UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN

ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Caracterización de las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) para su uso en galletería

---

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención de Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología

Autor: Karen Estefania Cevallos Duque

Tutora: Mg. Alexandra Virginia Lascano Sumbana

Ambato – Ecuador

Julio-2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Mg. Alexandra Virginia Lascano Sumbana

CERTIFICA

Que el presente Informe Final de Trabajo de Titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 23 de junio de 2025.



Mg. Alexandra Virginia Lascano Sumbana

1803338175

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Karen Estefania Cevallos Duque, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Trabajo de Titulación, opción proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



_____

Karen Estefania Cevallos Duque

1725495103

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Trabajo de Titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Trabajo de Titulación, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



_____

Karen Estefania Cevallos Duque

1725495103

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos Profesores Calificadores, aprueban el presente Informe Final de Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
DOLORES DEL ROCIO
ROBALINO MARTINEZ
Validar únicamente con FirmaEC

Presidente del tribunal

Firmado electrónicamente por:
MAYRA LILIANA
PAREDES ESCOBAR
Validar únicamente con FirmaEC

Dra. Mayra Liliana Paredes Escobar

0501873954

Firmado electrónicamente por:
ANDREA VERONICA
DELGADO RAMOS
Validar únicamente con FirmaEC

Mg. Andrea Verónica Delgado Ramos

0401305008

Ambato, 08 de julio de 2025

DEDICATORIA

Este proyecto de titulación, así como todos mis logros, va dedicado en primer lugar a Dios, por guiar mi camino, aún en los momentos de oscuridad, a pesar de tener tropiezos y malos momentos, siempre está conmigo. A mi querida familia, mi papá Hernán, mi mamá Mónica, mis hermanos: David, Gabriela y Samantha, quienes siempre sido mi apoyo y fundamental para poder culminar con éxito mi carrera universitaria. Sus palabras y afecto constantes han sido una fuente de inspiración para mejorar cada día, enseñándome el valor del esfuerzo, la dedicación y los principios.

A los niños, cuya alegría y ocurrencias logran sacar una sonrisa incluso en los momentos difíciles mi hijo Felipe y mis sobrinos Martín y Salomé, deseo que siempre puedan contar conmigo como un apoyo incondicional.

Dedico esta tesis también a mis profesores, cuya guía ha sido esencial en mi desarrollo académico. A mis amigos y compañeros de universidad, con quienes compartí tanto alegrías como desafíos. A quienes han estado cerca de mí gracias por ser parte fundamental de mi crecimiento personal y profesional. Agradezco profundamente su apoyo, comprensión y amistad, que siguen presentes en mi vida. Así mismo, a todas aquellas personas que, aunque solo estuvieron por un tiempo, me dejaron valiosas enseñanzas y recuerdos imborrables.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por siempre encontrar la manera de apoyarme y guiarme, porque a pesar de mis errores ha sido la luz en cada uno de esos momentos. Sobre todo, por escribir recto en reglones torcidos y brillar a través de mí. Toda la honra y toda la gloria de cada uno de mis logros estará dedicado a la persona que me tiene de pie por sus grandes propósitos.

A mis papás Mónica y Hernán por ser un apoyo fundamental y nunca rendirse, a mis hermanos por su ejemplo y sus grandes triunfos, gracias a ellos soy la persona que soy ahora. A mis abuelitos Ruth y Jorge, porque en cada etapa de mi vida han sido la luz y el motivo más grande para seguir adelante. Sobre todo, a mi hijo porque a pesar de su corta edad entiende los esfuerzos que se debe hacer para conseguir grandes triunfos, por ser mi motivo más grande y el amor de mi vida, a su padre porque a pesar de las situaciones en las que la vida nos pone el tiempo que compartimos, los recuerdos y el cariño siempre serán parte de mis recuerdos.

Agradezco a mi tutora la Mg. Alexandra Lascano por guía y paciencia en este trabajo, también a la Mg. María Eugenia García Pazmiño, a la Dra. Mayra Paredes Escobar y a la Ing. Isabel Guerrero por cada una de las indicaciones hacia este proyecto.

