



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERIA
CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

Extracción del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para la aplicación en la elaboración de mayonesa como sustituto de almidones modificados.

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:
Borja Román Naethen David

Tutor:
Dra. Ana Mejía López

Riobamba, Ecuador. 2025

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Naethen David Borja Román, con cédula de ciudadanía 2300295678, autor del trabajo de investigación titulado: Extracción del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para la aplicación en la elaboración de mayonesa cómo sustituto de almidones modificados, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

Asimismo, cedo a la Universidad Nacional de Chimborazo, en forma no exclusiva, los derechos para su uso, comunicación pública, distribución, divulgación y/o reproducción total o parcial, por medio físico o digital; en esta cesión se entiende que el cesionario no podrá obtener beneficios económicos. La posible reclamación de terceros respecto de los derechos de autor de la obra referida, será de mi entera responsabilidad; librando a la Universidad Nacional de Chimborazo de posibles obligaciones.

En Riobamba, a los 12 días del mes de diciembre del 2025

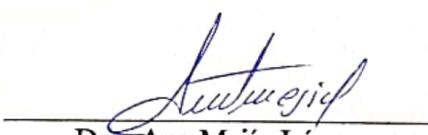


Naethen David Borja Román
C.I: 2300295678

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Dra. Ana Mejía López catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: Extracción del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para la aplicación en la elaboración de mayonesa cómo sustituto de almidones modificados, bajo la autoría de Naethen David Borja Román; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 12 días del mes de diciembre de 2025



Dra. Ana Mejía López

C.I: 0601948813

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

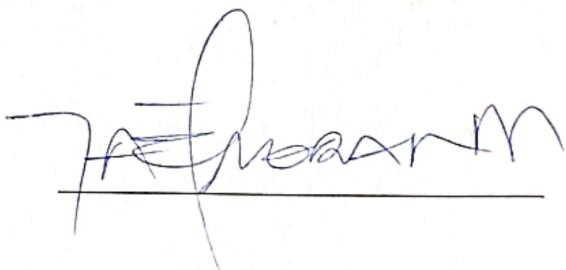
Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación “Extracción del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para la aplicación en la elaboración de mayonesa cómo sustituto de almidones modificados”, por Naethen David Borja Román, con cédula de identidad número 2300295678, bajo la tutoría de Dra. Ana Mejía López; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba a los 12 días del mes de diciembre de 2025

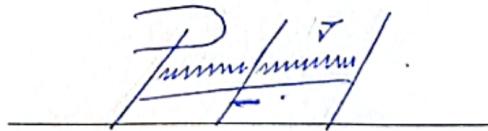
PhD. Cristian Patiño
PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



Mgs. José Antonio Escobar
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



PhD. Paúl Ricaurte
MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **NAETHEN DAVID BORJA ROMÁN** con CC: **2300295678**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA**, Facultad de **INGENIERIA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“Extracción del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para la aplicación en la elaboración de mayonesa cómo sustituto de almidones modificados.”**, cumple con el 6 %, (3% de similitud y 3% de texto potencialmente generados por la IA) de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 8 de diciembre de 2025



Mgs. Ana Mejía López
TUTORA

DEDICATORIA

A Dios, por darme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar esta etapa académica. Su guía ha sido el sostén en los momentos de dificultad y la luz en el camino hacia este logro.

A mis padres, **Darwin Borja y María Román**. Esta meta es tan mía como suya. Gracias por sus desvelos silenciosos, por cada sacrificio que nunca dijeron en voz alta pero que yo siempre vi reflejado en su mirada cansada y en sus manos incansables. Ustedes me enseñaron que los sueños se alcanzan con esfuerzo, con dignidad y con amor. Hoy celebro este logro con ustedes, porque sin su ejemplo y su fe en mí, nada de esto sería posible.

A mis abuelos, **Marcelo Borja (+), Luis Román, Beatriz Borja y Obdulia Mendoza**. Cada uno de ustedes ha sido raíz y guía en mi vida. De manera especial, a mi abuelo **Marcelo Borja (+)**. Aunque hoy no esté físicamente, sus palabras resuenan en mí como una promesa cumplida. Sé que desde el cielo sonríe al ver que aquel niño en quien creyó se ha convertido en el profesional que siempre supo que sería. Este triunfo también es suyo, pues siento su orgullo en este logro y sé que desde donde está celebra conmigo.

A mi hermano, **Josué Borja**, por ser compañero de vida y sostén en los momentos de cansancio. Gracias por cada palabra, cada gesto y cada instante en que tu apoyo me recordó que nunca camino solo.

A mi tía, **Yazmin Borja**, por creer en mí aun cuando yo mismo dudaba. Tus palabras de aliento me dieron fuerza en los momentos difíciles., y tu fe en mis capacidades me devolvió la fuerza para seguir.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme la vida, la salud y la fortaleza necesarias para culminar con éxito esta etapa académica.

A la **Universidad Nacional de Chimborazo**, y en especial a la **Facultad de Ingeniería** y a la **carrera de Agroindustria**, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente, brindarme conocimientos sólidos y ofrecer espacios de aprendizaje que hicieron posible la realización de este trabajo.

A la **Dra. Ana Mejía López**, tutora de esta tesis, por su valiosa guía, paciencia y compromiso. Su orientación constante no solo fue fundamental para el desarrollo de este trabajo, sino también para mi crecimiento académico y personal.

A los docentes de la carrera de Agroindustria, quienes con sus conocimientos y dedicación contribuyeron a mi formación académica. Al igual a mis compañeros y amigos, por su apoyo y compañía durante este proceso.

De manera muy especial, a mi amiga Dayanara Almeida que desde el primer día de la carrera estuvo a mi lado en todo: risas, noches de estudio y cada desafío que compartimos. Su amistad y confianza en mí siempre me alentaron a seguir adelante, y esos momentos quedarán siempre guardados en mi memoria.

Y a mi familia, por su respaldo incondicional, por sus sacrificios silenciosos y por ser mi mayor fuente de inspiración. Su amor y confianza me impulsaron a no rendirme, y este triunfo es también de ellos.

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

CERTIFICADO ANTIPLAGIO

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

RESUMEN

ABSTRACT

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....12

1.1 Antecedentes12

1.2 Problema.....13

1.3 Justificación14

1.4 Objetivos.....14

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....16

2.1 Marco referencial16

2.2 Marco teórico21

2.2.1 Malanga21

2.2.2 Almidón22

2.2.3 Almidones modificados24

2.2.4 Mayonesa25

2.2.5 Emulsión26

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....27

3.1 Tipo de Investigación.27

3.2 Diseño de la investigación27

3.2.1 Procedimiento de Extracción de Almidón28

3.2.2 Elaboración de mayonesa30

3.3 Técnicas de recolección de datos32

3.3.1 Registro de rendimiento de almidón extraído33

3.3.2 Evaluación fisicoquímica de los tratamientos de mayonesa.....33

3.3.3 Evaluación de aceptabilidad sensorial34

3.3.4 Análisis de calidad.....36

3.3.5 Análisis de estabilidad37

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra.....37

3.5 Procesamiento de datos y Métodos de análisis.....38

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	39
4.1 Resultados obtenidos de los procesos de extracción	39
4.1.1 Análisis de calidad del almidón	40
4.2 Elaboración de mayonesa empleando almidón de malanga.	40
4.3 Resultados de la evaluación de la estabilidad de la mayonesa	41
4.3.1 Pruebas de estabilidad.....	43
4.4 Resultados de la aceptabilidad sensorial	44
4.4.1 Estabilidad microbiológica del producto seleccionado	46
4.5 Propuesta de formulación de mayonesa empleando almidón de malanga	46
4.6 Pruebas de calidad de la formulación de mayonesa seleccionada	47
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES	49
BIBLIOGRÁFIA	50
ANEXOS.....	54

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Composición proximal de la malanga	22
Tabla 2 Comparación descriptiva entre el contenido nutricional de la malanga y otros tubérculos	22
Tabla 3 Métodos de Extracción de almidón	23
Tabla 4 Tipos de modificación de almidón	25
Tabla 5 Clasificación de mayonesa por su contenido de grasa	26
Tabla 6 Porcentaje de insumos empleados	30
Tabla 7 Parámetros de control de calidad en mayonesa	36
Tabla 8 Parámetros de control de estabilidad en mayonesa	37
Tabla 9 Comparación de métodos de extracción de almidón	39
Tabla 10 Control de calidad de almidón	40
Tabla 11 Porcentaje de insumos que variaron en las formulaciones empleadas	41
Tabla 12 Análisis fisicoquímico de las formulaciones de mayonesa elaboradas	42
Tabla 13 Resultados de las pruebas de estabilidad de las formulaciones de mayonesa	44
Tabla 14 Resultados de aceptabilidad sensorial	44
Tabla 15 Resultados de control microbiológico	46
Tabla 16 Propuesta de formulación de mayonesa empleando almidón de malanga	47
Tabla 17 Pruebas de calidad fisicoquímica de la formulación de mayonesa seleccionada	47
Tabla 18 Determinaciones microbiológicas de la formulación de mayonesa seleccionada	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Tipos de modificación de almidón.....	24
Figura 2 Diagrama de Extracción de Almidón de Malanga.....	29
Figura 3 Diagrama de elaboración de mayonesa.....	32
Figura 4 Ficha de Registro del Rendimiento de Almidón Extraído	33
Figura 5 Ficha de Registro de Datos Fisicoquímicos	34
Figura 6 Ficha de Evaluación de Aceptabilidad Sensorial.....	35
Figura 7 Extracción de almidón.....	54
Figura 8 Métodos utilizados en la identificación y recuperación del almidón de malanga	54
Figura 9 Pregelatinización de almidón.....	55
Figura 10 Análisis de calidad de almidón	55
Figura 11 Elaboración de mayonesa	55
Figura 12 Análisis fisicoquímico de mayonesa.....	56
Figura 13 Análisis microbiológicos de mayonesa.....	57
Figura 14 Resultados de análisis de grasa.....	58
Figura 15 Recolección de datos de extracción	59
Figura 16 Recolección de datos de estabilidad.....	60
Figura 17 Recolección de datos de aceptabilidad.....	61

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo extraer almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) y evaluar su aplicación como sustituto de almidones modificados en la elaboración de mayonesa. El trabajo se desarrolló con un enfoque experimental y cuantitativo, cumpliendo tres fases principales: extracción del almidón por vía húmeda, elaboración de formulaciones de mayonesa con distintas concentraciones de almidón, y evaluación de parámetros fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales del producto final. Para la extracción se incluyó la desintegración del tubérculo mediante licuado, rayado y precocido. El método de licuado mostró el mayor rendimiento ($28,03 \pm 3,38\%$), en comparación con rayado ($14,43 \pm 1,33\%$) y precocido ($8,31 \pm 1,20\%$), para los lavados hubo un consumo de agua de ≈ 1 330 ml en 100 gramos de muestra. Con el almidón obtenido se elaboraron seis formulaciones de mayonesa (T0–T5) con concentraciones de 0 – 0,5; 1;-4 y 10 % de almidón de malanga. Luego se evaluaron los tratamientos, donde la formulación T4 (4 %) mantuvo la mejor estabilidad, con una viscosidad de $8\,610,67 \pm 49,70\text{ mPa}\cdot\text{s}$, un pH de $3,70 \pm 0,04$, una acidez de $0,42 \pm 0,02\%$, grasa de $45,96 \pm 0,11\%$, humedad de $34,74 \pm 0,04\%$ y las cenizas de $2,04 \pm 0,03\%$. Además estos valores se mantuvieron dentro de los rangos establecidos para este tipo de producto. Asimismo, la emulsión se mantuvo estable durante el periodo de prueba de 30 días. Adicional a ello, los análisis microbiológicos validaron la inocuidad de la mayonesa al encontrarse dentro de los límites establecidos por la normativa INEN 2295, manteniendo una ausencia de microorganismos patógenos y niveles aceptables de microorganismos indicadores. A continuación se realizó una evaluación sensorial con 35 panelistas no entrenados, siendo T4 la formulación que alcanzó un puntaje global de $4,69 \pm 0,25$ en una escala hedónica de 5 puntos, con una aceptación mayor al 85 %. En conclusión, el almidón de malanga es una alternativa natural a los almidones modificados en emulsiones de tipo mayonesa, manteniendo estabilidad, la calidad sensorial y sin comprometer la inocuidad. Por ello, su uso no solo aporta valor agregado a la malanga, sino que también ayuda a la búsqueda de insumos locales más sostenibles en la agroindustria.

Palabras claves: Almidón de Malanga, Extracción, Mayonesa, Propiedades fisicoquímicas, Análisis sensorial, Inocuidad, Agroindustria

ABSTRACT

This research aimed to extract starch from malanga (*Colocasia esculenta*) and evaluate its application as a substitute for modified starches in the production of mayonnaise. The study was conducted using an experimental and quantitative approach, comprising three main phases: wet-process starch extraction, preparation of mayonnaise formulations with different starch concentrations, and evaluation of the physicochemical, microbiological, and sensory parameters of the final product. The extraction process included tuber disintegration through blending, grating, and precooking. The blending method showed the highest yield ($28.03 \pm 3.38\%$), compared to grating ($14.43 \pm 1.33\%$) and precooking ($8.31 \pm 1.20\%$). For the washing steps, water consumption reached approximately 1,330 mL per 100 grams of sample. Using the extracted starch, six mayonnaise formulations (T0–T5) were prepared with malanga starch concentrations of 0 – 0.5; 1; 4; and 10 %. The treatments were subsequently evaluated, and formulation T4 (4 %) exhibited the best stability, with a viscosity of $8,610.67 \pm 49.70$ mPa·s, pH of 3.70 ± 0.04 , acidity of $0.42 \pm 0.02\%$, fat content of $45.96 \pm 0.11\%$, moisture of $34.74 \pm 0.04\%$, and ash content of $2.04 \pm 0.03\%$. Additionally, these values remained within the ranges established for this type of product. The emulsion also remained stable throughout the 30-day testing period. Moreover, microbiological analyses confirmed the safety of the mayonnaise, as the results complied with the limits established by INEN Standard 2295, showing an absence of pathogenic microorganisms and acceptable levels of indicator microorganisms. A sensory evaluation was then conducted with 35 untrained panelists, in which T4 obtained an overall score of 4.69 ± 0.25 on a five-point hedonic scale, with an acceptance rate greater than 85 %. In conclusion, malanga starch represents a natural alternative to modified starches in mayonnaise-type emulsions, maintaining stability, sensory quality, and safety. Therefore, its use not only adds value to malanga but also contributes to the search for more sustainable local ingredients in the agro-industrial sector.

Keywords: Malanga Starch, Extraction, Mayonnaise, Physicochemical Properties, Sensory Analysis, Safety, Agroindustry



Reviewed by:

Lic. Sandra Abarca Mgs.

ENGLISH PROFESSOR

C.C. 0601921505

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.1 Antecedentes

El almidón es un carbohidrato abundante en la naturaleza, renovable y biodegradable; constituye el polisacárido de reserva energética más abundante en las plantas, se encuentra presente de manera natural en forma de gránulos en los cloroplastos de hojas verdes y amiloplastos de semillas, legumbres, y tubérculos. A nivel molecular, está conformado por dos moléculas distintas: amilosa y amilopectina (Rai et al., 2019).

