), en su libro *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*, McGee menciona que salsas con un bajo contenido de sólidos solubles (1-2% Brix) suelen tener una consistencia más líquida y una percepción menos densa en la boca, algo esperado en salsas como la bechamel, que no contienen azúcares añadidos, pero sí almidones o harinas.

El grado de acidez indica el contenido de ácidos libres, se determina mediante una valoración (volumetría) con un reactivo básico. El resultado se expresa como el % del ácido predominante en el material, y teniendo como resultado la salsa de trigo tuvo un resultado de 1.173%. Un índice de acidez bajo implica que las grasas no se han degradado significativamente y el producto sigue siendo estable. En productos lácteos, este valor indica frescura, estabilidad y ausencia de rancidez. Fennema, O. R. (1996), en *Food Chemistry*, también aborda que un bajo índice de acidez refleja frescor en emulsiones grasas como las salsas y ayuda a evitar sabores desagradables como el rancio.

Mientras que la salsa de huaya se obtuvo un resultado de 4.49% teniendo como ácido predominante el ácido oleico. Un valor de 4% es significativamente más alto, lo que indica una mayor presencia de ácidos libres, a lo que puede afectar negativamente la calidad sensorial del producto, produciendo sabores ácidos o

rancios. Esto podría deberse a la oxidación de las grasas, lo que es una señal de deterioro en productos como la salsa bechamel.

Lorenzo, J. M., & Franco, D. (2012) mencionan que un índice de acidez elevado en emulsiones alimentarias puede afectar la estabilidad del producto y su aceptabilidad sensorial, ya que indica la presencia de ácidos grasos libres producto de la degradación.



Gráfica 5. Comparación de las características fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya

En la ilustración 11 se expresaron los resultados en la aplicación minitab obteniendo resultados más exactos en los análisis fisicoquímicos.

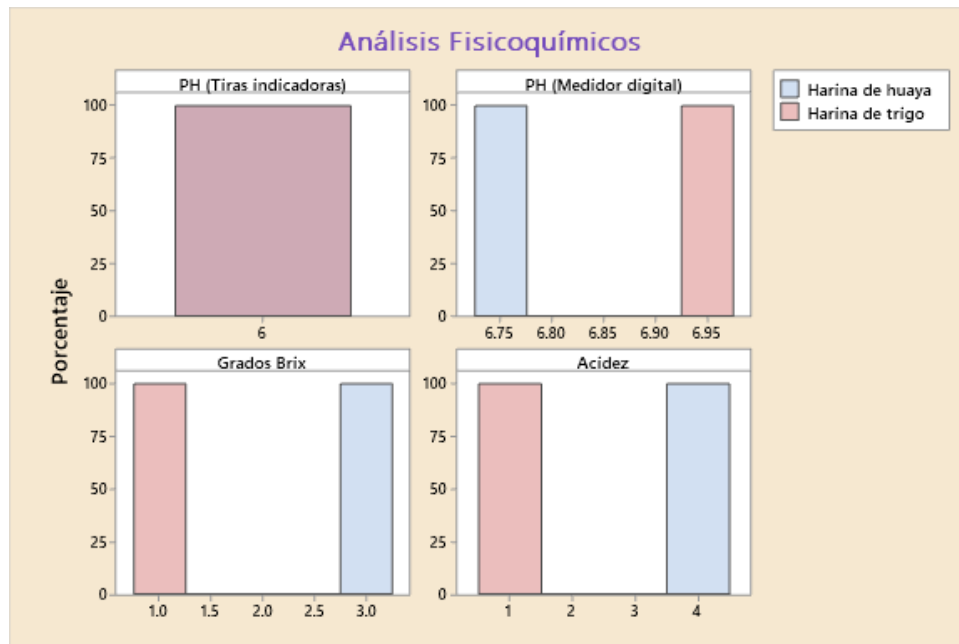


Figura 16. Resultados exactos de las características fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya (Aplicación minitab)

En la gráfica 6 se presenta los resultados obtenidos de los análisis fisicoquímicos hechos en ambas salsas. La determinación de cenizas es referida como el análisis de residuos inorgánicos que quedan después de la ignición u oxidación completa de la materia orgánica de un alimento, y se observa que en la salsa de trigo se obtuvo 1.25% de cenizas. Belitz, H.-D., Grosh, W., & Schieberle, P. (2009), en *Food Chemistry*, señalan que el contenido de cenizas en alimentos refleja la cantidad de minerales presentes y un valor como 1.25% indicaría un producto como bajo aporte mineral.