También agradezco a mis amigos que me acompañaron desde el primer escalón Liliana, Stiven, María, Fernando, Kike y Robert. Además, a mis amigos que estuvieron en buenos y malos momentos sacándome siempre una sonrisa Joseph, Damián, Jairo y Danna. Y a aquellos amigos que por circunstancias y decisiones tomamos caminos diferentes David, Jorge Luis y Sebastián, siempre encontraron un pedazo suyo en mi corazón. Cada uno de ellos hizo de mi experiencia universitaria única y divertida, su compañía ha sido clave en cada momento para llegar a este logro académico.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS viii

ÍNDICE DE TABLAS x

ÍNDICE DE FIGURAS xi

ÍNDICE DE ECUACIONES xii

RESUMEN EJECUTIVO xiii

ABSTRACT xiv

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO 1

1.1 Antecedentes investigativos 1

1.1.1 Justificación 1

1.1.2 Plantas medicinales 2

1.1.3 Generalidades de verbena litoralis 2

1.1.4 Composición de la verbena 3

1.1.5 Harina de plantas no convencionales 4

1.1.6 Beneficios del uso de harinas no convencionales 4

1.1.7 Factores que intervienen en el desarrollo de verbena 5

1.1.8 Métodos de obtención de la harina 5

1.1.9 Propiedades funcionales de la harina 5

1.1.10 Harina de trigo 6

1.1.11 Galleta 6

1.2 Objetivos 7

1.2.1 Objetivo General 7

1.2.2 Objetivos específicos 7

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA 8

2.1 Materiales 8

2.2 Métodos 9

2.2.1 Obtención de harina de verbena (*Verbena litoralis* K.*)* mediante el método de secado en bandejas 9

2.2.2. Evaluación de las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas en la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.). 10

2.2.3. Determinación de la aceptabilidad sensorial de la galleta elaborada con harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) 17

2.2.4. Análisis estadístico para la interpretación de resultados 18

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN 19

3.1 Análisis y discusión de los resultados 19

3.1.1 Obtención de harina de verbena *(Verbena litoralis* K.) 19

3.1.2 Evaluación de las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas en la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) 19

3.1.3 Evaluación de la aceptabilidad sensorial de la galleta elaborada con harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) 31

3.2 Verificación de hipótesis 33

CAPÍTULO IV.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 34

4.1 Conclusiones 34

4.2 Recomendaciones 35

MATERIALES DE REFERENCIA 36

Referencias bibliográficas 36

ANEXOS 48

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. *Reactivos, materia y equipos que se utilizaron para la caracterización de la harina de verbena (Verbena litoralis K.)* 8

Tabla 2. Formulación para galletas a diferentes sustituciones de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) 17

Tabla 3. Rendimiento de las hojas de verbena (*Verbena litoralis* K.) en cada etapa del proceso19

Tabla 4. Propiedades bromatológicas de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)..... 20

Tabla 5. Resultados de la determinación de color en harina de verbena (*Verbena litoralis* K.). 21

Tabla 6. Análisis granulométrico en harina de verbena (Verbena litoralis K.) …...……21

Tabla 7. Análisis fisicoquímico de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)..... 22

Tabla 8. Propiedades funcionales de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)..... 24

Tabla 9. Propiedades de gelatinización de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)..... 27

Tabla 10. Puntuaciones sensoriales de las galletas a distintos tratamientos.....31

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de harina de verbena 10

Figura 2. Propiedades de gelatinización de harina de trigo en RVA 30

Figura 3. Propiedades de gelatinización de harina de verbena réplica 1 en RVA 30

Figura 4. Propiedades de gelatinización de harina de verbena réplica 2 en RVA 30

Figura 5. Propiedades de gelatinización de harina de verbena réplica 3 en RVA 31

Figura 6. Aceptabilidad sensorial de las galletas a diferentes tratamientos frente al control..... 32

ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo de la acidez titulable 11

Ecuación 2. Cálculo del croma C* 11

Ecuación 3. Cálculó de tono °H 11

Ecuación 4. Cálculo de la masa retenida en los distintos tamices 12

Ecuación 5. Cálculo de humedad 12

Ecuación 6. Cálculo de cenizas 13

Ecuación 7. Cálculo de fibra 13

Ecuación 8. Cálculo de grasa cruda 13

Ecuación 9. Cálculo de proteína 14

Ecuación 10. Cálculo de carbohidratos totales 14

Ecuación 11. Cálculo de las calorías totales 15

Ecuación 12. Cálculo de la densidad aparente 15

Ecuación 13. Cálculo de la capacidad de absorción del agua (CAA) 15

Ecuación 14. Cálculo de la capacidad de absorción del aceite (CAG) 16

Ecuación 15. Cálculo de la capacidad emulsificante (CEM) 16

Ecuación 16. Cálculo del índice de solubilidad en agua 16

RESUMEN EJECUTIVO

La verbena (*Verbena litoralis* K.) es una especie de planta fanerógama perteneciente a la familia de las verbenáceas y ha sido utilizada durante largos años en el campo medicinal debido a sus propiedades antiinflamatorias, antibacteriales y antioxidantes, con principios bioactivos como flavonoides, aceites esenciales, taninos y terpenoides. Este estudio tuvo como objetivo identificar las propiedades fisicoquímicas, bromatológicas y funcionales de la verbena para su posterior conversión en harina y elaborar galletas con sustitución parcial de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) en porcentajes de 0, 10, 15 y 20. Los resultados indicaron una harina rica en proteína (21,20 por ciento), grasa (2,46 por ciento) y fibra dietética (33,72 por ciento). En sus propiedades funcionales se encontraron resultados para densidad aparente (0,25 gramo sobre mililitro), capacidad de absorción de agua (1,65 gramo de agua sobre gramo de muestra), capacidad de absorción de aceite (1,1 gramo de aceite sobre gramo de muestra), capacidad emulsificante (20,83 por ciento) y capacidad de gelificación (14,01 por ciento). Por medio del RVA se identificaron algunas propiedades funcionales como su gelatinización y contenido de almidón tienen buenas propiedades, sin embargo, será necesario complementar con una materia prima con las características adecuadas. Las galletas con sustitución parcial del 10 por ciento tuvieron mayor aceptabilidad sensorial en cuanto a sabor, aceptabilidad y textura.

Palabras clave: Verbena, trigo, bioactivos, propiedades bromatológicas, propiedades funcionales, galletas.

ABSTRACT

Verbena (Verbena litoralis K.) is a phanerogamous plant species belonging to the verbenaceae family and has been used for many years in the medicinal field due to its anti-inflammatory, antibacterial and antioxidant properties, with bioactive principles such as flavonoids, essential oils, tannins and terpenoids. The objective of this study was to identify the physicochemical, bromatological and functional properties of verbena for its subsequent conversion into flour and to prepare cookies with partial substitution of wheat flour (Triticum aestivum L.) in percentages of 0, 10, 15 and 20. The results indicated a flour rich in protein (21.20 percent), fat (2.46 percent) and dietary fiber (33.72 percent). In its functional properties, results were found for apparent density (0.25 gram per milliliter), water absorption capacity (1.65 gram of water per gram of sample), oil absorption capacity (1.1 gram of oil per gram of sample), emulsifying capacity (20.83 percent) and gelling capacity (14.01 percent). By means of the RVA, some functional properties were identified, such as gelatinization and starch content; however, it will be necessary to complement with a raw material with the appropriate characteristics. Cookies with 10 percent partial substitution had higher sensory acceptability in terms of flavor, acceptability and texture.

Keywords: Verbena, wheat, bioactive compounds, bromatological properties, functional properties, cookies.

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Justificación

La planta de verbena (*Verbena litoraris* K.) es una especie de la familia Verbenaceae, con más de 100 géneros y 250 especies que crecen en climas tropicales y subtropicales. Principalmente es empleada en la medicina tradicional por su propiedad antioxidante, antimicrobiano, antiinflamatorio, anticancerígeno neuroprotector, analgésico o anticonvulsivo **(de Lima et al., 2018; Kubica et al., 2020; Soares et al., 2020)**. Sin embargo, la eficacia y seguridad de este tipo especies no están bien dilucidadas y, los reportes científicos sobre sus propiedades químicas, farmacológicas y toxicológicas, sobre todo para su uso dentro del campo alimentario, son limitados.

Con base en **Silverio-Calderón (2019),** esta especie presenta un contenido de minerales no mayor al 5% y en humedad, inferior a 10%. Por su parte, **Polumackanycz et al. (2022)** indican que el contenido de proteína de verbena es de 5,9%; fibra, 70%; y carbohidratos, 17%. Estudios previos con extractos de *V. litoralis* han determinado la presencia de flavonoides, antracenósidos, cardioactivos, saponinas hemolíticas, taninos catequínicos y carotenoides en esta planta **(Eslami-Farouji & Khosravi, 2024)**. Conjuntamente, **Liu et al. (2025)** y **de Lima et al. (2020)** resaltan la actividad hepatoprotectora de esta planta. Así también**, (Boix-Castejón et al., 2018)** han estudiado que los polifenoles de verbena modulan biomarcadores relacionados con el apetito en personas con sobrepeso, al aumentar el mantenimiento de la pérdida de peso a largo plazo.

Con ello, se busca generar información para aprovechar sus propiedades nutricionales en alimentos funcionales. También se ha descubierto que su ingesta genera beneficios por su propiedad inhibidora hacia algunas enfermedades como cáncer, Alzheimer y diabetes, debido a sus compuestos bioactivos, además de su potencial antimicrobiano de extractos de *V. litoraris* sobre cepas patógenas responsables de infecciones gastrointestinales **(de Lima et al., 2020; Guamán Ordoñez et al., 2025; Rodríguez et al., 2024)**.

Con relación a los antecedentes expuestos acerca de las propiedades nutricionales que contiene la planta, en la presente investigación se estableció caracterizar las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) para su uso en galletería, de modo que este proyecto sea un incentivo para investigaciones futuras acerca de su empleo dentro del campo alimentario, con el fin de generar un impacto positivo a la salud de los consumidores.