El almidón es tan versátil que tiene diversas aplicaciones en la industria alimentaria ya sea en la producción de alimentos o como aditivo (espesante, espumante, hidrocoloide); además puede utilizarse en la industria textil por sus propiedades termoplásticas (Trejo et al., 2024).

Uno de los tubérculos que contiene este polisacárido es la malanga (*Colocasia esculenta*), conocida también como taro, se cultiva en regiones tropicales y subtropicales a nivel mundial. Se origina del sudeste asiático, su cultivo se ha expandido a diversas áreas, incluyendo el Caribe, África, Oceanía y América Latina, donde se considerado como un alimento básico debido a su alto valor nutricional y su versatilidad (Flores et al., 2023).

La malanga llegó a Ecuador hace aproximadamente tres décadas, llegando desde Costa Rica a la costa ecuatoriana, en las provincias de Santo Domingo de los Tsáchilas y Manabí, luego se extendió hacia la Amazonía, a las provincias de Sucumbíos y Orellana, según la información recolectada por García (2024), en una entrevista con Carlos Zambrano y Angélica Almeida, quienes lograron introducir la malanga ecuatoriana en el mercado internacional.

El Productor, (2021) indica que, en Ecuador, el área dedicada al cultivo de malanga está entre las cuatro mil y cinco mil hectáreas aproximadamente. Estos valores se indican en lo mencionado por Roberto Flor, siendo el primer exportador de malanga del país y fundador de la empresa exportadora “FEnterprise S.A.”, ubicada en la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. Flor explicó que en sus cultivos logran sacar unas 600 cajas por hectárea, y en cuanto a los ingresos, una caja de 40 libras de su producto se vende a un precio entre \$14 y \$24, variando en base de la calidad de la cosecha.

Por otra parte, para la extracción del almidón de malanga se han desarrollado varios métodos de extracción y diversas aplicaciones en la industria alimentaria. Dorantes et al. (2024) indica que los métodos de extracción varían desde procedimientos tradicionales, que incluyen el lavado y rallado de los tubérculos, procesos de decantación y secado al aire y hasta técnicas más sofisticadas que utilizan reactivos químicos para su extracción.

Torres et al. (2015) menciona que el almidón de malanga puede sustituir a féculas utilizada como sustancia de relleno en embutidos. Por otra parte, en productos como la

mayonesa, puede sustituir al contenido de aceite desempeñándose como estabilizante de emulsiones y manteniendo la textura del producto final.

Por las propiedades y usos que presentan este almidón se investiga la reducción del aceite en la elaboración de una mayonesa, siendo este producto una emulsión que requiere agentes espesantes para mantener su estabilidad durante el almacenamiento y los almidones modificados han sido de ayuda para cumplir esta función.

1.2 Problema

La mayonesa comercial es una salsa ampliamente consumida que contiene más del 65 % de aceite en su formulación (Román, 2015). Para reducir su contenido graso y sin perder sus propiedades sensoriales, la industria alimentaria ha introducido muchos agentes espesantes, entre ellos los almidones modificados. Estos compuestos se obtienen mediante tratamientos físicos, químicos o enzimáticos, para mejorar la textura y estabilidad de los alimentos (Palomo, 2024).

Por otra parte, en Ecuador y otros países andinos de Sudamérica existe un recurso agrícola subutilizado: la malanga. Este tubérculo nativo presenta un alto contenido de almidón y un valor nutricional (Sánchez et al., 2023). Sin embargo, su uso en la agroindustria ecuatoriana es aún limitado. Además, la malanga es rica en almidón y puede emplearse para producir harina y almidón, y su uso en diversas aplicaciones alimentarias.

Asimismo, Venegas & Hernández, (2020) han señalado que productos nativos de malanga poseen buen potencial para añadir valor agregado y para sustituir harinas y almidones en productos procesados. Pese a ello, hay desconocimiento sobre la aplicación del almidón de malanga en la industria alimentaria, y especialmente en formulaciones de mayonesa comercial.

El problema radica en la dependencia de almidones modificados en alimentos, pese que varios consumidores mantienen una imagen negativa de ello (Palomo, 2024). A su vez, existe el desaprovechamiento de un cultivo local como la malanga, que podría proporcionar almidón nativo funcional y sostenible, y el alto consumo de grasa en las mayonesas, las cuales afectan negativamente a la salud de los consumidores.

A pesar de su alto potencial como recurso local, el uso de la malanga en la agroindustria ecuatoriana es muy limitado, por lo que el problema de esta investigación está en la necesidad de buscar alternativas locales a los almidones modificados en productos como la mayonesa. Con ello, surge la interrogante de si el almidón extraído de malanga podría reemplazar efectivamente a los almidones modificados en la elaboración de mayonesas comerciales, manteniendo calidad y estabilidad.

1.3 Justificación

La malanga presenta un alto contenido de almidón y valor nutricional (Sánchez et al., 2023). Estudios indican que la malanga es rica en almidón y puede emplearse para diversas aplicaciones agroindustriales.

Asimismo, hoy en día, los consumidores valoran cada vez más los productos con etiqueta clean, que emplean ingredientes reconocibles y de origen natural (Gerrit, 2025). En ese sentido, el almidón de malanga es una alternativa para desarrollar una mayonesa más sana, ya que reduce la cantidad de grasa en su formulación, dando una mayor confianza a los consumidores en cuanto a ingredientes utilizados y su salud.

Ademas, los consumidores latinoamericanos prefieren alimentos frescos, orgánicos y con una funcionalidad. Por ello, la malanga, al ser naturalmente libre de gluten y rica en fibra y almidón, podría apotar a productos alimenticios con beneficios nutricionales adicionales (Román, 2015).

Venegas & Hernández (2020) han señalado que productos nativos de malanga poseen buen potencial para añadir valor agregado y para sustituir harinas y almidones en productos procesados. Pese a ello, hay desconocimiento sobre la aplicación del almidón de malanga en la industria alimentaria, y menos aún en la formulación de mayonesa comercial.

Por otra parte, el uso de malanga sería beneficioso para la salud ya que Shacknai (2022) menciona que el tubérculo tiene un alto contenido de fibra, es rico en vitamina B, mantiene una buena fuente de carbohidratos y que, a diferencia de los almidones, el almidón de malanga no contiene gluten, lo que lo hace accesible a personas con alergias o sensibilidad al gluten.

En ecuador el consumo de malanga es super bajo, por desconocimiento del producto, este es mayormente exportado hacia los Estados Unidos o países europeos. El Productor (2021) en su reportaje “Ecuador primer exportador de malanga a EE.UU.” indica que el consumo de malanga en el país es apenas del 5%, ya que el 95% es exportado hacia los Estados Unidos de América y el mercado Europeo, esto fue manifestado por el Roberto Flor, dueño de la empresa exportadora de malanga “FGenterprise.S.A”, ubicada en la Provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas.

1.4 Objetivos

General

Extraer almidón de malanga (*Colocasia esculenta*) para su aplicación en la elaboración de mayonesa como sustituto de almidones modificados.

Específicos

- Extraer almidón de malanga por proceso de vía húmeda con diferentes métodos de desintegración mecánica del tubérculo.
- Definir la formulación más adecuada para la elaboración de mayonesa empleando almidón de malanga.
- Realizar pruebas de calidad, estabilidad y aceptabilidad sensorial del producto final.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1 Marco referencial

En el estudio “Extracción de almidón de papa (*Solanum tuberosum*), yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomoea batatas*)” realizado por Coronel & Chipana (2022) se buscó establecer el mejor procedimiento para la extracción de almidón de tres tubérculos: papa, yuca y camote. La investigación buscó maximizar la cantidad de almidón extraído. Para ello, utilizaron el método de extracción por vía húmeda, en el que se realizaron tres extracciones sucesivas. En el primer ciclo de extracción, se logró la mayor cantidad de almidón, la cual fue disminuyendo progresivamente en las extracciones posteriores. Los resultados obtenidos fueron 97.20 g de almidón de papa, 204.00 g de almidón de yuca y 95.10 g de almidón de camote a partir de 1 kg de cada tubérculo. Estos resultados demuestran la eficacia del proceso inicial de extracción.

García (2015) investigó el uso de almidón extraído de tubérculos andinos como la oca y el camote, con el objetivo de darles valor agregado y usos diferentes a su consumo tradicional. En primer lugar, realizó un preensayo utilizando almidón de oca para determinar la formulación que tendría una mayor aceptación sensorial. Por otra parte, realizó tres formulaciones de cerveza artesanal en las que sustituyó la malta por almidón de oca y camote en proporciones de 25%, 50% y 75%. Además, la investigación también presentó la extracción y el análisis de las propiedades del almidón de los diferentes tubérculos. Por otra parte, las cervezas elaboradas con estos almidones fueron sometidas a análisis físicos, químicos y sensoriales. Finalmente como resultado, se seleccionó la formulación que tuvo la mayor aceptación entre los panelistas, y el estudio demostró que el almidón de tubérculos andinos puede ser una alternativa para sustituir la malta en la fabricación de cerveza artesanal.

Mendoza et al. (2020) realizaron la reformulación de una mayonesa comercial con el fin de disminuir su contenido de grasa sin alterar sus características sensoriales ni fisicoquímicas. Para ello agregaron un almidón modificado de maíz Snow Flake de tipo pregelatinizado, el cual permitió sustituir parte de la grasa de la mayonesa. Además, con ello se logró reducir un 15 % de grasa respecto a la formulación comercial, y los dos grupos de panelistas evaluados prefirieron la mayonesa reformulada en lugar de las dos alternativas comerciales presentada. Asimismo, el uso del almidón pregelatinizado se concluyó como una ventaja, ya que su gelificación instantánea disminuyó el tiempo de preparación en un 98 %, dando un ahorro grande de tiempo y energía durante el proceso de producción.

En el estudio “Comparación de dos métodos de extracción de almidón de *Colocasia esculenta* (malanga blanca) para la obtención de un polímero biodegradable” realizado por Heredia & Pulgar (2019) emplearon almidón extraído de malanga para la fabricación de un polímero biodegradable. Para ello, se utilizó un proceso de extracción con ácido cítrico al 3% y agua destilada. El trabajo fue realizado mediante un diseño experimental de bloques

completamente al azar, incluyó la adición de sustancias como carboximetilcelulosa, glicerina y ácido acético en proporciones variables, con el fin de modificar las propiedades del almidón. Los resultados mostraron que los prototipos obtenidos tenían características similares a los polímeros convencionales, pero con la ventaja de ser biodegradables, lo que abre nuevas posibilidades para su aplicación en la fabricación de materiales sostenibles y ecológicos.

Zúñiga (2019) en su investigación “Extracción y análisis comparativo de las características del almidón de malanga (*Xanthosoma Sagittifolium*), yuca (*Manihot Esculenta*) y papa china (*Colocasia Esculenta*)”, evaluó dos métodos de extracción de almidón: decantación y centrifugación. La investigación tuvo como finalidad comparar las propiedades fisicoquímicas y funcionales del almidón extraído de tres tubérculos cultivados en el Ecuador, mediante análisis de humedad, fibra, proteínas, índice de solubilidad, poder de hinchamiento, claridad de la pasta, entre otros. Los resultados mostraron que el método de centrifugación permitió obtener almidones con menores porcentajes de humedad y mejores características de calidad. Especialmente el almidón de malanga presentó altos niveles de proteína y fibra, lo que indica su viabilidad en la agroindustria frente a otros tubérculos.

En el estudio realizado por Torres et al. (2015) se investigó el efecto de sustituir harina de trigo por almidón de malanga en la producción de salchichas Frankfurt, utilizando tres formulaciones de salchichas Frankfurt, sustituyendo harina de trigo por almidón de malanga en proporciones de 50%, 75% y 100%. Además, los investigadores encontraron que todos los tratamientos con almidón de malanga presentaron menores pérdidas por cocción en comparación con el producto control. Por lo tanto, esto demuestra que el almidón de malanga no solo es útil como aglutinante, sino también como un ingrediente útil para mejorar la textura y la estabilidad de las emulsiones cárnicas. (Torres Rapelo et al., 2015).

En la investigación “Obtención de Almidón de Malanga: *Colocasia esculenta L.* y *Xanthosoma sagittifolium L.*, mediante la aplicación de tres métodos químicos” realizado por Sánchez et al. (2023) se realizó la obtención de almidón a partir de las variedades de malanga (*Colocasia esculenta L.* y *Xanthosoma sagittifolium L.*) mediante el uso de tres métodos químicos de extracción: ácido cítrico, ácido clorhídrico y ácido fosfórico. Por ello, se utilizó un proceso combinado de decantación y centrifugación, con el fin de aumentar el rendimiento del almidón. Finalmente, los resultados mostraron que el almidón de malanga blanca, con el uso de ácido cítrico y centrifugación, alcanzó un rendimiento de almidón del 29,34%, mientras que el almidón de malanga lila, tratado con ácido fosfórico y decantación, presentó un mayor contenido de fibra (0,68%).

Román et al. (2024) realizó un estudio sobre el proceso de secado de rodajas de malanga utilizando una tecnología híbrida de secado asistido por infrarrojo (IR) y aire caliente (AC), con el objetivo de mejorar la eficiencia del proceso y la calidad del producto final. Se evaluó el impacto de la temperatura (60 y 65 °C) en el tiempo de secado, la

reducción del contenido de humedad y la velocidad de secado. El modelo matemático que mejor describió la cinética de secado fue el de Page, con un coeficiente de determinación R^2 de 0,980. Además, se observó que el tratamiento con IR no causó cambios drásticos en el color de las rodajas de malanga durante el proceso de secado, a diferencia del secado convencional por aire caliente, que provocó un oscurecimiento significativo en las muestras. Finalmente, los autores indicaron que el uso del secado secuencial por infrarrojo ayudó a una mayor evaporación del agua sin arrastrar solutos, lo que permitió obtener rodajas de malanga con una textura más crujiente, esto se debe también a tiempos mayores de exposición al IR y a láminas de menor grosor, permitiendo mejorar la crocancia del producto deshidratado.

Álvarez et al. (2015) realizaron la extracción de almidón de malanga, con el fin de obtener un producto natural que pudiera ser utilizado por consumidores de manera accesible y sin el uso de aditivos, preservantes o procesos químicos. Inicialmente, el almidón se obtuvo mediante sedimentación y se aplicó una prueba de presencia de almidones para confirmar la naturalidad. Posteriormente, los autores realizaron un atol utilizando el almidón extraído, con el fin de ver su funcionamiento como sustituto de los almidones comúnmente utilizados. Finalmente, se presentó una propuesta de industrialización y comercialización del almidón, con el fin de que la malanga pueda considerarse como una alternativa frente a almidones conocidos como los de yuca, papa, tapioca o maíz.

Espinosa et al. (2021) evaluaron la viabilidad de obtener almidón resistente tipo III (RS3) a partir de harina de malanga mediante un tratamiento hidrotérmico en autoclave. Inicialmente, incluyó la caracterización fisicoquímica del RS3 obtenido, tomando en cuenta la composición química, los atributos de color y las propiedades térmicas, además de la determinación del contenido de almidón total, disponible, resistente y resistente retrogradado mediante análisis enzimáticos *in vitro*. Asimismo, se produjo RS3 a partir de almidón de maíz commercial y los autores observaron que la harina de malanga nativa mostró un comportamiento distinto al del almidón de maíz en varias de las evaluaciones. Sin embargo, el RS3 obtenido de ambas fuentes mantuvo características térmicas y morfológicas similares, lo que podría relacionarse con la similitud en el contenido y peso molecular de amilosa. Finalmente, los rendimientos de obtención fueron de ($\approx 89\%$), indicando que la harina de malanga es una materia prima es útil para producir RS3 con rendimientos adecuados.