En la salsa de huaya dio como resultado 1.88% de ceniza. Sikorski, Z. E. (2001), en *Chemical and Functional Properties of Food Components*, menciona que los niveles de cenizas más altos indican un contenido elevado de minerales y son comunes en productos que contiene ingredientes fortificados o enriquecidos con minerales.

Los minerales, junto con el agua, son los únicos componentes de los alimentos que no se pueden oxidar en el organismo para producir energía; por el contrario, la materia orgánica comprende los nutrientes (proteínas, carbohidratos y lípidos) que se pueden quemar (oxidar) en el organismo para obtener energía, y se calcula como la diferencia entre el contenido en materia seca del alimento y el contenido en cenizas. (Holden JM, 2003).

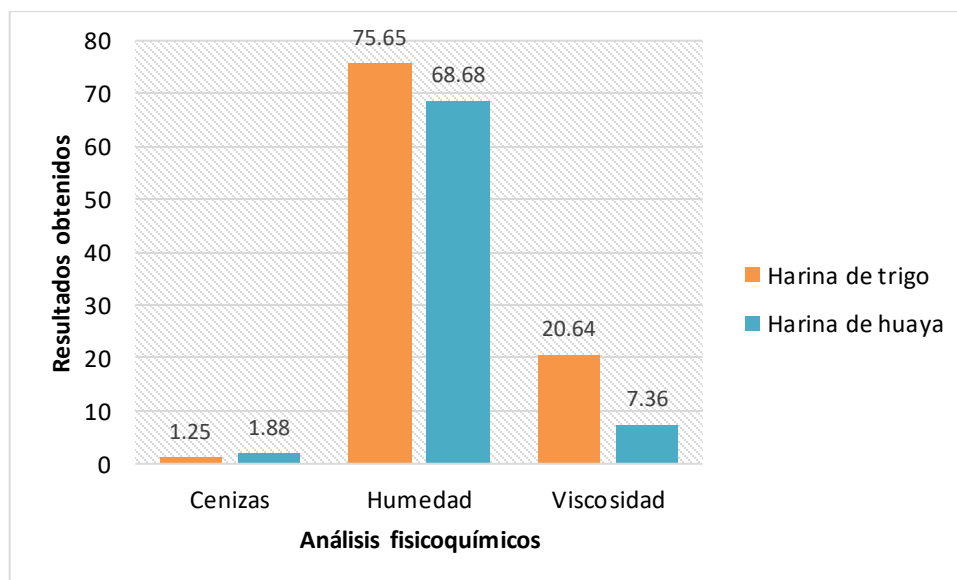
La humedad es la cantidad de agua que contiene el alimento; la diferencia entre el peso total del alimento y el contenido en agua se denomina materia seca. Los contenidos de agua varían dependiendo del producto, así, para los alimentos naturales su contenido oscila entre un 60% y un 90%. Fennema, O. R. (1996), en *Food Chemistry*, Fennema explica que un alto contenido de humedad (por ejemplo, >70%) en productos alimenticios hace que sean más propensos al crecimiento microbiano y a la degradación, ya que la presencia de más agua facilita la actividad de microorganismos. Belitz, H.-D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009), en *Food Chemistry*, estos autores describen que una humedad moderada (60-70%) en productos como salsas resulta en una textura adecuada para aplicaciones donde se requiere una mayor consistencia sin ser excesivamente espesa.

Por lo tanto, se obtuvo como resultado 75.65% de humedad en la salsa de trigo y 68.68% de humedad en la salsa de huaya, como resultado nos indica que la salsa de trigo tiene mayor cantidad de agua presente a comparación de la salsa de harina de huaya.