1.1.2 Plantas medicinales

Existe una gran variedad de especies con propiedades medicinales presentes en el Ecuador, debido a sus condiciones climáticas **(Clavijo & Yánez, 2017).** La región amazónica se caracteriza por su gran biodiversidad de plantas. En la provincia de Morona Santiago se encuentran 23 comunidades Shuar que todavía conservan sus tradiciones culturales. Sin embargo, en este periodo de tiempo se identificó que solo el 40% de la población utilizan la medicina natural. Mientras que el 60% busca la medicina farmacéutica para controlar sus enfermedades **(Vega, 2015).** La preservación de los recursos naturales es un incentivo para varios de los artículos que se enfocan en la biodiversidad de pueblos o comunidades, ya que se genera un aporte nutricional, medicinal y económico.

Durante los análisis de estudios de campo se determinó que los pueblos y lideres de estas comunidades vivían largos años, debido al uso de plantas medicinales para el control de enfermedades o infecciones. Además, para el manejo de patologías, otro de los factores importantes era en la alimentación **(Patiño & Quizhpi, 2021).** La mayoría de las plantas que están presentes en esta región poseen grandes cualidades. No obstante, existe un gran porcentaje de riesgo por peligro de extinción, debido a la tala de árboles descontrolada. Por estos factores se han abierto varios estudios que informen a la población la importancia de mantener y aprovechar este tipo de especies **(Reyes et al., 2019).**

1.1.3 Generalidades de verbena litoralis

Como su nombre lo indica, la planta medicinal verbena (*Verbena litoralis* Kunt) forma parte de la familia Verbenaceae, cuyas plantas se asemejan morfológicamente a las Lamiaceae y se identifica por ser una especie nativa de América del Sur **(Zanzirolani De Oliveira et al., 2024)**. Necesita de varias condiciones ambientales para su crecimiento, como el clima de bosque tropical con temperaturas de alrededor de 25 a 27°C y humedad del 70 a 80% **(Guamán-Ordoñez, 2025)**. Su hábitat se encuentra compartido por varias especies de plantas igualmente amazónicas como jengibre, hierba luisa, guayusa, guayaba, entre otras **(De Souza, 2005).**

Guamán-Tipantuña, (2019) presentó en su estudio que la verbena es una especie que se destaca por sus características físicas, entre ellas se identifica por ser leñosa y perenne. Generalmente sus dimensiones son de grosos 1,5 centímetros, mientras que su altitud puede llegar a ser de 150 centímetros y contiene brácteas florales con un distinguido color lila midiendo de 4 a 16 centímetros. Esto varía de acuerdo con las condiciones en las que crecerá la planta.

A pesar de ser conocida por sus propiedades medicinales, hay pocos estudios que avalan todas sus aplicaciones. Son de gran utilidad entre la comunidad debido a su disponibilidad y adaptabilidad económica **(De Lima, 2018).** Presenta una gran variedad de beneficios como la antinflamación, dolores

estomacales y actúa contra la fiebre. Para aprovechar todas propiedades nutracéuticas, **Vega (2015) manifiesta que** es necesario cosechar sus extremos durante la floración, antes de la aparición del fruto.

1.1.4 Composición de la verbena

La composición fisicoquímica puede variar en función de las condiciones ambientales en las que se desarrollan, como el pH y nutrientes presentes en el suelo **(Cruz et al, 2023)**. Entre sus componentes principales se encuentran taninos, flavonoides, polisacáridos como mucilago, metabolitos secundarios como saponina y tri-terpenos, diferentes sales minerales, una pequeña cantidad de aceite esencial y dos glucósidos que son verbenina y verbenalina conocidos por sus propiedades terapéuticas **(Guamán-Ordoñez, 2025)**.

Además, contiene vitaminas A, B y C, extractos naturales como esteroles, fenilpropanoides, feniletanoides antocianinas y cardioactivos. Entre los estudios en los que se ha destacado la *V. litoralis* está la determinación de compuestos fenólicos y en el análisis el grado de tolerancia a hidrocarburos **(Braz, 2020).**

1.1.4.1 Composición fitoquímica

La planta medicinal verbena litoralis tiene en su composición una gran cantidad de compuestos bioactivos de gran importancia como flavonoides, antoninas, saponinas hemolíticas, taninos y carotenoides **(Porras & Marcatinco, 2020).** Los flavonoides presentes en la planta se identifican como luteolina, apigenina, quercetina y kaempferol, compuestos que se conocen por tener propiedades antioxidantes. Los glucósidos mencionados anteriormente se analizaron por medio de técnicas fitoquímicas **(Guamán-Tipantuña, 2019).** Los taninos son compuestos fenólicos que contienen características astringentes y antinflamatorias. Por su parte, los alcaloides con una gran variedad de actividad biológica son reconocidos por producir sustancias cardiotónicas que mejoran el rendimiento del corazón **(de Lima et al., 2020)**.