En el estudio “Explorando el potencial del taro (*Colocasia esculenta*) Almidón: avances recientes en modificación, beneficios para la salud y aplicaciones en la industria alimentaria” realizado por Kumar et al. (2024) se presentó el potencial del taro como fuente de almidón funcional para la industria alimentaria. El tubérculo presenta un alto contenido de almidón (70–80 % en base seca) y una estructura granular fina (1–5 μm), lo que favorece una mayor absorción de agua, baja temperatura de gelatinización y mejores propiedades de hinchamiento. La investigación llevó a cabo diversos métodos de modificación del almidón, como tratamientos físicos (autoclave, secado por microondas), químicos (acetilación, oxidación) y enzimáticos, que permiten mejorar su funcionalidad. Estas modificaciones

afectaron directamente características como la viscosidad, cristalinidad, digestibilidad y estabilidad térmica, indicando su aplicabilidad como espesante, gelificante y estabilizante en productos procesados.

Bidari et al. (2023) investigó el uso del almidón extraído de la cáscara de taro (TPS) como materia prima para la elaboración de películas biodegradables, mediante la técnica de colada y utilizando un diseño experimental de superficie de respuesta, con ello se evaluaron diferentes concentraciones de almidón y glicerol para analizar sus efectos sobre propiedades físico-mecánicas, de barrera y térmicas de las películas formadas. Además, los resultados mostraron efectos positivos del TPS plastificado con glicerol sobre el espesor, opacidad, contenido de humedad y permeabilidad al vapor de agua, alcanzando espesores de hasta 0,088 mm y una degradación completa en solo cinco días en condiciones simuladas de suelo compostado y agua de río. Finalmente, el análisis de rayos X reveló una estructura amorfa predominante en las películas, y las pruebas térmicas indicaron una pérdida de masa del 75–80 % entre los 300–400 °C, asociada a la descomposición de sacáridos. Por ello, algunas propiedades mecánicas como la resistencia a la tracción no mostraron mejoras significativas, sin embargo, el estudio indicó el potencial del almidón de cáscara de taro como un polímero renovable, biodegradable y de bajo costo.

Boahemaa et al. (2024) analizaron las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la harina y el almidón de dos variedades de taro (KA/019 y BL/SM/16) para evaluar su uso en alimentos. Inicialmente, los resultados mostraron diferencias en su composición, excepto en fibra y energía, y un mayor rendimiento de harina en KA/019 (76 %) frente a BL/SM/16 (50 %). Además, ambas variedades presentaron un alto contenido de amilopectina (\approx 89 %), lo que explicó su elevada capacidad de absorción de agua. Asimismo, el análisis de rayos X identificó un patrón cristalino tipo A en ambos almidones, sin diferencias en su comportamiento pastoso. Finalmente, el procesamiento afectó sus propiedades bioactivas, por ello, los autores concluyeron indicando que estas harinas y almidones poseen características adecuadas para su uso en productos alimentarios.

Timgren et al. (2015) estudiaron la capacidad de distintos gránulos de almidón para estabilizar emulsiones tipo Pickering, utilizando almidones de quinua, arroz, maíz y variedades cerasas de arroz y cebada. Inicialmente, fueron evaluados en su estado nativo, tras tratamientos térmicos y con modificación OSA. Posteriormente, el estudio mostró que la quinua, debido a su pequeño tamaño de gránulo, presentó la mejor capacidad para estabilizar las gotas de aceite, especialmente cuando fue modificada hidrofóbicamente. Además, la ausencia de sal y el uso de concentraciones más altas de almidón ayudaron a la disminución del tamaño de las gotas. Asimismo, las emulsiones permanecieron estables durante más de dos años sin cambios en el tamaño de las gotas, lo que se debe al espesor de la capa de almidón adsorbido.

En el estudio “Métodos de extracción de almidón en tubérculos y raíces: una revisión sistemática” realizado por Dorantes et al. (2024) se analizó la comparación de diversos

métodos de extracción de almidón en tubérculos y rizomas. Además el estudio indicó que el rendimiento de extracción varía ampliamente (entre 10 % y 65 %), dependiendo del método y del tipo de materia prima. Por ello, se presentaron procedimientos como la molienda húmeda y seca, los tratamientos enzimáticos, el uso de disolventes alcalinos como NaOH, y tecnologías emergentes como el ultrasonido y los campos eléctricos pulsados. Asimismo, se indicó que cada método presenta ventajas y limitaciones, siendo la elección del proceso un factor importante en la calidad y funcionalidad del almidón obtenido. Por otra parte, el estudio también analizó parámetros críticos como la pureza del almidón, su capacidad de hinchamiento, la viscosidad, y la presencia de compuestos no deseados, como mucílagos en algunos tubérculos. Asimismo, se indicó que procesos combinados, que integran disolventes, tratamiento mecánico y enzimático, pueden mejorar mucho el rendimiento y las propiedades funcionales del almidón extraído.

En la investigación “Una revisión concisa sobre el mucílago del taro: técnicas de extracción, composición química, caracterización, aplicaciones y propiedades saludables” realizado por Tosif et al. (2022) se presentó el mucílago de taro como un biopolímero vegetal con varias aplicaciones industriales. En cuanto a este compuesto natural, presente en alta proporción en el taro, posee propiedades funcionales como la capacidad de retener agua y aceite, hincharse, y actuar como espesante, aglutinante y emulsionante. Por ello, tales características lo convierten en un ingrediente de interés. Además, se mencionan múltiples técnicas de extracción, como el uso de agua fría con etanol, la ultra sonicación, microondas y métodos por enzimas, siendo algunas de ellas más rentables y accesibles que otras. En conclusión, la extracción acuosa con precipitación alcohólica resalta más por su eficiencia y bajo costo. Finalmente, el estudio indica la función del mucílago como sustituto de grasa en panadería, agente antioxidante, y recubrimiento comestible.

Campos et al. (2021) desarrolló un aderezo tipo mayonesa a base de soya, empleando almidón pregelatinizado y una mezcla de hidrocoloides como agentes estabilizantes. Para definir la formulación óptima se utilizó un diseño de superficie de respuesta tipo D-optimal, evaluando atributos sensoriales como la consistencia y la calidad global. A partir de los resultados estadísticos, se elaboró el producto a escala piloto, el cual fue envasado tanto en frascos de vidrio como en potes plásticos para estudiar su comportamiento en almacenamiento. Durante este período se realizaron análisis físicos, químicos y microbiológicos, enfocándose también en variables como la separación de fases, la rancidez y la percepción sensorial general. La formulación final incluyó aceite (30 %), pasta de soya (25 %), vinagre (10 %), azúcar (4 %), sal (2 %), almidón pregelatinizado (1,9 %), goma guar (0,21 %), goma xantana (0,09 %), ácido cítrico (0,19 %), sorbato de potasio (0,10 %) y agua (26,51 %). En cuanto a la aceptación sensorial, el 80 % de los evaluadores indicó que le agradó mucho el producto. Además, se reportó una vida útil de 117 días en frascos de vidrio y de 82 días en potes plásticos, con costos de producción viables, lo cual demuestra la efectividad de la formulación propuesta.

En el estudio “Reología y estabilidad de emulsiones Pickering a base de mayonesa estabilizadas con gránulos de almidón de arroz modificado como emulsionante de origen vegetal.” realizada por Taghavi et al. (2024), se estudió la estabilidad y comportamiento reológico de emulsiones tipo mayonesa elaboradas con almidón de arroz modificado como estabilizante natural. El estudio presento que a una concentración de 200 mg/mL, este almidón permitió obtener un índice de emulsión del 100 %, con alta viscosidad y sin separación de fases durante el almacenamiento. Los autores explican que los gránulos de almidón actúan como partículas estabilizantes en la interfaz aceite-agua, formando una barrera física que impide la coalescencia de las gotas de grasa, lo que contribuye a mantener la uniformidad de la emulsión sin necesidad de emulsionantes sintéticos.

Ingrassia (2020) en su investigación, evaluó el comportamiento fisicoquímico y sensorial de una mayonesa elaborada con aceite de oliva virgen variedad Frantoio, con el objetivo de desarrollar un producto más saludable y funcional. Además, el aceite utilizado presentó un alto contenido de ácido oleico (66,9%) y de polifenoles (141,3 mg/kg), lo que contribuyó a la estabilidad oxidativa del producto. Asimismo, se analizó parámetros como el índice de peróxidos, la acidez, el pH y la textura durante el almacenamiento, observando resultados positivos en cuanto a estabilidad y conservación. Finalmente, esta investigación también indica cómo el tipo de aceite incide no solo en las propiedades tecnológicas del alimento, sino también en sus características organolépticas.

2.2 Marco teórico

2.2.1 Malanga

Colocasia esculenta, conocida como malanga, es una especie tropical perenne que se cultiva principalmente por su cormo. Mantiene botánica con otros géneros como *Xanthosoma* y *Caladium*. Su origen se ubica en Asia, aunque su llegada al continente americano se relaciona con la introducción realizada por las comunidades africanas esclavizadas (Mazariegos Sánchez et al., 2017).

Desde el punto de vista taxonómico, forma parte de la familia Araceae. Para alcanzar un óptimo crecimiento, esta planta necesita de ambientes cálidos con alta pluviosidad entre 1800 y 2500 mm por año, temperaturas de 25 °C a 35 °C y buena radiación solar. En cuanto a su composición, los análisis destacan que los carbohidratos son el componente mayoritario, representando alrededor del 59.36% (Púa et al., 2019).

En la Tabla 1 se expone de manera más detallada el análisis proximal de la malanga:

Tabla 1*Composición proximal de la malanga*

Parámetro	Media (%)	Desviación estándar	Varianza	Desviación estándar relativa (%)	Intervalo de confianza
Proteína	24.991	0.084	0.007	0.339	24.687±25.294
Ceniza	7.650	0.025	0.000	0.328	7.560±7.740
Fibra bruta	4.882	0.020	0.000	0.420	4.808±4.955
Grasa	0.530	0.002	4.333	0.393	0.522±0.537
Humedad	2.594	0.022	0.000	0.859	2.515±2.674
Carbohidratos	59.359	0.194	0.037	0.327	58.684±60.054

Nota. Adaptado de "Análisis de nutrientes de la raíz de la malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en el Trópico Seco de Colombia", por Púa et al., 2019

Por otra parte, en la Tabla 2 se presenta la comparación entre el contenido nutricional de la malanga y otros tubérculos:

Tabla 2*Comparación descriptiva entre el contenido nutricional de la malanga y otros tubérculos*

Alimento	Kcal	Proteína (g)	Carbohidratos (g)	Grasa (g)	Calcio (g)
Malanga	107	2.1	22.1	1.1	19.0
Camote	90	1.2	21.1	0.1	25.0
Papa	93	1.9	21.1	0.1	4.0
Yuca	153	0.9	37.1	0.1	7.0

Nota. Adaptado de "Análisis de nutrientes de la raíz de la malanga (*Colocasia esculenta* Schott) en el Trópico Seco de Colombia", por Púa et al., (2019)

2.2.2 Almidón

Villaroel et al. (2018) indican que el almidón es la principal fuente de hidratos de carbono en la dieta humana, representa el polisacárido de almacenamiento más abundante en las plantas. Su presencia se da naturalmente en forma de gránulos en los cloroplastos de hojas verdes, así como en los amiloplastos de semillas, legumbres y tubérculos. A nivel molecular, el almidón nativo se compone de dos componentes distintos: la amilosa y la amilopectina. La amilosa, un polímero lineal, constituye típicamente entre el 15% y el 20% del almidón, mientras que la amilopectina, una molécula ramificada más grande, representa el componente principal de este polisacárido.

La amilosa es un polisacárido de estructura lineal formado por unidades de glucosa unidas por enlaces α -1,4. Su forma tiende a verse como una hélice compacta, donde los grupos hidroxilo orientados hacia el exterior permiten la formación de puentes de hidrógeno entre cadenas vecinas. Esto le da una naturaleza menos soluble y favorece la formación de complejos con moléculas hidrofóbicas, como ácidos grasos o lípidos simples, los cuales pueden quedar atrapados dentro de la hélice (Dávila, 2015).

Heredia & Pulgar (2019) indican el almidón exhibe varias propiedades, entre las cuales destaca su capacidad de gelificación que posibilita su moldeado. Puede derivarse de diversas fuentes como maíz, papa, trigo, yuca, caña, entre otros, y se encuentra en concentraciones que varían entre el 20% y el 70% de la composición polimérica. El almidón se utiliza tanto en su estado nativo como modificado, y presenta propiedades fundamentales como la gelatinización, desestructuración, biodegradación y retrogradación.

Por otra parte, las técnicas o métodos utilizados para la extracción de almidón son variados, llevando a cabo métodos tradicionales, mecánicos y nuevos. Además, estos incluyen la vía húmeda, la vía seca, la extracción química y enzimática, así como las técnicas más recientes, como el ultrasonido y los campos eléctricos pulsados (Dorantes et al., 2024).

Entre los principales se encuentran los métodos tradicionales de extracción por medio seco y húmedo, como lo exponen Carrasco & Vásquez (2018) en la siguiente tabla:

Tabla 3
Métodos de Extracción de almidón

Método de extracción	Descripción	Características principales
Seco	Se basa en moler el tubérculo una vez deshidratado, obteniendo harina que luego se tamiza para separar el almidón. El proceso incluye operaciones intermedias que permiten mejorar la eficiencia y lograr un producto final con buena calidad y libre de compuestos no deseados.	<ul style="list-style-type: none"> Ocupa molienda y tamizado. No necesita grandes cantidades de agua. Permite obtener un almidón más estable.
Húmedo	Consiste en triturar el tubérculo y, mediante un medio líquido, eliminar los componentes más grandes como fibras y proteínas. Después se separa el agua por decantación y se lava el sedimento para retirar impurezas, obteniendo finalmente un almidón más puro que se seca para su conservación.	<ul style="list-style-type: none"> Emplea agua para separar impurezas. Remueve fibras y proteínas. Genera almidón de mayor pureza

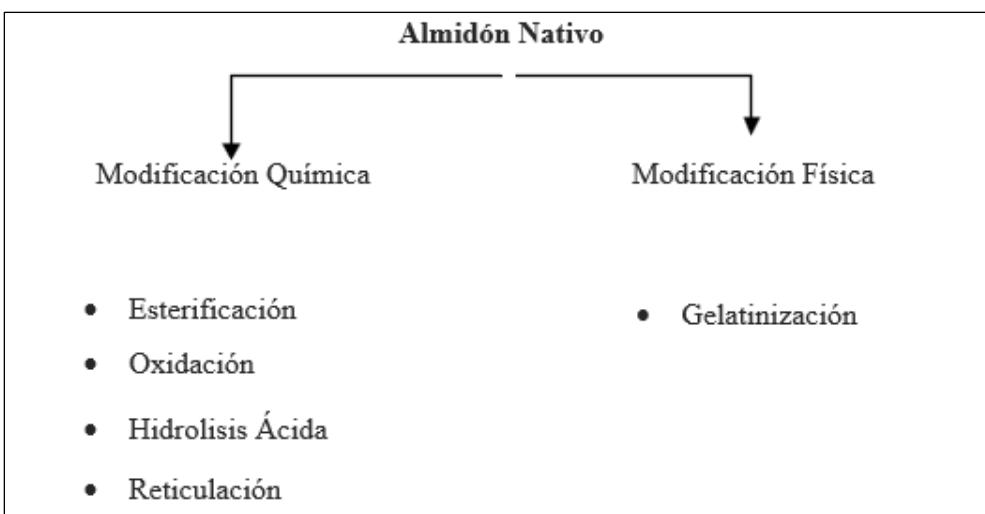
Nota. Tomado de "Extracción de Almidón", por Carrasco & Vásquez (2018).