La viscosidad se entiende como la resistencia que ofrece un líquido cuando es forzado a ello, y se sabe que el rango de viscosidad es inmenso ya que se puede encontrar con viscosidad prácticamente nula, así como toparnos con los superfluidos. Por lo tanto, como resultados se obtuvo un 20.64 pa*s en la salsa de harina de trigo. Un valor de 20.64 pa*s es bastante elevado y sugiere una salsa muy espesa. Bourne, M. C. (2002), en *Food Texture and Viscosity: Concept and Measurement*, Bourne señala que una alta viscosidad es deseada en salsas que requieren una consistencia espesa y cremosa, pero debe ser equilibrada para no comprometer la fluidez y facilidad de consumo.

Se obtuvo un 7.36 pa*s en la salsa de harina de huaya. Un valor de 7.36 pa*s es considerablemente menor, indicando una salsa más fluida. Wood, P. (1989), en *Rheology and Texture in Food*, Wood menciona que viscosidades en este rango son características de salsas que buscan un balance entre fluidez y espesor, ideales para usos más versátiles en platos donde la salsa debe esparcirse con facilidad.

La viscosidad de una salsa como la bechamel varía según la aplicación y las preferencias de textura. Un valor de 20.64 pa*s indica una salsa muy espesa, que es ideal para platos donde se requiere estabilidad y cobertura densa, mientras que el valor de 7.36 pa*s es más adecuado para salsas fluidas que se integran fácilmente con otros alimentos.



Gráfica 6. Comparación de las características fisicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya

En la ilustración 12 se expresaron los resultados en la aplicación minitab obteniendo resultados más exactos en los análisis fisicoquímicos.

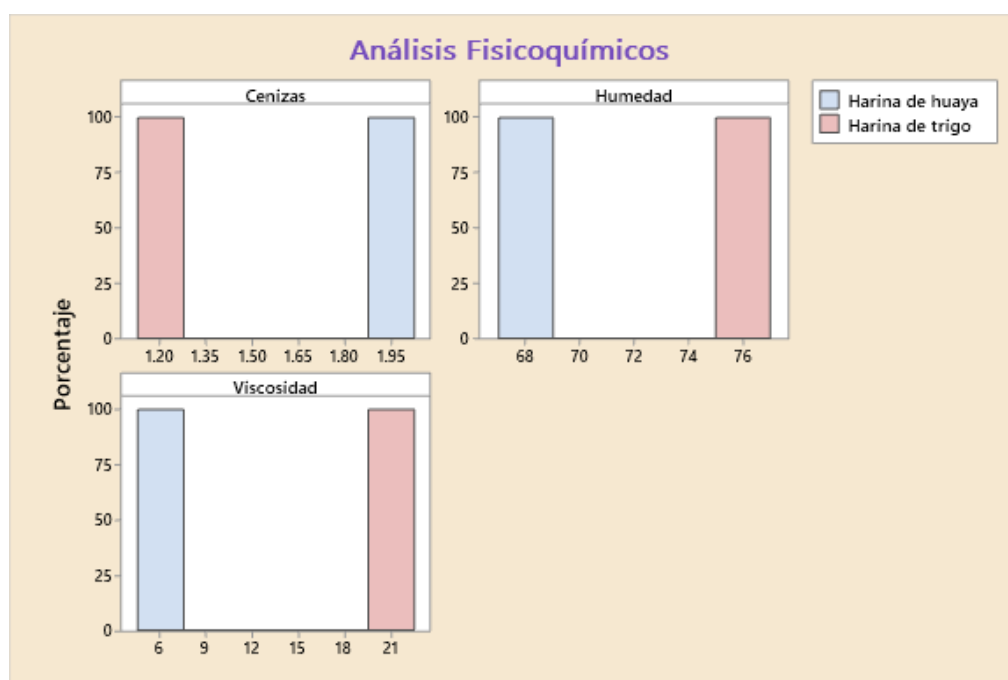


Figura 17. Resultados exactos de las características físicoquímicas de la salsa bechamel obtenido de la harina de trigo y la harina de huaya (Aplicación minitab)