Los flavonoides presentes en las plantas son de gran importancia en el campo medicinal, ya que se identifican como pigmentos que tienen la característica de ser solubles en agua **(Guamán-Tipantuña, 2019).** Además de actuar como antioxidantes que generan la eliminación de radicales hidroxilo y aniones como superóxido. Uno de los factores que promueve su aplicación en la medicina es por su capacidad antinflamatoria que se encuentra dentro del proceso para el desarrollo del cáncer **(de Lima et al., 2020)**.

Conjuntamente, se encuentran en las vacuolas de la célula vegetal de la piel de las frutas, teniendo un aporte importante en el color y sabor del alimento. La mayoría de estos compuestos son solubles en agua y no son sintetizados por el cuerpo humano **(Ochoa & Ayala, 2004).** Tiene grandes beneficios en

la salud al ser consumidos como evitar la formación de coágulos sanguíneos. La ingesta de flavonoides debe ser alrededor de 23 mg/día, debido a esto es necesario consumirlos mediante alimentos o suplementos **(Martínez et al., 2002).**

1.1.5 Harina de plantas no convencionales

En los últimos años la aplicación de plantas en la elaboración de harina y productos derivados ha aumentado de manera significativa, debido a sus componentes nutricionales, puesto que representan una alternativa para personas intolerantes al gluten y necesitan incluir en su dieta alimentos más digeribles **(Dussan et al., 2019).** Generalmente en zonas rurales y en la Amazonía ecuatoriana se identifica una gran biodiversidad de estas plantas medicinales **(Escobar et al., 2016).**

En otra investigación se estudiaron los perfiles fitoquímicos de la hierba luisa (*Lippia citriodora*) y su posible aplicación en el enriquecimiento de galletas, encontrándose efectos positivos en el aroma y el sabor de las galletas durante el almacenamiento, ya que la hierba luisa puede aumentar la calidad comestible, prolongar la vida útil y mantener la integridad de los productos de panadería con alto contenido de grasa **(Hematian Sourki et al., 2021)**. También, **Hossain et al. (2021)** en su estudio indicaron que las galletas enriquecidas con polvo de hojas de menta, a una sustitución del 5% de maida, resultaron superiores en todas las cualidades sensoriales. Sin embargo, se observaron ciertos efectos adversos en casi todos los parámetros de calidad de las galletas, que podrían reducirse mediante la adición de diversos modificadores y aditivos para obtener galletas de excelente calidad.

Sin embargo, **Kazi et al. (2018)** destacan que las plantas aromáticas pueden estar contaminadas con una amplia gama de microorganismos, lo que las convierte en un riesgo potencial para la salud cuando se infusionan o se añaden en alimentos. Por lo tanto, para garantizar la seguridad, es necesario efectuar tratamientos, como el ozono gaseoso, sobre la población de recuentos aeróbicos en placa (APC), indicadores higiénicos (*Escherichia coli*, *Enterococcus* spp. y Enterobacteriaceae) y hongos.

1.1.6 Beneficios del uso de harinas no convencionales

La incorporación de plantas como suplemento en harinas es de gran importancia debido a los múltiples beneficios que aporta al alimento. En las propiedades reológicas permite que exista una mayor viscosidad por la interacción con proteínas y carbohidratos, mejora la textura y estructura de productos al modificar la estructura del almidón con la gelatinización, debido a sus propiedades genera una protección antioxidante **(Karwowski, 2013).** Los compuestos bioactivos presentes en la harina de verbena como flavonoides y antocianinas al momento de la incorporación de harinas para galletería generan varias ventajas como mejorar la calidad y aumentar la vida útil de los productos **(Tavares et al., 2022).**

1.1.7 Factores que intervienen en el desarrollo de verbena

La verbena (*verbena litoralis K.)* es una planta que contiene compuestos bioactivos importantes como flavonoides, terpenos y acido fenólico que actúan como antioxidantes que permiten reducir el estrés oxidativo. Por el contrario, al estar en contacto con la superficie en donde se desarrolla puede contener varios contaminantes como plagas, fertilizantes y químicos presentes. Por tanto, requiere de un clima tropical para su adecuado crecimiento, es decir que, si no se encuentra en estas condiciones. Los compuestos bioactivos varían dependiendo las características de cultivo y el estado de madurez en el que se encuentra la planta. Para la obtención de harina de verbena existen procesos que pueden modificar los compuestos del producto final, en la etapa de extracción, moliendo y almacenamiento **(Ortega et al., 2018).**

1.1.8 Métodos de obtención de la harina

Para la obtención de harina, **Giraldo et al. (2006) describen** que se puede realizar un secado mediante bandejas con el fin de reducir el contenido de humedad de las hojas de verbena, evitando así que se eliminen compuestos sensibles del producto como aceites esenciales. Un secado homogéneo en cada una de las hojas por el aire constante y la distribución uniforme mantiene la calidad y compuestos bioactivos del producto mediante el control de la temperatura **(Alava et al., 2018).**