2.2.3 Almidones modificados

Dergal (2015) especifica que los almidones modificados son aquellos que han experimentado cambios en su estructura química para mejorar sus propiedades funcionales, adaptándolos a diversas necesidades de la industria alimentaria. Estos almidones se usan en múltiples aplicaciones, como la espesante, estabilizante, humectante y aglomerante, y también se utilizan como anti-humectantes y transportadores en procesos industriales, como el secado de pigmentos. Su principal ventaja está en su capacidad para adaptarse a diversas condiciones, como variaciones de pH, presencia de sales y la interacción con otros ingredientes en la formulación de productos alimenticios.

Delgado (2018) indica que la modificación de almidones se da por métodos físicos y químicos presentados en la siguiente figura 1.

Figura 1
Tipos de modificación de almidón



Nota. Adaptado de "Aplicaciones de almidones nativos y modificados en la industria láctea y cárnica", por Delgado, 2018

Como se muestra en la Figura 1, el almidón puede modificarse de varias maneras para mejorar sus propiedades y adaptarlo a diferentes aplicaciones en la industria. Delgado (2018) describe los principales tipos de modificación del almidón los mismos que se indican en la tabla 4:

Tabla 4*Tipos de modificación de almidón*

Tipo de modificación	Descripción del proceso	Características
Gelatinización	Se lleva a cabo una cocción y secado del almidón previamente gelatinizado.	Se hincha con agua fría y útil en productos instantáneos como: salsas, cremas, espumas, pastas untables,etc.
Hidrólisis ácida	Se calienta una suspensión de almidón al 40 % en presencia con HCl o H ₂ SO ₄ a < 55 °C durante varias horas.	Permite ajustar la viscosidad deseada en el almidón.
Esterificación	Se introduce grupos éster o éter en la molécula de almidón para estabilizar la viscosidad.	Presenta una viscosidad estable, menor temperatura de gelatinización, produce pastas transparentes, viscosas y sin retrogradación. Además tiene buena estabilidad en congelación/descongelación.
Oxidación	Se utiliza hipoclorito de sodio para oxidar hidroxilos y formar carboxilos.	Aumenta la claridad de la pasta pero reduce la fuerza del gel.
Reticulación	Forma una red molecular reforzada sobre el almidón.	Aumenta la resistencia al calor y medios ácidos.

Nota. Adaptado de " Aplicaciones de almidones nativos y modificados en la industria láctea y cárnica", por Delgado, (2018)

2.2.4 Mayonesa

"Mayonesa, es el producto que se presenta en forma de una emulsión aceite en agua, obtenida a partir de aceites vegetales comestibles refinados, vinagre, huevos y sal, adicionado o no de condimentos, especias y hierbas aromáticas"(Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] 2295, 2016).

En la norma INEN 2295 (2016) clasifica a las mayonesas por su contenido de grasa como se indica en la tabla 5:

Tabla 5*Clasificación de mayonesa por su contenido de grasa*

Requisito	Mayonesa		Salsa o aderezo mayonesa		Mayonesa baja en calorías		Método de ensayo
	Min	Máx	Min	Máx	Min	Máx	
Grasa (extracto etéreo), %m/m	65	--	<30	30	30	<65	NTE INEN 165

Nota. Adaptado de " Mayonesa – Requisitos ", por INEN 2295, 2016

2.2.5 Emulsión

Las emulsiones son sistemas dispersos compuestos por dos líquidos inmiscibles, donde uno de los líquidos se dispersa en el otro en forma de pequeñas gotas. Este fenómeno es de gran importancia en la industria agroindustrial debido a su aplicación en la producción de alimentos, cosméticos, y productos farmacéuticos (McClements, 2015).

McClements, (2015) también indica que una emulsión se define como un sistema heterogéneo formado por dos fases líquidas inmiscibles, donde una de las fases se encuentra dispersa en la otra en forma de gotas. La estabilidad de las emulsiones se puede lograr mediante el uso de agentes emulsificantes que reducen la tensión superficial entre las dos fases.

Además, la estabilidad de las emulsiones está comprometida por varios factores, como los emulsionantes, la temperatura y la proporción de las fases involucradas. Por ello, los emulsionantes reducen la tensión superficial entre las fases y ayudan a mantener la emulsión estable, evitando la separación de las fases (Peng, 2023).

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación.

La investigación es cuantitativa, ya que utilizo datos medibles que permitieron evaluar el rendimiento del almidón de malanga y las características de calidad en las mayonesa elaboradas.

3.2 Diseño de la investigación

El diseño de la investigación fue experimental con un Diseño Completamente Aleatorizado (DCA), con tres repeticiones. Se comparó la eficiencia de diferentes métodos desintegración mecánica del tubérculo para la extracción del almidón de malanga por un proceso de vía húmeda, además se realizaron distintas formulaciones de mayonesa a partir de almidón de malanga, hasta obtener el mejor producto en términos de su estabilidad físico-química, aceptabilidad sensorial y estabilidad microbiológica.

El método de extracción fue por vía húmeda, incluyó la desintegración mecánica del tubérculo (licuado, rayado y precocido), la liberación de los gránulos de almidón mediante lavado con agua, y su separación del resto del material vegetal a través de filtración, tamizado y decantación.

Por ello, el almidón se sedimentó en el agua, se separó y se secó para obtener el producto final. Luego de ello, se realizaron pruebas de rendimiento para determinar cuántos gramos de almidón se obtenían por cada kilogramo de malanga, así como mediciones de tiempo de secado y cantidad de agua utilizada.

A partir de los resultados obtenidos, se seleccionó el método con el mejor rendimiento para continuar con la elaboración de las formulaciones de mayonesas.

A continuación, se formularon distintas muestras de mayonesa itulizando porcentajes variables de almidón y codificadas de la siguiente manera: T0.5 = 0,5%, T1 = 1%, T2 = 2%, T4 = 4% y T10 = 10%. Además, se incluyó una muestra en blanco (sin adición de almidón), identificada como T0, y una muestra de referencia correspondiente a una mayonesa commercial codificada como TC. Por otra parte, estas formulaciones permitieron comparar el comportamiento funcional y sensorial del almidón de malanga frente a un producto tradicional y a una base sin almidón.

Además, se realizaron pruebas fisicoquímicas para determinar la viscosidad, el pH y la acidez de las diferentes formulaciones de mayonesa elaboradas, con mediciones cada 5 días.

Por otra parte, se realizó una encuesta de aceptabilidad sensorial en la que participaron 35 panelistas no entrenados, donde las muestras fueron evaluadas en base a varios puntos sensoriales, utilizando una escala de 5 puntos.

La formulación de mayonesa que resultó ganadora en las encuestas de aceptabilidad sensorial fue seleccionada para la evaluación de la calidad del producto final y su estabilidad microbiológica. Durante un período de un mes, se realizaron pruebas periódicas para asegurar que la mayonesa mantuviera sus propiedades organolépticas y no presentara alteraciones significativas. Consecutivamente se evaluó parámetros microbiológicos para garantizar que el producto cumpliera con los estándares de seguridad alimentaria y tuviera una vida útil adecuada para su comercialización.

3.2.1 Procedimiento de Extracción de Almidón

El procedimiento para la extracción de almidón se tomó como base las metodologías utilizadas por Dorantes et al. (2024) y Aristizábal & Sánchez (2007). En base a ello, se utilizó el siguiente procedimiento:

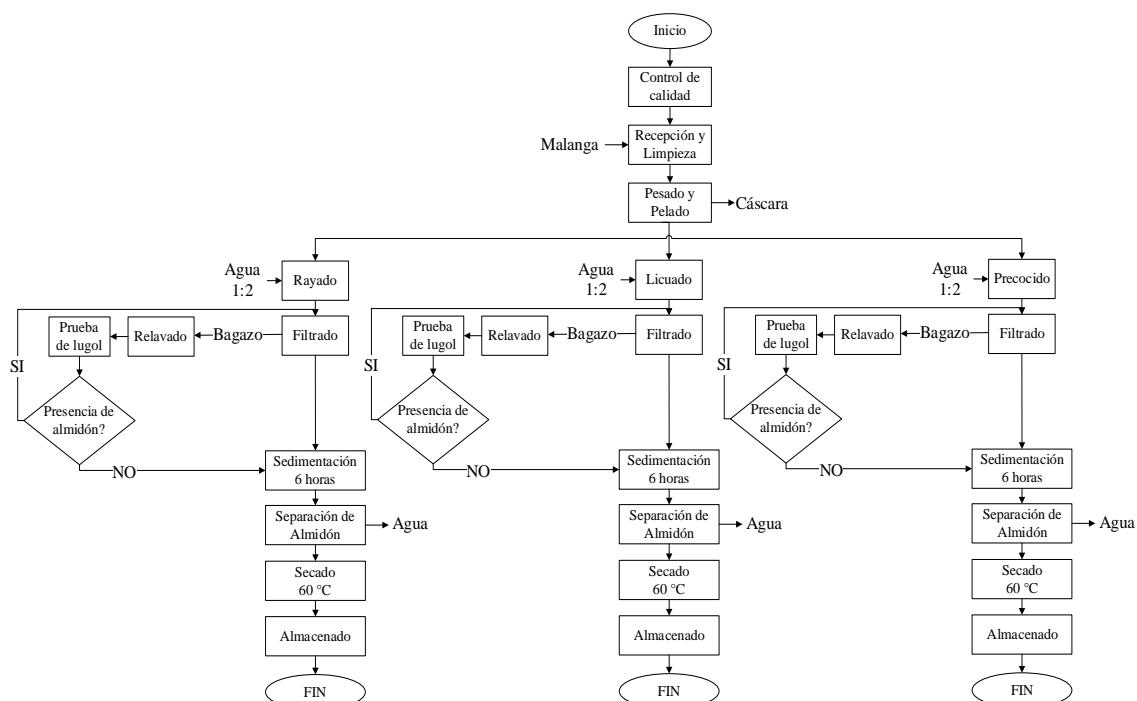
1. **Control de Calidad:** Se comenzó con una inspección visual de los tubérculos para quitar tubérculos podridos o dañados.
2. **Lavado de la Malanga:** Se lavó para eliminar cualquier residuo de tierra o impurezas.
3. **Pesado y Pelado:** Se pesó 1 kg de malanga limpia y se pelo cuidadosamente para eliminar la cáscara y anotar el residuo obtenido. Luego de ello, se realizó un nuevo enjuague para asegurar que la malanga esté completamente limpia.
4. **Métodos de desintegración mecánica del tubérculo:**
 - **Rayado:** La malanga pelada se rayó utilizando un rallador manual hasta obtener una pasta fina. Esta pasta se colocó en un recipiente y se agregó agua en una relación de 1:2 (malanga: agua). Se agitó durante 5 minutos para una mejor liberación del almidón.
 - **Licuado:** Se añadió los trozos de malanga pelada y cortada en agua en una proporción de 1:2. Luego de ello, la mezcla se introdujo en una licuadora y se licuó durante 30 segundos para garantizar que todos los trozos de malanga se desintegren completamente, facilitando la liberación del almidón.
 - **Precocido:** El tubérculo pelado se troceó en pequeños pedazos y se colocó en un recipiente con agua en una relación de 1:2. La mezcla se calentó a 90°C durante 5 minutos para realizar un precocido que permite facilitar la extracción del almidón.
5. **Extracción por lavado y filtración:**
 - **Lavado:** La malanga triturada se mezcló con agua para quitar el almidón del bagazo.
 - **Filtración y tamizado:** Se filtra la suspensión para separar los gránulos de almidón de las fibras y otros componentes sólidos. Este proceso se realizó utilizando un lienzo para separar el bagazo del agua que contiene el almidón. La mezcla filtrada se recogió

en un nuevo recipiente y se dejó reposar para permitir que el almidón se asiente en el fondo.

- **Lavado de Pulpa y Prueba de Lugol:** El bagazo que quedó atrapado en el lienzo, se lavó nuevamente para recuperar el almidón residual. Este lavado se filtró y se tomó una pequeña muestra para realizar la prueba de Lugol, que consiste en añadir entre 1 a 2 gotas de Lugol sobre el líquido, si el color de la muestra cambia a azul, indica la presencia de almidón. Este proceso se repitió hasta que el color de la muestra se mantenga amarillo, lo que indica que ya no hay presencia de almidón.
6. **Sedimentación:** Se dejó reposar la mezcla durante un período de 6 horas en un recipiente cerrado, para que los gránulos de almidón más densos se sedimenten en el fondo y se separen del líquido.
 7. **Separación de almidón:** Se quitó el agua dejando solo el almidón sedimentado.
 8. **Secado:** Se colocó el almidón en una estufa de secado a una temperatura de 60°C durante 7 9 horas, obteniendo un polvo blanco, seco y listo para su uso.
 9. **Almacenamiento:** El almidón debe ser colocado en envases herméticos en un lugar fresco, seco y oscuro, lejos de fuentes de humedad, calor, entre otros factores que podrían afectar su funcionalidad.

En la Figura 2 se representa en diagrama el proceso general de extracción de almidón de malanga.

Figura 2
Diagrama de Extracción de Almidón de Malanga



3.2.2 Elaboración de mayonesa

Para el desarrollo del producto final se diseñaron diferentes tratamientos utilizando el almidón de malanga como sustituto parcial del aceite con el objetivo de evaluar el comportamiento funcional del almidón durante un periodo de tiempo de 30 días.

Los tratamientos fueron codificados en dependencia a la concentración de almidón empleada, variando de forma inversamente proporcional el contenido de aceite como se muestra en la Tabla 6.

Los insumos utilizados en la elaboración del producto se mantuvieron constantes en todos los tratamientos con la finalidad de observar las diferencias en los posteriores análisis exclusivamente en la variación del almidón y el aceite que son los componentes principales.