VII. CONCLUSIONES Y DISCUSIONES

En función de los resultados obtenidos se puede concluir que la salsa bechamel elaborada con harina de semilla de huaya presentó un pH de 6.0, lo cual indica una acidez moderada. En comparación, un estudio realizado en la Universidad Técnica de Ambato, que utilizó harina de zanahoria blanca, reportó un pH de 6.5. El valor de 6.5 fue mejor aceptado, ya que se asocia con un sabor más equilibrado y una mayor estabilidad sensorial del producto.

El contenido de humedad en la salsa con harina de huaya fue de 68.68%, mientras que el estudio comparativo reportó 70.5%. La humedad más baja (68.68%) fue más favorable, ya que indica menor actividad de agua y mayor vida útil del producto.

La viscosidad obtenida fue de 7.36 Pa·s, lo que refleja una consistencia ligera. En el estudio comparativo, la viscosidad fue de 8.5 Pa·s, indicando una salsa más espesa. El valor de 8.5 Pa·s fue mejor aceptado, ya que proporciona mayor cuerpo y una textura más cremosa, deseable en salsas madre como la bechamel.

La salsa de huaya presentó una acidez de 4.49%, superior al 3.8% registrado en el estudio comparativo. La acidez más baja (3.8%) fue mejor valorada, ya que resulta en un sabor más suave y menos invasivo al paladar.

Se obtuvo 1.88% de cenizas, superando el 1.30% del otro estudio. El contenido de 1.88% fue más favorable, ya que refleja un mayor aporte de minerales, lo cual es positivo desde el punto de vista nutricional.

La muestra alcanzó 2.83 °Bx, en contraste con los 6.8 °Bx del otro estudio. El valor de 6.8 °Bx fue mejor aceptado, ya que una mayor cantidad de sólidos solubles contribuye a un sabor más completo y atractivo.

En la muestra elaborada con harina de huaya fue mejor valorada en aroma, destacando por su perfil característico. Sin embargo, el estudio comparativo reportó mejor aceptación en color y textura. Ambas formulaciones fueron aceptadas, pero se destaca que la tuya aporta un aroma distintivo, mientras que la otra resalta en apariencia visual y cuerpo.

La harina de semilla de huaya mostró ser una alternativa viable y funcional a la harina de trigo, con ventajas destacables en contenido mineral, menor humedad y aroma característico. A pesar de presentar mayor acidez y menor viscosidad, su uso contribuye a la sostenibilidad, aprovechamiento de subproductos locales y desarrollo de productos innovadores en la industria alimentaria.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Pérez, H. C., Gómez, M., & Vila, J. (2009). Características físicas de frutos de mamón (*Melicoccus bijugatus* Jacq.) según su ubicación en el árbol y el almacenamiento. *Bioagro*, 21(3), 189-194.
- Bystrom, LM (2012). Efectos potenciales sobre la salud de los frutos de *Melicoccus bijugatus* Jacq.: Investigaciones fitoquímicas, quimiotaxonómicas y etnobotánicas. *Fitoterapia*, 83 (2), 266-271.
- GENOVEZ MARTÍNEZ, B. E., & MOLINA VÁZQUEZ, D. A. N. I. E. L. (2013). *APROVECHAMIENTO INTEGRAL DE LA GUAYA (Melicoccus bijugatus Jacq.)*.
- Torres-González, M. P., Jiménez-Munguía, M. T., & Bárcenas-Pozos, M. E. (2014). Harinas de frutas y/o leguminosas y su combinación con harina de trigo. *Temas selectos de Ingeniería de Alimentos*, 8(1), 94-102.
- Calderón Naula, M. H. (2015). *Elaboración de harina de papa de aire (Dioscorea Sp) y su aplicación como ligante en salsas madre Riobamba 2014* (Bachelor's thesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo).
- Sifre, M., Peraire, M., Simó, D., Segura, A., Simó, P., & Tosca, P. (2019). La harina. *Castellón de la Plana: Universitat per a majors seu del nord-Sant Mateu*.
- Alegría León, J., & Farrera Olea, J. J. (2022). Manual de obtención, caracterización y uso de harinas y almidones de fuentes no convencionales.
- GALLEGO, H., ÁLVAREZ, C., VÉLEZ, C., & FERNÁNDEZ, A. (2012). Caracterización reológica de dos salsas alimenticias. *Vitae*, 19(1), S433-S435.
- Castellanos Salas, R. N., & Del Castillo Correa, M. (2020). Plan de negocio elaboración de salsas y cremas, Iquitos, 2020.
- Sandoval, D. (2011). Salsas madre y salsas derivadas. *Escuela de Gastronomía Instituto Superior Mariano Introducción a La Cocina I*, 1-27.