Es importante la selección y lavado para la eliminación de impurezas de la materia prima. En la investigación de **Aghdam et al. (2019)** para el caso de hierba luisa (*Lippia citriodora*) se mencionó que, en términos de la operación de secado, pueden existir varias condiciones que incluyen: secado a la sombra, secado en el horno a 35, 45 y 55 °C, y secado en el horno de microondas a potencias de 100, 500 y 1000 W. Para ello, el proceso de secado en horno, el material vegetal se extiende en una bandeja en una capa delgada. En el caso del horno microondas, con 2250 W de potencia y 2450 MHz para secar las muestras de plantas. El proceso de secado finalizará cuando la humedad de las hojas alcance el 10 %. Otros autores también sugieren un secado a temperatura ambiente (28 ± 2°C) durante 72 horas **(Hematian Sourki et al., 2021)**.

1.1.9 Propiedades funcionales de la harina

De acuerdo con **Ramírez & Pacheco (2009),** las características que permiten identificar el comportamiento de la harina para el procesamiento de alimentos influyen directamente en la calidad del producto final, son:

- **Capacidad de absorción de agua:** Es importante conocer cómo actúa la harina con respecto a la absorción de agua en una mezcla, ya que de acuerdo con esta característica se definirá la calidad de la masa. Si se concluye que la absorción del agua es alta, la estructura de la galleta y los productos derivados con esta mezcla será consistente.

- **Capacidad de absorción de aceite:** Es una característica que afecta al producto final en su textura y friabilidad, principalmente en galletas o pasteles. Una harina con alta capacidad de absorción de aceite retiene mejor los sabores y aromas de los ingredientes lipídicos, lo que se atribuye a textura más suave y crujiente.
- **Capacidad gelificante:** Esta propiedad se identifica durante la cocción de la harina en donde el almidón se gelatiniza debido a la absorción de agua e hinchamiento provocando que se obtenga una masa elástica, lo que afecta directamente la textura del producto final.
- **Capacidad emulsificante:** Se encarga de identificar la habilidad de la harina para la formación y estabilización de emulsiones, esto se debe principalmente al contenido de lípidos y proteínas contenidas en la harina.

1.1.10 Harina de trigo

El trigo blando (*Triticum aestivum* L) se ha cultivado, en su mayor parte, para tener un bajo contenido de proteína y una textura de grano suave, y se utiliza principalmente para productos alimenticios que requieren una miga tierna, como pasteles, magdalenas, panqueques, galletas y otros productos similares **(Ma & Baik, 2018)**.

El ingrediente principal de las galletas es la harina de trigo. Esta contiene proteínas como la gliadina y la glutenina. En presencia de agua, estas proteínas se combinan para formar gluten. La formación del gluten, su resistencia y elasticidad dependen en gran medida de las especificaciones de la harina, la receta y los procesos de mezclado y moldeado. El almidón es el componente principal de la harina de trigo. Representa casi la totalidad del contenido de carbohidratos y alrededor del 80% del contenido energético total de la harina de trigo **(Davidson, 2019)**.

1.1.11 Galleta

Con base en la Normativa Técnica Ecuatoriana **INEN 2 085, 2005,** las galletas son definidas como:

> "*Productos obtenidos mediante el horneo apropiado de las figuras formadas por el amasado de derivados del trigo u otras farináceas con otros ingredientes aptos para el consumo humano, y se clasifican en: simples, saladas. dulces, wafer, con relleno, revestidas o recubiertas y bajas en calorías*".

En concordancia con **Hazelton et al. (2003)**, la mayoría de las galletas se diferencian de otros productos de cereales horneados por su bajo contenido de humedad. Los panes y pasteles terminados suelen tener un contenido de humedad del 35-40% y del 15-30% respectivamente, mientras que las galletas suelen contener solo del 1-5%.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

- Caracterizar las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas de la harina de verbena (*Verbena litoralis K.)* para la adición en la formulación de galletas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Obtener harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) mediante el método de secado en bandejas.
- Evaluar las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas en la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.).
- Determinar la aceptabilidad sensorial de la galleta elaborada con harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

CAPÍTULO II. METODOLOGÍA

2.1 Materiales

En el presente trabajo de titulación, la planta verbena (*Verbena litoralis* K.) fue cultivada en Quito, parroquia San Antonio de Pichincha, debido a sus condiciones climáticas. La parte experimental se llevó a cabo en los laboratorios académicos de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato. En la Tabla 1, se enlistan los reactivos, material fungible y equipos que se utilizaron durante la investigación

Tabla 1.