Tabla 6
Porcentaje de insumos empleados

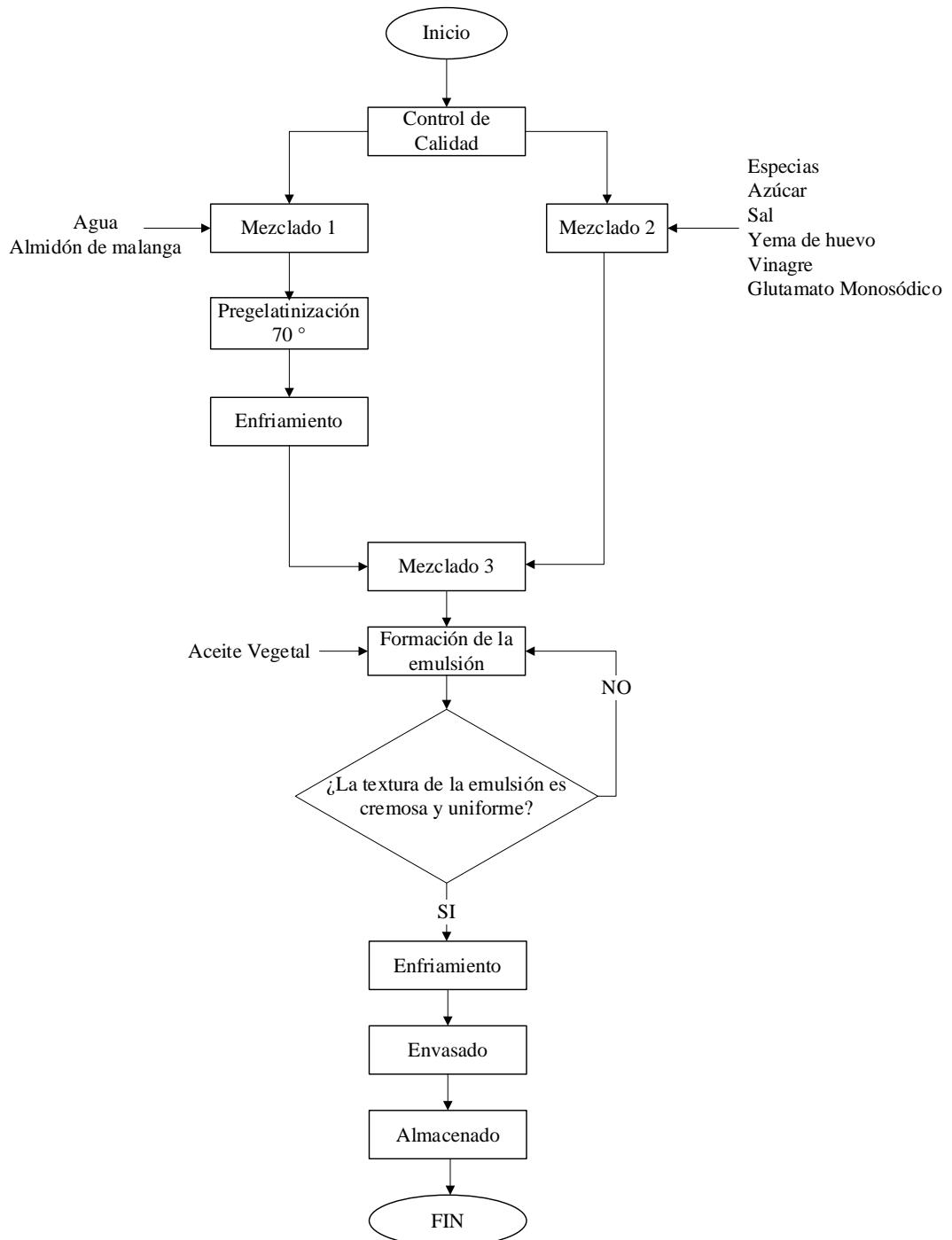
Insumos	Porcentaje de insumos por tratamiento					
	T0	T.0.5	T.1	T.2	T.4	T.10
Aceite	78,55	55,85	55,35	54,35	52,35	46,35
Ácido Ascórbico	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Agua	0	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
Almidón	0	0,5	1	2	4	10
Azúcar	1	1	1	1	1	1
Especias	1	1	1	1	1	1
Glutamato Monosódico	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Huevo	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25	13,25
Sal	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Sorbato de Potasio	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Vinagre	4	4	4	4	4	4
Total	100	100	100	100	100	100

El procedimiento para la elaboración fue:

1. **Control de Calidad:** El proceso de elaboración de mayonesa inicio verificando que el almidón de malanga esté completamente seco y libre de humedad, ya que cualquier traza de agua puede comprometer su funcionalidad durante la formulación. Además, se revisó los insumos asegurando que no presenten aglomeraciones, cambios de color, olor o signos de contaminación.
2. **Mezclado 1 (Pregelatinización del Almidón):** Se colocó la cantidad de almidón de malanga y agua correspondiente al tratamiento (0%, 0,5%, 1%, 2%, 4%, 10%) en un recipiente resistente al calor. La mezcla se llevó a una estufa hasta alcanzar una temperatura de 70 °C, manteniéndola bajo agitación constante para evitar la formación de grumos o la gelatinización excesiva. El proceso se detuvo al observar la formación de un gel transparente, lo cual indica que el almidón ha sido pregelatinizado correctamente.
3. **Enfriamiento 1:** El gel de almidón obtenido se dejó enfriar a 20°C para su posterior incorporación al resto de los ingredientes, evitando así la desnaturización de compuestos sensibles como la yema de huevo.
4. **Mezclado 2 (Preparación de Insumos):** De forma paralela, se pesó y mezclo los ingredientes secos: azúcar, sal, especias y glutamato monosódico. Posteriormente, se añadió la yema de huevo y finalmente, se incorporó el vinagre.
5. **Mezclado 3 (Unión de Fases):** Una vez que tanto la fase del almidón como la de los insumos están listas y a 20°C, ambas se combinaron en una licuadora previamente sanitizada, asegurando un entorno higiénico y seguro para el proceso de emulsificación.
6. **Formación de la emulsión:** Se agregó el aceite de manera continua y como un hilo fino, logrando una textura cremosa y estable. Luego de ello, se añadió el conservante y el antioxidante.
7. **Enfriado:** Una vez obtenida la emulsión final, la mayonesa es enfriada hasta alcanzar una temperatura de 20°C que permitió su envasado sin generar condensación interna ni comprometer su estabilidad microbiológica.
8. **Envasado y Almacenado:** La mayonesa fue envasadas en bolsas ziplox de polietileno. Finalmente, se almacenó a temperatura ambiente en un lugar fresco, seco y lejos de la luz del sol.

En la figura 3 se representa en diagrama el proceso de la elaboración de la mayonesa:

Figura 3
Diagrama de elaboración de mayonesa



3.3 Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos se registraron los resultados obtenidos en la extracción del almidón de malanga con el propósito de comparar su rendimiento final. Adicional a ello en la elaboración de la mayonesa se recolectaron datos mediante análisis de evaluación de la calidad, estabilidad y conservación del producto final durante un período determinado,

donde se utilizaron técnicas clásicas e instrumentales. La aceptación por parte de los consumidores se evaluó mediante pruebas de aceptabilidad que valoraron la textura, color, sabor y agrado general.

3.3.1 Registro de rendimiento de almidón extraído

Para evaluar la eficiencia de los diferentes métodos, cada uno fue ejecutado de forma independiente bajo condiciones controladas, utilizando una misma cantidad de materia prima (1 kg de malanga) y una relación estandarizada de agua.

Además, durante la elaboración de cada mayonesa, se registraron datos como la cantidad total de agua utilizada para obtener todo el almidón, el tiempo para el secado del almidón y la cantidad total de almidón seco obtenido.

En la figura 4 se presenta la ficha empleada para el registro de datos durante la etapa de extracción de almidón.

Figura 4

Ficha de Registro del Rendimiento de Almidón Extraído

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO		
FACULTAD DE INGENIERÍA		
AGROINDUSTRIA		
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS – EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN		
Método: (Rayado, Licuado, Precocido)		
Repetición: X		
Nº de lavado	Agua usada (ml)	Prueba de Lugol (Positivo/Negativo)
Tiempo Total de secado (horas)	Almidón Obtenido (gramos)	

3.3.2 Evaluación fisicoquímica de los tratamientos de mayonesa

Una vez obtenidas los distintos tratamientos de mayonesa elaboradas con almidón de malanga pregelatinizado, se evaluó su estabilidad fisicoquímica con el objetivo de determinar su comportamiento a lo largo del tiempo. Para ello, se realizaron análisis de

viscosidad, pH y acidez titulable, parámetros importantes para establecer la calidad y estabilidad del producto en condiciones de almacenamiento.

Asimismo, las mediciones se realizaron cada 5 días por un periodo de 30 días, pudiendo observar variaciones en las muestras. Además, las formulaciones contenían distintas cantidades de almidón, una muestra blanco (sin almidón) y una muestra comercial como referencia.

En la figura 5 se presenta la ficha empleada para el registro de datos durante la etapa de evaluación fisicoquímica de los diferentes tratamientos de mayonesa.

Figura 5

Ficha de Registro de Datos Fisicoquímicos

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO				
FACULTAD DE INGENIERÍA				
AGROINDUSTRIA				
FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS – EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS FORMULACIONES DE MAYONESA				
Datos obtenidos de Tratamiento (...)				
Viscosidad				
Día	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
1				
5				
10				
15				
20				
25				
30				
pH				
Día	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
1				
5				
10				
15				
20				
25				
30				
Acidez				
Día	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
1				
5				
10				
15				
20				
25				
30				

3.3.3 Evaluación de aceptabilidad sensorial

Se realizó una evaluación de aceptabilidad sensorial mediante encuestas aplicadas a un grupo de 35 panelistas no entrenados, con el objetivo de calificar las formulaciones que aprobaron la estabilidad fisicoquímica.

Por ello, la prueba sensorial se enfocó en los parámetros de color, sabor, textura, y aceptabilidad global del producto final. Para ello, se empleó una escala hedónica de 5 puntos, donde 1 correspondía a la calificación “Muy malo” y 5 a “Excelente”. Por ello, las muestras fueron servidas en vasos plásticos de 2 onzas, codificadas con números aleatorios para mantenerlas anónimas y evitar sesgos en la percepción de los panelistas.

Durante la sesión, se proporcionaron trozos pequeños de pan blanco sin sal como vehículo neutral, con el fin de limpiar el paladar entre muestras y minimizar el efecto de arrastre sensorial. A cada panelista se le entregó una ficha de evaluación estructurada (ver Figura 6), en la cual registraron sus percepciones individuales para cada atributo evaluado

Los datos recolectados fueron organizados y sometidos a análisis estadístico para determinar diferencias significativas entre tratamientos. Con base en los resultados obtenidos, se seleccionó el tratamiento con mayor nivel de aceptación sensorial para continuar con las etapas de control de calidad fisicoquímico y análisis microbiológico

Figura 6
Ficha de Evaluación de Aceptabilidad Sensorial

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIA					
ENCUESTA SENSORIAL – EVALUACIÓN DE MAYONESAS (TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES)					
INSTRUCCIONES: Usted va a evaluar distintas muestras de mayonesa identificadas con diferentes codificaciones. Por favor, evalúe cada muestra en cuanto a color, olor, sabor, textura y calificación total, según su percepción personal, utilizando la siguiente escala:					
1 = Muy malo 2 = Malo 3 = Regular 4 = Bueno 5 = Excelente					
Sea honesto, no hay respuestas buenas o malas. Gracias por su colaboración.					
EVALUACIÓN SENSORIAL					
Código de muestra	Color	Olor	Sabor	Textura	Calificación Global
348					
591					
219					
¿Cuál muestra le agradó más en general?					
<input type="checkbox"/> 348 <input type="checkbox"/> 591 <input type="checkbox"/> 219					

3.3.4 Análisis de calidad

Con el objetivo de verificar la calidad de la formulación seleccionada a partir de las pruebas sensoriales, se llevaron a cabo los análisis correspondientes sobre dicha muestra. En la Tabla 7 se detallan los parámetros evaluados, los métodos aplicados para su análisis y la base técnica de cada procedimiento.

Tabla 7
Parámetros de control de calidad en mayonesa.

Parámetro	Método de ensayo	Fundamento
Grasa	NTE INEN 165	Trata sobre la extracción de materia grasa mediante un disolvente orgánico donde comúnmente es utilizado el método Soxhlet y además permite cuantificar el contenido graso del producto.
Ceniza	AOAC 923.03	Se lleva la muestra a 600 °C en una mufla, donde la materia orgánica se destruye y las cenizas resultantes muestran el contenido mineral del alimento.
<i>Escherichia coli</i>	NTE INEN 1529-8	Se basa en la capacidad de estas bacterias para fermentar la lactosa con una producción de gas y ácidos bajo condiciones específicas. Además su presencia indica contaminación fecal reciente, siendo un parámetro de inocuidad
Coliformes	NTE INEN 1529-6	Estas bacterias son también indicadores de hygiene y se identifican por su capacidad de fermentar lactosa en medios líquidos con producción de gas, utilizando el método del número más probable (NMP).
<i>Staphylococcus aureus</i>	NTE INEN 1529-14	Se realiza el cultivo en medios específicos como Baird Parker, donde esta bacteria produce colonias negras con halo claro por su capacidad de fermentar manitol y producir coagulasa. Asimismo, su presencia indica una mala manipulación del alimento.
Salmonella	NTE INEN 1529-15	Consiste en sembrar la muestra en un medio de cultivo selectivo que favorece el crecimiento de bacterias del género <i>Salmonella</i> e inhibe a otros microorganismos. Por ello, luego de la incubación, se observa si hubo crecimiento de <i>Salmonella</i> para confirmar su presencia o ausencia.

3.3.5 Análisis de estabilidad

Con el propósito de evaluar la estabilidad del producto a lo largo del tiempo, se realizaron análisis periódicos sobre la muestra seleccionada.

En la Tabla 8 se presentan los parámetros analizados, la metodología utilizada y el fundamento técnico aplicado en cada caso:

Tabla 8

Parámetros de control de estabilidad en mayonesa.

Parámetro	Método de ensayo	Fundamento
Viscosidad	ISO 3219-2	Tata sobre la medición del torque necesario para rotar un husillo dentro de la muestra, lo cual permite evaluar la consistencia del producto y su comportamiento reológico.
pH	NTE INEN 389	Se determina mediante un potenciómetro calibrado, para medir la acidez o alcalinidad del producto a 20°C.
Acidez	NTE INEN 521	Se trata de una valoración ácido-base, donde los ácidos presentes en una muestra se neutralizan con una solución alcalina de concentración conocida, generalmente hidróxido de sodio (NaOH), a través del uso de un indicador, como la fenolftaleína, con ellos se detecta el punto final de la reacción por un cambio de color. Asimismo, la cantidad de base utilizada permite calcular la acidez total de la muestra, la cual se expresa generalmente en función del ácido predominante o propuesto por normativas nacionales.
Humedad	AOAC 925.10	Consiste en la desecación de la muestra a 105 °C hasta peso constante y se calcula por la diferencia de peso, con ello se refleja la cantidad de agua presente en el alimento.
Microorganismos mesófilos aerobios	NTE INEN 1529-5	Se basa en sembrar la muestra en un medio sólido y contar las unidades formadoras de colonias (UFC) luego de incubar a 30 °C durante 72 horas..
Mohos y levaduras	NTE INEN 1529-10	Se realiza mediante cultivo a 25 °C por 5 días, y luego se cuenta las UFC.

3.4 Población de estudio y tamaño de muestra

Para la obtención del almidón se utilizó 15 kilogramos de malanga para todas las pruebas realizadas, a la vez se utilizó 700 gramos de almidón para la elaboración de todas las muestras de mayonesa.

La población para evaluar la aceptabilidad del producto estuvo conformada por estudiantes de la carrera de Agroindustria de la Universidad Nacional de Chimborazo, la muestra fue de 35 panelistas no entrenados.