- Campos, T. (2020). Evaluación de las características organolépticas, fisicoquímicas y microbiológicas de yuyo (*Chondracanthus chamissoi*) elaborado en forma de salsa.
- Flores Alcalde, N. M. (2019). Elaboración de una salsa a base de huacatay (*Tagetes minuta*) y rocoto (*Capsicum pubescens*) evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales.
- Alvis, A., Vélez, C. A., Villada, H. S., & Rada-Mendoza, M. (2008). Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Información tecnológica*, 19(1), 19-28.
- SALAZAR, J. A. G. (2018). Estudio Comparativo de la Calidad en Salsa de Tomate (Cátsup) por Medio de Técnicas Instrumentales.
- Rosas, J. R., Salazar, J. A. G., & García, A. C. (2018). ESTUDIO COMPARATIVO DE LA CALIDAD EN SALSA DE TOMATE (CÁTSUP) POR MEDIO DE TÉCNICAS INSTRUMENTALES. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 4(1), 75-79.
- Domínguez, M. R. (2007). Guía para la evaluación sensorial de alimentos. *Instituto de Investigación Nutricional—IIN Consultora-AgroSalud*, 2-45.
- Mazón, N. V. C., Hermida, C. E. C., Yacelga, J. C. S., Machado, E. R. R., Murillo, P. L. G., & Mena, M. E. C. (2018). Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. *Dominio de las Ciencias*, 4(3), 253-263.
- Torricella-Morales, R. G., Pulido-Álvarez, H., & Zamora-Utset, E. (2020). *Evaluación sensorial aplicada a la investigación, desarrollo y control de la calidad en la industria alimentaria*. Editorial Universitaria (Cuba).
- Lawless, HT y Heymann, H. (2010). *Evaluación sensorial de alimentos: principios y prácticas*. Springer Science & Business Media.
- Stone, H., Sidel, J., Oliver, S., Woolsey, A., y Singleton, RC (2004). Evaluación sensorial mediante análisis descriptivo cuantitativo. *Análisis sensorial descriptivo en la práctica*, 23-34.

- Stone, H., y Sidel, J. L. (2004). Introducción a la evaluación sensorial. *Prácticas de evaluación sensorial*, 3, 1-19.
- Stone, H., y Sidel, J. (2009). Ciencia sensorial y comportamiento del consumidor. En *Global Issues in Food Science and Technology* (pp. 67-77). Academic Press.
- Meilgaard, M. C., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2007). Sensory evaluation techniques 4th ed CRC Press LLC. *New York*.
- Sidel, J. L., & Stone, H. (1993). The role of sensory evaluation in the food industry. *Food Quality and Preference*, 4(1-2), 65-73.
- Jay, J. M. (2000). Food preservation with modified atmospheres. In *Modern food microbiology* (pp. 283-300). Springer US.
- Forina, M., Casale, M., & Oliveri, P. (2009). Application of chemometrics to food chemistry.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). Food additives. *Food chemistry*, 429-466.
- McGee, H. (2007). *On food and cooking: the science and lore of the kitchen*. Simon and Schuster.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (Eds.). (2007). *Fennema's food chemistry*. CRC press.
- Fennema, O. R., Damodaran, S., & Parkin, K. L. (2017). Introduction to food chemistry. In *Fennema's food chemistry* (pp. 1-16). CRC Press.