Reactivos, materia y equipos que se utilizaron para la caracterización de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Materia prima	**Cantidad**
Hojas de verbena *(Verbena litoralis K.)*	500 g
Harina de trigo	100 g
Huevos	3 u
Azúcar impalpable	35 g
Cremapan	60 g
Leche en polvo	20 g
Polvo de hornear	1 g
Material fungible	**Cantidad**
Papel aluminio	1
Guantes de nitrilo	3
Papel film	1
Fundas ziploc	3
Materiales de laboratorio	**Cantidad**
Vasos de precipitación	3
Crisoles	3
Rotulador	1
Espátula	1
Tamiz	1
Probeta	2

Reactivos	Cantidad
Fenolftaleína	5 mL
Hidróxido de sodio	50 mL
Ácido clorhídrico	20 mL
Hexano	20 mL
Equipos	**Cantidad**
Balanza Analítica	1
Desecador	1
Deshidratador	1
Estufa	1
Aqualab	1
Potenciómetro	1
Colorímetro	1
Dumas Nitrogen Analyzer	1
Extractor Soxhlet	1
Rapid Visco Analyzer (RVA)	1

2.2 Métodos

2.2.1 Obtención de harina de verbena (*Verbena litoralis* K.*)* mediante el método de secado en bandejas

2.2.1.2 Recolección de la materia prima

La planta medicinal verbena (*Verbena litoralis K.)* fue cultivada en la mitad del Mundo, de la ciudad de Quito. Debido a las condiciones climáticas de la ubicación, las dimensiones de las hojas cosechadas eran de un tamaño y color adecuado. Esta etapa se efectuó durante la mañana para evitar exceso de humedad, con base en la metodología de **Tipantuña Guaman (2019).** La verbena obtenida se colocó en bolsas de polietileno para su posterior selección y lavado. La cantidad total de plantas fue de 1,2 kg.

2.2.1.3 Elaboración de la harina

Para la obtención de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) se realizó una selección y lavado de la planta, después se colocó en un secador de bandejas durante 13 horas a una temperatura de 41 a 45°C, hasta obtener una humedad del 12% como lo indica la normativa **NTE INEN 616 (2006).** Posteriormente se trasladó a un molino para su trituración y finalmente fue tamizado con el objetivo de eliminar partículas gruesas hasta obtener la harina como polvo fino. Para su almacenamiento, se colocó en fundas de polietileno denominadas como ziploc, acorde al procedimiento de **Vega (2015).**

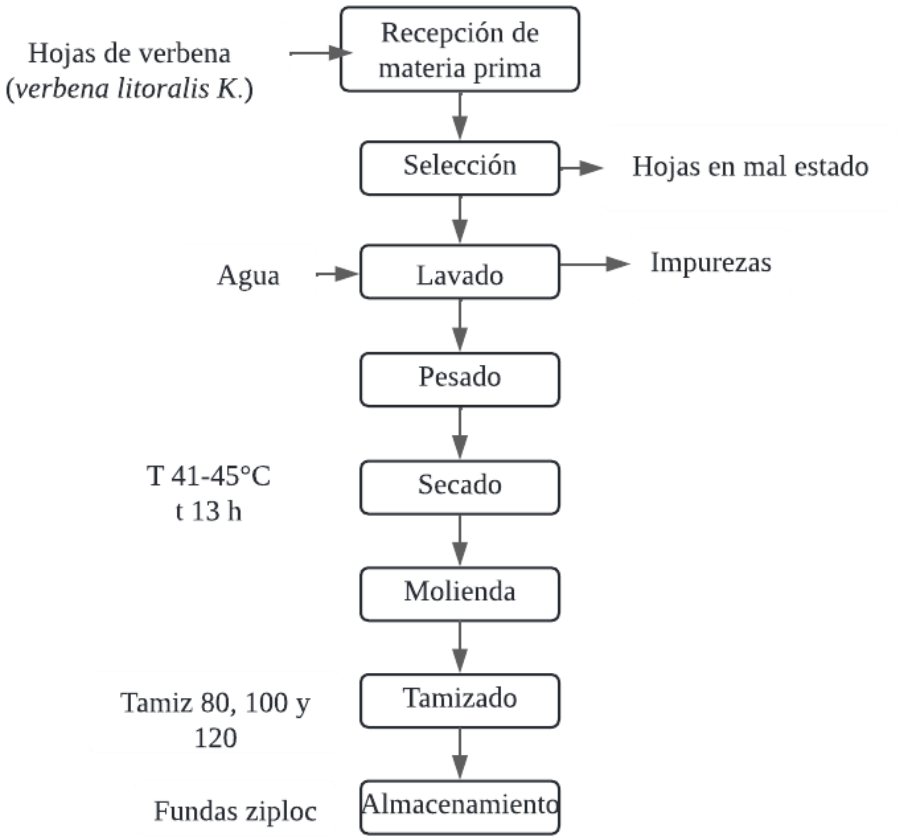


Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de harina de verbena

2.2.2. Evaluación de las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas en la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.).