3.5 Procesamiento de datos y Métodos de análisis

Una vez recolectada la información, los datos fueron codificados y organizados en una base de datos mediante el programa Microsoft Excel. Posteriormente, esta información fue procesada y analizada utilizando el software estadístico IBM SPSS Statistics V.27.

Por otra parte, para los análisis fisicoquímicos y de estabilidad, se utilizó ANOVA para identificar diferencias entre tratamientos. Luego de ello, se utilizó la prueba de Tukey como análisis post hoc para observar entre qué tratamientos existían esas diferencias.

En el caso del análisis sensorial, al tratarse de datos no paramétricos, se empleó la prueba de Friedman para evaluar si existían diferencias significativas en las respuestas de los panelistas, permitiendo identificar si alguna formulación era preferida sobre las demás y la prueba de Wilcoxon como análisis post hoc, con el objetivo de identificar entre qué tratamientos se presentaban las diferencias.

Para los análisis de calidad microbiológica se realizó una comparación directa de los resultados de crecimiento microbiológico en el laboratorio del producto finalmente seleccionado, con los estipulados por la Normativa ecuatoriana INEN 2295

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultados obtenidos de los procesos de extracción

En la Tabla 9 se indica los promedios de rendimiento de almidón obtenido a partir de la malanga según el método de extracción aplicado, además se presenta la cantidad de agua utilizada para la extracción total del almidón y el tiempo de secado.

Tabla 9

Comparación de métodos de extracción de almidón

Método de Extracción	Peso MP (g)	Agua usada (ml)	Tiempo de Secado en Horas a 60°C	Peso de almidón obtenido(g)	Rendimiento (%)
Rayado	91 ± 0,2	1370 ± 33	6,83 ± 0,29	13,13 ± 1,21	14,43 ± 1,33
Licuado	90 ± 0,2	1330 ± 30	8,83 ± 0,29	25,23 ± 3,04	28,03 ± 3,38
Precocido	89 ± 0,2	1736 ± 25	6,33 ± 0,29	7,39 ± 1,07	8,31 ± 1,20

Nota. MP = peso de materia prima sin cascara que ingresó al proceso de extracción.

Cómo se puede observar el método de licuado fue más eficiente para extraer almidón de malanga en comparación con las técnicas de rayado y precocido, esto se debe a que el licuado logra una mayor disgregación de los tejidos vegetales, permitiendo que los gránulos de almidón almacenados en el tubérculo se liberen con mayor facilidad, Grigorov et al. (2021) indica que ruptura de la membrana celular, conocida como la lisis celular provoca la liberación de los compuestos que se encuentran en su interior mientras mayor sea ese el rompimiento mayor cantidad de compuestos se liberará.

Además, la menor eficiencia en el método precocido se debe a que el tratamiento térmico previo reduce la capacidad de recuperación del almidón debido a la gelatinización temprana, y esta altera su solubilidad y sedimentación, según lo indica Espinosa et al. (2021).

Asimismo, Dorantes et al. (2024) indica que los métodos convencionales sin tratamiento térmico, ni agentes químicos pueden alcanzar altos rendimientos de extracción, sin embargo, esto depende de la variedad de materia prima y el grado de desintegración mecánica.

Por otra parte, los resultados obtenidos mediante el proceso de licuado fueron similares a los indicados por Sánchez et al. (2023), quienes lograron altos rendimientos de almidón utilizando las técnicas de licuado, decantación y centrifugación con ácidos. Además, en su estudio el proceso de decantación alcanzó un rendimiento de 27,78% utilizando ácido clorhídrico. Aunque en el presente trabajo no se utilizó reactivos químicos, el licuado mecánico permitió alcanzar un rendimiento similar, lo que indica que una acción física intensa es muy útil para obtener altos rendimientos de almidón.

Sin embargo, en la investigación de Zúñiga (2019) “Extracción y análisis comparativo de las características del almidón de malanga (*Xanthosoma sagittifolium*), yuca (*Manihot esculenta*) y papa china” donde se aplicó centrifugación y decantación posterior a la molienda de la materia prima, se evidencia que el licuado alcanza un rendimiento de 13% de almidón en la malanga. La variación que existe en el rendimiento con otras investigaciones depende de varios factores como la calidad de la materia prima, estado de madurez, métodos de extracción y las condiciones en el proceso como lo indica Dorantes et al. (2024).

4.1.1 Análisis de calidad del almidón

Se realizó una prueba de control con los parámetros que se indican en la tabla 10 para verificar que el almidón mantuviese condiciones aptas para continuar con el proceso de elaboración de mayonesa.

Tabla 10
Control de calidad de almidón

Parámetro	R1	R2	R3	Media ± Desv.
Acidez expresada en % como ácido láctico	0,033	0,041	0,049	0,041 ± 0,01
pH	6,26	6,27	6,28	6,27 ± 0,02
Humedad (%)	10,9	11,0	11,1	11 ± 0,2

Las especificaciones de calidad de un almidón varía según la materia prima utilizada además del uso que se pretenda dar y del mercado donde se comercialice así por ejemplo en la “Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca” publicada por la FAO en el Boletín de Servicios Agrícolas N.º 163 señala que la acidez expresado como ácido láctico debe estar entre 0,020 – 0,045 %, el pH 6,0 – 6,5 y humedad de 11–10% pero para el mercado Indio el pH para almidón de yuca grado industrial es de 5,7 y para grado alimenticio de 4,6 y humedad de 13% sin embargo para el mercado colombiano el pH es de 5 – 7 y la humedad de 11-13 %, para Paraguay pH de 4,5 – 7 y humedad de 14% máximo (Navarro Velásquez, s.f.).

En el estudio de Torres et al. (2015) encontró valores obtenidos de humedad para almidón de malanga blanca nativo fueron $7,21\% \pm 0.86\%$, mientras que en el estudio de Madrigal et al. (2018) encontró que valores obtenidos de humedad para harina de malanga blanca fueron $6,87\% \pm 0.24\%$.

4.2 Elaboración de mayonesa empleando almidón de malanga.

En la tabla 11 se indica la cantidad de los ingredientes que se varió en los diferentes tratamientos (formulaciones).

Tabla 11*Porcentaje de insumos que variaron en las formulaciones empleadas*

Insumos	Porcentaje de insumos por tratamiento					
	T.0	T.0.5	T.1	T.2	T.4	T.10
Aceite	78,55	55,85	55,35	54,35	52,35	46,35
Agua	0	22,2	22,2	22,2	22,2	22,2
Almidón	0	0,5	1	2	4	10

Al incrementar la cantidad de almidón se redujo la cantidad de aceite en la formulación, indicando con ello una reducción del contenido de grasa, dando así una mayonesa baja en grasa y por ende menos dañina a la salud.

Por otra parte, Taslikh et al. (2021) tambien observó que en la elaboración de mayonesas con menor contenido de grasa, el almidón actúa como un estabilizador, permitiendo mantener la emulsión a pesar de la reducción de aceite.

Asimismo, Mendoza et al. (2020) indica que el almidón permite la sustitución parcial del aceite en la mayonesa, formando emulsiones estables y una gelificación instantánea, sin alterar la emulsión.

4.3 Resultados de la evaluación de la estabilidad de la mayonesa

Se evaluaron tres parámetros de control físico-químico: viscosidad, pH y acidez, comparando cada tratamiento con rangos establecidos por la NTE INEN 2295:2010 y NMX-F-021-NORMEX-2006.

La tabla 12 muestra los resultados del análisis fisicoquímico realizado, se aplicó el análisis de ANOVA que permitió identificar diferencias estadísticamente significativas ($p < 0,05$) entre los tratamientos evaluados en las variables de viscosidad, pH y acidez. Posterior a ello, se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Tukey, permitiendo establecer los grupos homogéneos entre tratamientos a los cuales se les asigno letras para identificarlos.

Por otra parte, en el caso de la viscosidad, se observaron tres grupos diferentes: el tratamiento T0 presentó la media más alta y se ubicó en el grupo (c) junto a T10, mientras que las formulaciones T0.5 y T1 se ubicaron en el grupo (a), y finalmente, los demás tratamientos incluidos la muestra comercial compartieron el grupo (b). En base a ello, se indica que el tratamiento sin almidón presentó un comportamiento diferente al resto, pero similar al tratamiento con mayor contenido de almidón, mientras que las formulaciones con almidón se agrupan según su similitud en viscosidad.

Tabla 12*Análisis fisicoquímico de las formulaciones de mayonesa elaboradas*

Tratamiento	Viscosidad (mPa)*s	pH	Acidez (% Ácido Acético)
T0	9344,56 ± 50,02 ^c	3,88 ± 0,02 ^b	0,53 ± 0,02 ^d
T0.5	8004,44 ± 50,22 ^a	3,54 ± 0,03 ^a	0,47 ± 0,02 ^c
T1	8161,78 ± 67,79 ^a	3,63 ± 0,03 ^a	0,47 ± 0,02 ^c
T2	8500,33 ± 30,61 ^b	3,65 ± 0,02 ^a	0,45 ± 0,01 ^b
T4	8610,67 ± 49,70 ^b	3,70 ± 0,03 ^a	0,42 ± 0,02 ^b
T10	9204,89 ± 94,12 ^c	3,92 ± 0,02 ^b	0,38 ± 0,01 ^a
TC	8517,78 ± 52,17 ^b	3,60 ± 0,02 ^a	0,72 ± 0,02 ^e
Especificación	---	3,4 a 4,1	0,25 a 0,7

Nota. Letras iguales en una misma columna indican que no hay diferencias estadísticas entre tratamientos, según la prueba de Tukey.

Como se puede observar a medida que aumenta la cantidad de almidón en las formulaciones, se incrementa también la viscosidad. Este comportamiento es debido a que al absorber agua y gelatinizarse parcialmente, forma una red que aumenta la resistencia al flujo (Rooyen et al., 2022).

El tratamiento T0 dependió netamente del aceite para logra la textura deseada, presentando una viscosidad elevada pero debido únicamente al aceite. Sin embargo, las formulaciones con sustitución parcial del aceite por almidón como T2 y T4 lograron mantener valores cercanos a la viscosidad de una mayonesa comercial, pero con una reducción de grasa demostrando la funcionalidad del almidón de malanga como espesante natural.

Según Campos (2021) una formulación con 1,9 % de almidón de maíz pregelatinizado y solo 30 % de grasa fue capaz de alcanzar una viscosidad y textura aceptable, sin embargo, al ser un aderezo tipo mayonesa no contenía huevo para su emulsión, por lo que utilizó pasta de soya y gomas que permitan su uniformidad. Aunque en las formulaciones de mayonesa elaboradas con almidón de malanga se utilizó una mayor cantidad de aceite en comparación con lo utilizado por el autor, se evitó del uso de otras gomas como estabilizantes, utilizando únicamente el almidón como espesante y alcanzando viscosidades cercanas a una mayonesa comercial que ronda entre los 8000 a 8700 mPa.s. a 60 r.p.m.

Para el pH, los resultados obtenidos presentaron rangos entre 3,5 y 4,1 en todas las formulaciones, valores que están dentro de los parámetros establecidos por la norma INEN:2295. En la formulación de Campos (2021) se alcanzó un pH de 4,1 considerado dentro de los rangos establecidos para productos emulsificados, manteniendo una correcta seguridad microbiológica y estabilidad.

Por otra parte, se observó que las muestras con mayor concentración de almidón como (T10) y aquellas con mayor cantidad de aceite como (T0) presentaron valores de pH

ligeramente más elevados en comparación con las formulaciones intermedias como (T0.5, T2 y T4).

Diversos estudios señalan que el almidón, aunque es químicamente neutro, posee múltiples grupos hidroxilo ($-\text{OH}$) que pueden influir en la distribución de protones en la fase acuosa, a concentraciones elevadas, como en T10, el almidón puede modificar la actividad del agua libre y actuar como un sistema amortiguador débil, lo que contribuye a una ligera elevación del pH. Así mismo, el pH de las formulaciones que contienen sustitutos de grasa es mayor que el de las formulaciones con alto contenido de grasa debido a la dilución del ácido acético o cítrico en la fase continua (Taslikh et al., 2022).

Asimismo, en cuanto a la acidez se identificaron cinco grupos estadísticamente distintos, mostrando una diminución de la acidez a medida que aumentaba el contenido de almidón. Además, el tratamiento T0 presentó el valor más alto de acidez (d), mientras que T10 se ubicó en el grupo (a), con los valores más bajos. Por otro lado, la muestra comercial (e) presentó una acidez superior al resto de tratamientos.

Esto se debe por la capacidad de los grupos funcionales del almidón (especialmente los grupos hidroxilo) de formar puentes de hidrógeno con los protones libres del ácido acético (León et al., 2020), limitando con ello la disponibilidad del ácido para reaccionar con el titulante. Por lo tanto, obtiene valores menores de acidez titulable.

Esto se demuestra en la investigación de Amaiz et al. (2018) quienes reportaron una caída en la acidez en emulsiones estabilizadas con almidón de yuca, sin que esto representara un problema para la estabilidad del producto.

Por otro lado, Campos (2021) formuló un aderezo con 0,19 % de ácido cítrico, logrando una acidez final de entre 0,6 y 0,7 %, similar a los valores obtenido en la presente investigación.

4.3.1 Pruebas de estabilidad

En la Tabla 13 se presentan los resultados obtenidos en las pruebas de estabilidad realizadas a distintas formulaciones de mayonesa con concentraciones variables de almidón de malanga. Se evaluaron variables como el porcentaje de agua, la separación de fases, el día en que se observó el desfase y la estabilidad de la emulsión durante un periodo de almacenamiento de 30 días.

Por ello, los resultados obtenidos indicaron que las formulaciones con un mayor contenido de almidón de malanga tuvieron una emulsión más estable, sin separación de fases durante un periodo de evaluación de 30 días. Mientras que por otro lado, las de bajo contenido de almidón presentaron inestabilidad y separación de fases visible antes del día 30.

Si bien es cierto, los diferentes tratamientos mantenían sus medidas dentro de los rangos establecidos comparables con CT, sin embargo, al presentar desfase en su emulsión, se descartaron los tratamientos de menor uso de concentración de almidón para continuar con el siguiente paso y candidatas a seleccionar cómo producto final ganador.

Tabla 13

Resultados de las pruebas de estabilidad de las formulaciones de mayonesa

Tratamiento	Almidón (%)	Aceite (%)	Separación de Fases	Día de Desfase	Aceptación de la formulación
T0	0	78,55	Sí	10	No
T0.5	0,5	55,85	Sí	18	No
T1	1	55,35	Sí	27	No
T2	2	54,35	No	>30	Sí
T4	4	52,35	No	>30	Sí
T10	10	46,35	No	>30	Sí

Los resultados concuerdan con (Campos et al., 2021) ya que en su estudio formulaciones con un mayor contenido de almidón, dieron como resultado mayonesas más estables y sin presencia de desfase en el periodo de evaluación de 117 días. Los tratamientos de T0 a T1 presentaron separación de fases debido a que las concentraciones de almidón son muy bajas, ya que el almidón actúa como estabilizante de la emulsión, dichos tratamientos al tener una consistencia más líquida, las gotas de aceite tienden a juntarse y separarse con el tiempo, provocando que la mayonesa pierda su homogeneidad.

4.4 Resultados de la aceptabilidad sensorial

En la Tabla 14 se presentan los promedios de aceptación del atributo color, olor, sabor, textura, y calificación global. los valores fueron obtenidos a partir de la escala hedónica de 5 puntos utilizada por los panelistas.