ANEXOS

Anexo 1. Evaluación sensorial de la salsa bechamel



Figura 18. Evaluación sensorial de la salsa bechamel

Anexo 2. Determinación de pH



Figura 19. Agitación de la muestra (a), Solución obtenida (b) y Resultados de pH de la muestra (c)

Anexo 3. Determinación de Grados °Brix



Figura 20. Refractómetro

Anexo 4. Determinación de Humedad

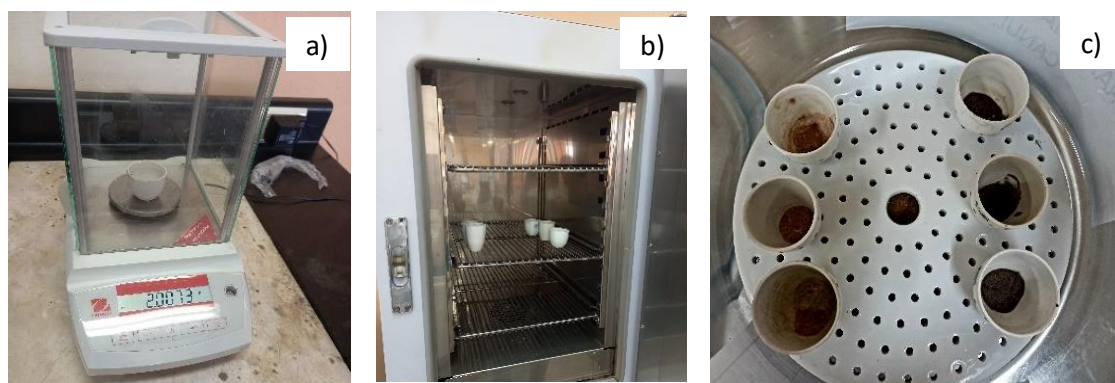


Figura 21. Pesado de la muestra (a), Muestra en horno de convección (b) y Secado de la muestra (c)

Anexo 5. Determinación de Cenizas

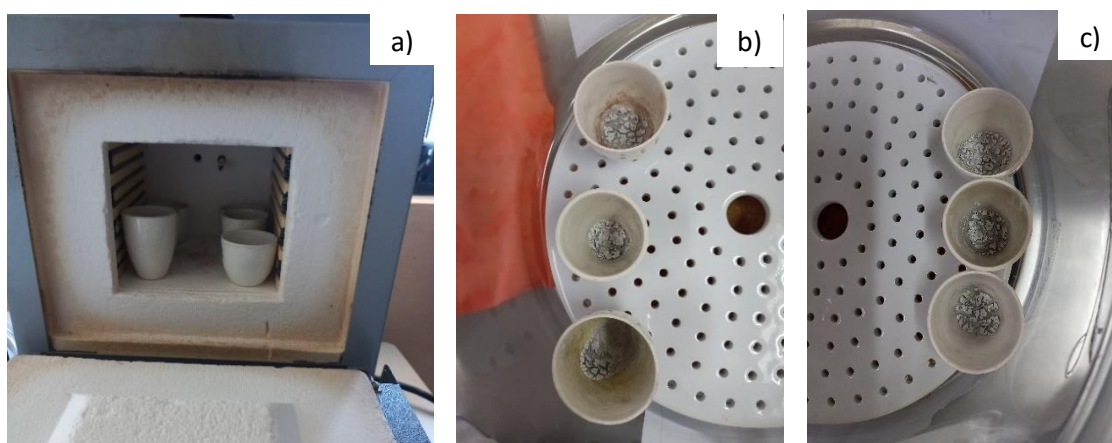


Figura 22. Muestras en la mufla (a) y Resultados de las cenizas obtenidas (b) y (c)

Anexo 6. Determinación de Índice de Acidez



Figura 23. Titulación y muestras para determinar acidez

Anexo 7. Determinación de Viscosidad



Figura 24. Caída de esfera para determinar viscosidad de la salsa