Tabla 14

Resultados de aceptabilidad sensorial

Tratamiento	Color	Olor	Sabor	Textura	Calificación Global
T.2	4,40 ± 0,33	4,31 ± 0,40	3,43 ± 0,50	3,97 ± 0,29	4,29 ± 0,30
T.4	4,57 ± 0,30	4,40 ± 0,32	3,54 ± 0,70	4,03 ± 0,29	4,69 ± 0,25
T.10	2,66 ± 0,44	2,51 ± 0,56	1,80 ± 0,80	3,89 ± 0,40	2,63 ± 0,40

Se aplicó la prueba de Friedman para comparar la aceptabilidad sensorial de las mayonesas elaboradas. Los resultados mostraron diferencias significativas en todos los

atributos: olor ($\chi^2(2) = 50,40$; $p < 0,001$), color ($\chi^2(2) = 55,02$; $p < 0,001$), sabor ($\chi^2(2) = 48,14$; $p < 0,001$), textura ($\chi^2(2) = 60,02$; $p < 0,001$) y calificación global ($\chi^2(2) = 48,05$; $p < 0,001$).

Posteriormente de aplicar la prueba de Friedman y encontrar diferencias entre los tratamientos en todos los atributos sensoriales, se realizó la prueba de Wilcoxon como análisis post hoc. Este procedimiento permitió identificar entre qué tratamientos se presentaban las diferencias. Asimismo, se observó que:

- **Olor:** No hubo diferencia entre T4 y T2 ($p = 0,585$), pero T10 si fue diferente tanto de T0.2 como de T4 ($p < 0,001$).
- **Color:** T4 y T2 no tuvieron diferencias ($p = 0,117$), mientras que T10 sí en ambas ($p < 0,001$).
- **Sabor:** T4 y T0.2 ($p = 0,364$) no tuvieron diferencias, sin embargo, T10 fue distinto a T0.2 y T4 ($p < 0,001$).
- **Textura:** T4 y T0.2 no presentaron diferencias ($p = 0,317$), por el contrario T10 sí fue diferente a ambos ($p < 0,001$).
- **Calificación global:** T4 y T0.2 no mostraron diferencias ($p = 0,857$), sin embargo, T10 si se diferenció de ambas ($p < 0,001$).

En resumen, la formulación (T10) fue la que recibió menor aceptación sensorial, mientras que por otra parte, T2 y T4 tuvieron una aceptación similar, sin diferencias estadísticas entre ellas.

Cómo se puede observar los resultados obtenidos reflejan la influencia directa del almidón sobre la aceptabilidad del producto final. Sin embargo, en el tratamiento T4 se alcanzaron las puntuaciones más altas en todos los atributos evaluados, indicando que el almidón de malanga pudo integrarse exitosamente como agente espesante sin afectar la calidad sensorial del producto y aportando estabilidad al mismo.

Los resultados concordaron con lo indicado por Campos (2021) quien, al desarrollar un aderezo tipo mayonesa con almidón, logró una alta aceptabilidad sensorial aun sin la presencia de huevo. No obstante, se pudo determinar que en el uso únicamente de almidón de malanga sin adición de gomas u otros estabilizantes fueron suficiente para alcanzar una textura y sabor que cumpla con los estándares de calidad adecuados.

Adicionalmente, se pudo notar que tratamientos con contenido excesivo de almidón como T10 recibieron puntuaciones mucho más bajas, específicamente en sabor y olor, lo cual puede estar relacionado a una mayor percepción del sabor propio del almidón o una menor intensidad del sabor característico de la mayonesa.

El tratamiento T.4 al ser la que cumplió tantos los parámetros de calidad, control de estabilidad y aceptabilidad sensorial, por tanto, esta formulación se consideró cómo propuesta para el desarrollo de una mayonesa con almidón de malanga como sustituto parcial

de la grasa y almidones modificados, ya que logra un equilibrio adecuado en todos los parámetros de control.

4.4.1 Estabilidad microbiológica del producto seleccionado

Tabla 15

Resultados de control microbiológico

Día	Recuento de mesófilos aeróbicos (UFC)	Recuento de hongos y levaduras (UFC)
1	6×10^1	Ausencia
3	17×10^1	Ausencia
7	30×10^1	Ausencia
15	49×10^1	Ausencia
21	66×10^1	1×10^1
30	81×10^1	2×10^1
Especificación	$< 5,0 \times 10^4$	$< 5,0 \times 10^1$

Los resultados microbiológicos indicados en la Tabla 15 demostraron una excelente estabilidad durante los 30 días de almacenamiento, manteniéndose siempre dentro de los límites establecidos en la NTE INEN:2295. Durante los primeros quince días se observó total ausencia de hongos y levaduras, mientras que a partir del día 21 se detectó una mínima presencia que se mantuvo estable durante el resto del periodo de tiempo, lo que indica un adecuado control higiénico en la producción y conservación del producto.

Los resultados coinciden con Campos (2021) que obtuvo también desarrollo microbiológico controlado, sin superar los rangos de control establecidos. La similitud entre ambas investigaciones se debe a que el uso de almidón, no compromete la estabilidad microbiológica, siempre que se mantenga condiciones higiénicas en la producción y conservación.

Adicional a ello Taghavi et al. (2024) destacaron que incluir almidones con estructuras compactas y de alto contenido de amilosa reduce la actividad del agua, evitando el crecimiento microbiano y por ende la contaminación del producto.

4.5 Propuesta de formulación de mayonesa empleando almidón de malanga

En La Tabla 16 muestra la formulación propuesta. Cómo se mencionó anteriormente el tratamiento T.4 fue el mejor candidato de todos manteniendo un balance en calidad y percepción sensorial. La formulación fue estandarizada en base a porcentajes (%m/m) y mantiene una combinación balanceada de ingredientes grasos, proteicos, saborizantes, estabilizantes y conservantes.

Tabla 16*Propuesta de formulación de mayonesa empleando almidón de malanga*

Ingrediente	Porcentaje (%m/m)
Aceite	52,35
Azúcar	1
Especias	1
Huevo	13,25
Sal	1,5
Vinagre	4
Sorbato de Potasio	0,1
Glutamato Monosódico	0,5
Ácido Ascórbico	0,1
Almidón	4
Agua	22,2

4.6 Pruebas de calidad de la formulación de mayonesa seleccionada

En la Tabla 17 se presentan los resultados obtenidos de los análisis físico-químicos realizados a la formulación de mayonesa seleccionada.

Tabla 17*Pruebas de calidad fisicoquímica de la formulación de mayonesa seleccionada*

Análisis	Resultado
Grasa (% m/m)	$45,96 \pm 0,11$
Acidez (% Ácido Acético)	$0,42 \pm 0,02$
pH	$3,70 \pm 0,06$
Humedad (%)	$34,74 \pm 0,04$
Ceniza (%)	$2,04 \pm 0,03$

Estos resultados indican el cumpliendo de los parámetros de control establecidos por la norma INEN 2295, ubicando los resultados de grasa y pH dentro de los rangos permisibles., se debe indicar que los parámetros como acidez, ceniza y humedad, no se encuentran estipulados dentro de la norma indicada, pero son importantes para llevar un control interno y poder observar el estado de la calidad del producto.

Por otra parte, en la tabla 18 se muestra los resultados obtenidos en los análisis microbiológicos realizados:

Estos resultados confirman que la formulación seleccionada cumple con los estándares microbiológicos establecidos por la normativa ecuatoriana vigente, garantizando la inocuidad del producto para el consumo humano y garantizando una vida útil más prolongada.

Tabla 18*Determinaciones microbiológicas de la formulación de mayonesa seleccionada*

Determinación	Conteo (UFC)	Especificación Norma INEN 2295 (UFC)
Recuento de Mesófilos Aeróbicos	11×10^1	$< 5,0 \times 10^4$
Coliformes	Ausencia	< 3
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia	< 3
<i>Staphylococcus aureus</i>	Ausencia	$< 1,0 \times 10^2$
Recuento de Mohos y Levaduras	1×10^1	$< 5,0 \times 10^1$
Salmonella	Ausencia	Ausencia

Nota. Adaptado de " Mayonesa – Requisitos ", por INEN, 2016

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

CONCLUSIONES

- En relación con la extracción de almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). El método de licuado resultó ser el más eficiente para la extracción de almidón, alcanzando un rendimiento promedio de $28,03 \pm 3,38\%$, sin necesidad de reactivos químicos. Este resultado demuestra que la malanga es una fuente viable de almidón natural para aplicaciones alimentarias, especialmente como sustituto de almidones modificados.
- La formulación T4, presentó la mejor estabilidad, manteniendo la emulsión por más de 30 días. Además, estos resultados indican que el almidón de malanga puede actuar muy bien como estabilizante y espesante natural en emulsiones tipo mayonesa.
- La formulación T4 obtuvo una calificación sensorial global de $4,69 \pm 0,25$ en una escala hedónica de 5 puntos, lo que refleja una alta aceptación por parte de los evaluadores. Por otra parte, cumplió con todos los análisis indicados en la normativa INEN 2295, garantizando la inocuidad del producto.

RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar estudios a escala y análisis económico que permitan determinar si existe viabilidad industrial y comercial del uso del almidón de malanga en productos alimenticios.
- Se recomienda realizar más investigaciones sobre la estabilidad y la vida útil de la mayonesa elaborada con almidón de malanga, con tiempos de almacenamiento más largos y con diferentes tipos de envases.
- Promover más el aprovechamiento de la malanga, y buscar alternativas de uso para subproductos o residuos de la extracción, logrando una sostenibilidad del proceso.

BIBLIOGRÁFIA

- Álvarez, A., Delgado, M., & Reyes, O. (2015). EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN DE LA MALANGA (Colocasia esculenta).<https://webquery.ujmd.edu.sv/siab/bvirtual/BLIOTECA%20VIRTUAL/TESIS/04/ALI/0001970-ADTESAE.pdf>
- Amaiz, S., Colivet, J., & Cañizares, A. (2018). Efecto del recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre los parámetros químicos y sensoriales de cascós de guayaba. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7210413.pdf>
- Aristizábal, J., & Sánchez, T. (2007). Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca. <https://www.fao.org/4/a1028s/a1028s.pdf>
- Bidari, R., Ahadi, A., Alfredo, R., & Linton, A. (2023, January 9). Characterization of Biodegradable Films Made from Taro Peel (*Colocasia esculenta*) Starch. *Polymers*. <https://www.mdpi.com/2073-4360/15/2/338>
- Boahemaa, L., Dzandu, B., Niilante, J., & Toah, P. (2024). Physico-chemical and functional characterization of flour and starch of taro (*Colocasia esculenta*) for food applications. *ELSEVIER*. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S294982442400020X>
- Campos, A., Panadés, G., & Rodríguez, J. (2021). Desarrollo de un aderezo de soya tipo mayonesa.[https://fototeca.uh.cu/files/original/2131454/Anier_Campos_Muino\[2021\].pdf](https://fototeca.uh.cu/files/original/2131454/Anier_Campos_Muino[2021].pdf)
- Carrasco, L., & Vásquez, M. (2018). Extracción de Almidón. <https://www.calameo.com/books/005193087c8fe3b2314cf>
- Coronel, A., & Chipana, G. (2022). Extracción de almidón de papa (*Solanum tuberosum*), yuca (*Manihot esculenta*), camote (*Ipomoea batatas*). AGRO-VET. <https://agrovet.umsa.bo/index.php/AGV/article/view/127/118>
- Dávila Soto, J. I. (2015). *Caracterización bioquímica y estructural de una amilasa de la lapa marina (Megathura crenulata)* (Tesis de licenciatura). Universidad Nacional Autónoma de México. <https://tesiunamdocumentos.dgb.unam.mx/ptd2015/octubre/0736366/0736366.pdf>
- Delgado, Y. (2018). APLICACIONES DE ALMIDONES NATIVOS Y MODIFICADOS EN LA INDUSTRIA LÁCTEA Y CÁRNICA. <https://repositorio.lamolina.edu.pe/server/api/core/bitstreams/c075196c-f217-4e13-8806-8beffc9e59cb/content>
- Dergal, S. (2015). Dergal (4, Ed.). <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/libro-badui200626571.pdf>
- Dorantes, M., López, M., Martínez, G., Meléndez, R., & Jiménez, o. (2024, April 20). Starch Extraction Methods in Tubers and Roots: A Systematic Review. *Agronomy*. <https://www.mdpi.com/2073-4395/14/4/865>
- El Productor. (2021). Ecuador PRIMER exportador de MALANGA a EE.UU. <https://elproductor.com/2021/02/ecuador-primer-exportador-de-malanga-a-ee-uu/>
- Espinosa, V., Zamudio, P., Espino, M., Vela, G., Rendón, R., Hernández, M., Hernández, F., López, H., Salgado, R., & Ortega, A. (2021, June 30). Physicochemical Characterization of Resistant Starch Type-III (RS3) Obtained by Autoclaving Malanga (*Xanthosoma sagittifolium*) Flour and Corn Starch. *Molecules*. <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/13/4006>
- Flores Vega, A. V., Morales Paredes, Y. R., Ferreira, A. C., & Santiesteban López, N. A. (2023). TRANSFERENCIA DE CONOCIMIENTOS EN EL USO DE ALIMENTOS

LOCALES SUBUTILIZADOS.

<https://assets.fsnforum.fao.org/public/contributions/2024/Transferencia%20de%20conocimiento%2Credicido.pdf>

García Daniela. (2024, January 22). *Así fue el plan que siguió esta pareja para llevar malanga amazónica a Walmart.* <https://www.forbes.com.ec/negocios/asi-fue-plan-siguió-esta-pareja-llevar-malanga-amazonica-walmart-n47001>

García, K. B. (2015). ELABORACIÓN DE CERVEZA ARTESANAL A PARTIR DE ALMIDÓN EXTRAÍDO DE TUBÉRCULOS ANDINOS.

<https://dspace.espoch.edu.ec:8080/server/api/core/bitstreams/a8ebed0b-f294-4397-8cce-8054a0062b08/content>

Gerrit, N. (2025). Market value of clean label food and drink products worldwide from 2020 to 2021, with a forecast for 2026.

<https://www.statista.com/statistics/1344617/market-value-of-fermented-food-ingredients/>

González, J., Godoy, S., Heredia, A., & Pulgar, L. (2020). Extracción de almidón de malanga blanca, una alternativa socioambiental para la producción de bases poliméricas biodegradables.

<https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/ConcienciaDigital/article/view/1263/3075>

Grigorov, E., Kirov, B., Marinov, M., & Galabov, V. (2021). Review of Microfluidic Methods for Cellular Lysis.

Heredia, D., & Pulgar, L. (2019). Comparación de dos métodos de extracción de almidón de *Colocasia esculenta* (Malanga blanca) para la obtención de un polímero biodegradable. <https://core.ac.uk/download/pdf/270184011.pdf>

Ingrassia, E. (2020). EVALUACIÓN FÍSICO-QUÍMICA Y SENSORIAL DE UNA MAYONESA ELABORADA CON ACEITE DE OLIVA VIRGEN VARIEDAD FRANTOIO. https://bdigital.uncu.edu.ar/objetos_digitales/14157/tesis-de-grado-estefana-ingrassia.pdf

Ingredion. (2020). Almidones Modificados. <https://www.ingredion.com/s/es-co/nuestros-ingredientes/ingredientes-por-tipo/almidores/almidon-modificado.html>

Kumar, R., Guha, P., & Prakash, P. (2024, August 11). Exploring the potential of taro (*Colocasia esculenta*) starch: Recent developments in modification, health benefits, and food industry applications. WILEY. <https://doi.org/10.1002/fbe2.12103>

León, G., León, D., Monroy, M., De La Espriella, S., & Herrera, A. (2020). Modificación química de almidones mediante reacciones de esterificación y su potencial uso en la industria cosmética. <https://www.redalyc.org/journal/559/55965386017/html/>

Lin, L., Zhang, L., Cai, X., & Liu, Q. (2018). The relationship between enzyme hydrolysis and the components of rice starches with the same genetic background and amylopectin structure but different amylose contents.

Madrigal, L., Hernández, J., Carranco, M., Calvo, M., & Casas, R. de G. (2018). Caracterización física y nutricional de harina del tubérculo de “Malanga” *Colocasia esculenta L. Schott* de Actopan, Veracruz, México.

Mazariegos Sánchez, A., Águila González, J., Milla Sánchez, A., Espinoza Zaragoza, S., Martínez Chávez, J., & López Sánchez, C. (2017). Cultivo de Malanga (*Colocasia esculenta Schott*) en Tuxtla Chico, Chiapas, México. <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/973/831>

- McClements, D. (2015). FOOD EMULSIONS, PRINCIPLES, PRACTICES, AND TECHNIQUES. <https://www.taylorfrancis.com/books/mono/10.1201/b18868/food-emulsions-david-julian-mcclements>
- Mendoza, J., Ávila, B. del C., & Mendoza, M. (2020, October). Formulación de mayonesa baja en grasa usando almidón de maíz modificado. <https://doi.org/10.22490/25904779.4135>
- Navarro Velásquez, A. (n.d.). Normas Técnicas Almidón de Yuca. Retrieved September 26, 2025, from <https://es.scribd.com/document/360179979/Normas-tecnicas-Almidon-de-Yuca>
- NMX-F-021-NORMEX-2006. (2006). NMX-F-021-NORMEX-2006: Alimentos – Mayonesa – Especificaciones y métodos de prueba. <https://platiica.economia.gob.mx/normalizacion/nmx-f-021-normex-2006/>
- NTE INEN 2295:2010. (2010). Mayonesa – Requisitos. <https://es.scribd.com/document/483436370/ec-nte-2295-2016-pdf>
- Palomo, V. (2024). Almidón: qué es, dónde está y cuáles son sus características nutricionales. <https://www.consumer.es/alimentacion/almidon-que-es-caracteristicas-nutricionales#:~:text=El%20almid%C3%B3n%20es%20un%20hidrato,encuentra%20en%20algunos%20alimentos%20procesados>
- Parreño, R. (2021). Efecto del almidón de yuca modificado en mayonesa reducida en grasa al correlacionar la estabilidad de la emulsión con la reacción antioxidante mediante cromatografía de gases y espectrometría de masas (GC-MS). https://www.researchgate.net/publication/351954832_Effect_of_Modified_Cassava_Starch_in_Reduced-fat_Mayonnaise_by_Correlating_Emulsion_Stability_with_Anti-oxidation_Reaction_Using_Gas_Chromatography-Mass_Spectrometry_GC-MS
- Peng, C. (2023). The science of food emulsions and their types. <https://doi.org/10.14303/ajfst.2023.037>
- Púa, A., Barreto, G., Zuleta, J., & Herrera, O. (2019, August). Análisis de Nutrientes de la Raíz de la Malanga (*Colocasia esculenta Schott*) en el Trópico Seco de Colombia. SciELO. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000400069>
- Román, L. (2015). DESARROLLO DE MAYONESA BAJA EN GRASA CON HARINA EXTRUSIONADA COMO INGREDIENTE FUNCIONAL. <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/6516/TFM-L135.pdf?sequence=1#:~:text=La%20mahonesa%2C%20con%20contenido%20en,representan%20una%20alternativa%20econ%C3%B3mica%2C%20y>
- Román, P., Valencia, L., Medina, J. de la C., & Nava, A. (2024). Cinética de secado de rodajas de malanga y el efecto en su calidad. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-34292024000100007#:~:text=El%20objetivo%20de%20este%20estudio%20fue%20realizar%20el,de%20malanga%20durante%20el%20secado%20combinado%20por%20IR-AC
- Rooyen, J., Simsek, S., Oyeyinka, S., & Manley, M. (2022). Holistic View of Starch Chemistry, Structure and Functionality in Dry Heat-Treated Whole Wheat Kernels and Flour. <https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC8774515/pdf/foods-11-00207.pdf>
- Rosicka, J., Komisarczuk, A., & Kwasniewska, I. (2018). Starch in Food Structure, Function and Applications. <https://shop.elsevier.com/books/starch-in-food/sjoo/978-0-08-100868-3>

- Sánchez, S., Narvaez, R., Neira, J., & Plua, J. (2023, May 23). Obtención de Almidón de Malanga: *Colocasia esculenta* L. y *Xanthosoma sagittifolium* L, mediante la aplicación de tres métodos químicos. <https://revistas.uteq.edu.ec/index.php/ingenio/article/view/677/766>
- Shacknai, G. (2022). Malanga: qué es y qué beneficios ofrece a la dieta. <https://www.womenshealthmag.com/es/nutricion-dietetica/a38135381/malanga-que-es/>
- Taghavi, E., Cynthia, A., Nordin, N., Rizal, A., Rasdi, N., & Abdul, N. (2024). Rheological and stability of mayonnaise-based Pickering emulsions stabilised by modified rice starch granules as a plant-based emulsifier. <https://ifst.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/ijfs.17292>
- Taslikh, M., Mollakhalili, N., Mirza, A., Mousavi, M., Nayebzadeh, K., & Mortazavian, A. (2021). Mayonnaise main ingredients influence on its structure as an emulsion. https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC9114219/pdf/13197_2021_Article_5133.pdf
- Timgren, A., Rayner, M., Dejmek, P., Marku, D., & Sjöö, M. (2015, February 7). Emulsion stabilizing capacity of intact starch granules modified by heat treatment or octenyl succinic anhydride.
- Torres, M., Carmona, R., & Aguirre, A. (2015). Obtención y caracterización estructural y funcional de almidón acetilado de malanga (*Colocasia esculenta Schott*). https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-09342015000400019
- Torres Rapelo, A., Montero Castillo, P., & González, J. (2015). Propiedades fisicoquímicas, morfológicas y funcionales del almidón de malanga (*Colocasia esculenta*). SciELO. https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1692-35612014000200011&script=sci_arttext
- Tosif, M., Najda, A., Klepacka, J., Bains, A., Chawla, P., Kumar, A., Sharma, M., Sridhar, K., Prakash, G., & Kaushik, R. (2022, March 15). A Concise Review on Taro Mucilage: Extraction Techniques, Chemical Composition, Characterization, Applications, and Health Attributes. Polymers. <https://www.mdpi.com/2073-4360/14/6/1163>
- Venegas, O., & Hernández, U. (2020). Utilización de harina y almidón nativo de malanga en productos cárnicos. <https://revcitech.iiia.edu.cu/revista/index.php/RCTA/es/article/view/135/116>
- Villarroel, Gómez, C., Vera, C., & Torres, J. (2018). Almidón resistente: Características tecnológicas e intereses fisiológicos. SciELO. <https://doi.org/10.4067/s0717-75182018000400271>
- Zúñiga, V. (2019). EXTRACCIÓN Y ANÁLISIS COMPARATIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL ALMIDÓN DE MALANGA (*Xanthosoma sagittifolium*), YUCA (*Manihot Esculenta*) Y PAPA CHINA (*Colocasia Esculenta*). <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/5485>

ANEXOS

Figura 7
Extracción de almidón

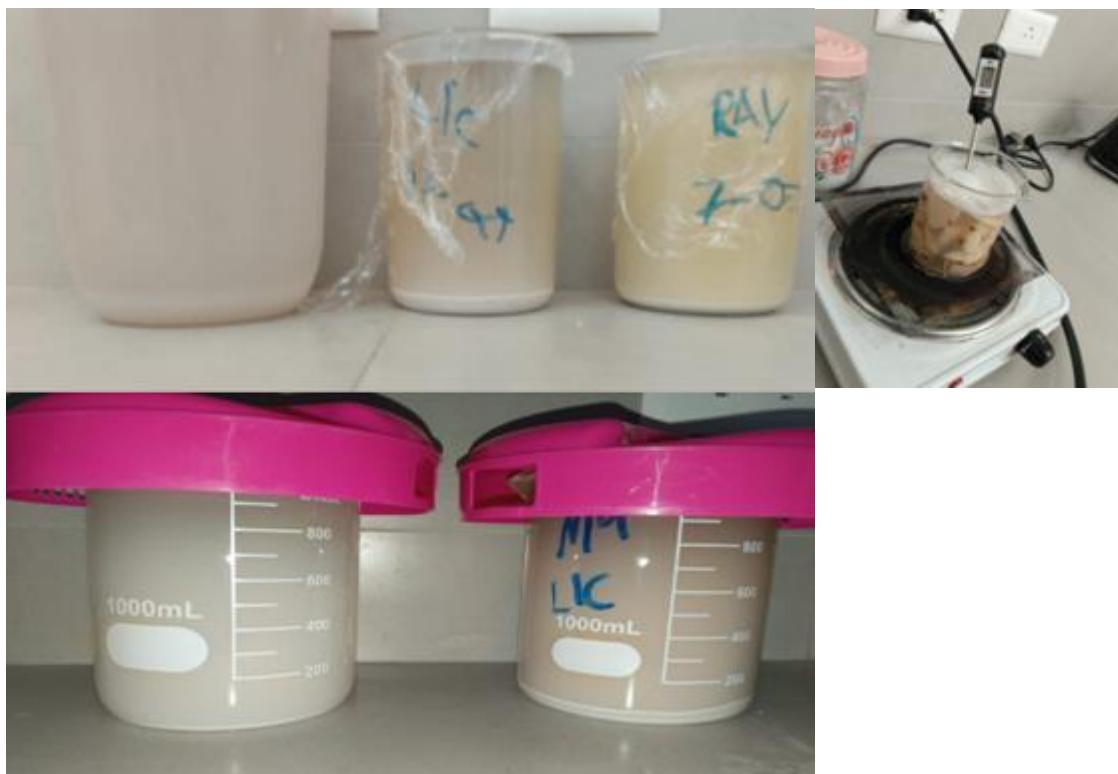


Figura 8
Métodos utilizados en la identificación y recuperación del almidón de malanga.



Figura 9
Pregelatinización de almidón



Figura 10
Análisis de calidad de almidón



Figura 11
Elaboración de mayonesa



Figura 12

Analisis fisicoquímico de mayonesa



Figura 13
Análisis microbiológicos de mayonesa



Figura 14
Resultados de análisis de grasa

SETLAB
SERVICIOS DE TRANSFERENCIA Y LABORATORIOS AGROPECUARIOS
 Dirección: Galo Plaza 28-55 y Jaime Roldós Teléfono 0998407494 Email: lucasilvax@yahoo.com
Eficiencia, confianza y seguridad, en sinergia con su empresa."

REPORTE DE RESULTADOS

Nombre del Solicitante / Name of the Applicant

Sr. Naethen Borja

Domicilio / Address

Riobamba-Av Víctor Emilio Estrada y Jaime Roldós Aguilera

Teléfonos / Telephones

Producto para el que se solicita el Análisis / Product for which the Certification is requested

Mayonesa baja en grasa con almidón de malanga como coestabilizante y texturizante.

Marca comercial / Trade Mark

No tiene

Características del producto / Ratings of the product

Color, Olor y sabor característico

Análisis Bromatológico

PARAMETRO	Muestra 1 Rch-11255	Muestra 2 Rch-11256	Muestra 3 Rch-11257	METODO/NORMA
Grasa, %	45.89	46.09	45.91	AOAC/Goldfish/ AOAC 920.39

Emitido en: Riobamba, el 20 junio de 2025

LUCIA
 MONSERRATH
 SILVA DELEY

 Firmado digitalmente
 por LUCIA
 MONSERRATH SILVA
 DELEY
 Fecha: 2025.06.20
 12:30:09 -05'00'

Ing. Lucía Silva Déley
RESPONSABLE TECNICO

SETLAB
 Servicio de Transferencia Tecnológica
 y Laboratorios Agropecuarios
 Galo Plaza 28 - 55 y Jaime Roldós
 032366-764

Figura 15

Recolección de datos de extracción

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS – EXTRACCIÓN DE ALMIDÓN

Método: Licuado

Repetición: 2

Nº de lavado	Agua usada (ml)	Prueba de Lugol (Positivo/Negativo)
1	190	Positivo
2	190	Positivo
3	190	Positivo
4	190	Positivo
5	190	Positivo
6	190	Positivo
7	190	Positivo
8	190	Negativo

Tiempo Total de secado (horas)	Almidón Obtenido (gramos)
8,54	25,23 → 28,03% Rendimiento

Figura 16

Recolección de datos de estabilidad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIA

FICHA DE RECOLECCIÓN DE DATOS – EVALUACIÓN FISICOQUÍMICA DE LAS
FORMULACIONES DE MAYONESA

Datos obtenidos de Tratamiento (T4)

Día	Viscosidad			Promedio
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
1	8889	8889	8889	8889
5	8826	8860	8845	8843,67
10	8798	8830	8815	8819,33
15	8763	8791	8776	8776,67
20	8725	8756	8741	8740,67
25	8695	8716	8701	8709
30	8643	8678	8663	8661,33

Día	pH			Promedio
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
1	3,77	3,77	3,77	3,77
5	3,77	3,77	3,76	3,76
10	3,76	3,75	3,75	3,75
15	3,72	3,72	3,71	3,71
20	3,67	3,65	3,65	3,65
25	3,63	3,61	3,61	3,61
30	3,6	3,58	3,58	3,58

Día	Acidez %			Promedio
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	
1	0,4224	0,4224	0,4356	0,4268
5	0,4224	0,4224	0,4356	0,4268
10	0,4224	0,4224	0,4356	0,4268
15	0,4224	0,4092	0,4092	0,4136
20	0,4092	0,4082	0,4092	0,4092
25	0,4092	0,396	0,4092	0,4048
30	0,396	0,396	0,4022	0,4009

Figura 17

Recolección de datos de aceptabilidad

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO
FACULTAD DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIA

ENCUESTA SENSORIAL – EVALUACIÓN DE MAYONESAS (TRATAMIENTOS EXPERIMENTALES)

INSTRUCCIONES:

Usted va a evaluar distintas muestras de mayonesa identificadas con diferentes codificaciones. Por favor, evalúe cada muestra en cuanto a color, olor, sabor, textura y calificación total, según su percepción personal, utilizando la siguiente escala:

1 = Muy malo | 2 = Malo | 3 = Regular | 4 = Bueno | 5 = Excelente

Sea honesto, no hay respuestas buenas o malas. Gracias por su colaboración.

EVALUACIÓN SENSORIAL

Código de muestra	Color	Olor	Sabor	Textura	Calificación Global
348	4	4	4	3	3
591	5	4	5	4	5
219	4	3	3	4	3

¿Cuál muestra le agradó más en general?

348 591 219