2.2.2.1. Propiedades bromatológicas de la harina de verbena

2.2.2.1.1. Determinación de pH

Se utilizó la norma técnica ecuatoriana **NTE INEN 526 (2013)** para la determinación de pH, con el empleo de un potenciómetro (Orion Versastar Meter). La lectura de los resultados fue directa al introducir el electrodo en la solución de harina de verbena con agua destilada. El proceso se realizó por duplicado.

2.2.2.1.2. Determinación de la actividad de agua

La determinación se realizó con el equipo (Aqualab, modelo 4TE), cuyos resultados se expresaron directamente al finalizar la medición, siguiendo el protocolo de **Labuza et al. (1976).**

2.2.2.1.3. Determinación de acidez titulable

La determinación de acidez titulable se basó en la Norma Técnica Ecuatoriana **NTE INEN 521 (2013).** La metodología descrita en la norma se indica en los siguientes pasos:

De la harina obtenida se pesó 5 g y se colocó en un matraz Erlenmeyer de 100 cm^3. Posteriormente se agregó 50 cm^3 de alcohol al 90% neutralizado y se agito por dos minutos. Se mantuvo en reposo durante 24 horas. Del líquido sobrenadante se tomó una alícuota de 10 cm^3 con una pipeta y se agregó en un matraz Erlenmeyer; se adiciono 2 cm^3 de solución indicadora de fenolftaleína. La titulación se realizó con 0,02 N de hidróxido de sodio hasta que se obtuvo un cambio de color.

Para la determinación de la acidez titulable en base seca se calculó con la siguiente ecuación:

$$A = \frac{490\ NV}{m\ (100 - H)} * \frac{V1}{V2} \qquad \textit{[Ecuación 1]}$$

- A= cantidad de acidez de harina vegetal con el porcentaje expresado en masa de ácido sulfúrico.
- N= Normalidad de hidróxido de sodio.
- V=Volumen de hidróxido de sodio utilizado en la titulación.
- V1=Volumen de alcohol utilizado.
- V2= Volumen de la alícuota.
- m= masa de la muestra.
- H= % de humedad en la muestra.

2.2.2.2. Determinación de las propiedades tecnológicas de la harina de verbena

2.2.2.2.1. Determinación de color

La identificación del color de la harina como muestra resultante se realizó por medio del colorímetro (LOVILOND, MD200) con la metodología descrita en el manual del equipo **(Ocaña, 2019)**. Para la determinación se encontraron diferentes factores de color como; L^* (luminosidad), a^* (rojo/verde), b^* (amarillo/azul) y el índice de blancura. Con la siguiente ecuación se calculó la saturación Croma C* y tono °H.

$$\mathrm{C}* = \sqrt{\mathrm{a}^2 + \mathrm{b}^2} \qquad \textit{[Ecuación 2]}$$

$$°\mathrm{H} = \mathrm{actg}(\frac{\mathrm{b}*}{\mathrm{a}*}) \qquad \textit{[Ecuación 3]}$$

2.2.2.2.2. Análisis de granulometría

Este proceso se llevó a cabo según las directrices de la Norma técnica ecuatoriana **NTE INEN 517 (2013).** La muestra de harina se colocó en diferentes tamices, los residuos se pesaron y el resultado se expresó en porcentajes. Por medio de la siguiente ecuación se calculó el contenido de harina retenido por los tamices de 80, 100 y 120 µm.

$$\mathrm{MR} = \frac{\mathrm{m2} - \mathrm{m1}}{\mathrm{m}} * 100 \qquad \textit{[Ecuación 4]}$$

- MR= Porcentaje de masa retenida
- m= masa de la muestra de harina
- m1= masa del papel sin harina
- m2= masa del papel con la fracción de harina

2.2.2.3. Determinación de las propiedades fisicoquímicas de la harina de verbena

2.2.2.3.1. Determinación de humedad

La metodología se basó en el método gravimétrico **AOAC 925.10 (2019)** que toma en cuenta principalmente la deshidratación de la muestra. Se colocó en un crisol 2 g de la muestra uniforme y se llevó a una estufa durante 4 horas a una temperatura de 105°C. Finalmente se dejó enfriar en un desecador durante 30 minutos.

La fórmula con la cual se calculó el porcentaje de humedad de la muestra se expresa de la siguiente manera:

$$\text{Humedad } (\%) = \frac{(\mathrm{M}) - \mathrm{m}}{\mathrm{M}} * 100 \qquad \textit{[Ecuación 5]}$$

- M= Peso de la muestra inicial
- m= Peso de la muestra final

2.2.2.3.2. Determinación de cenizas

El método con el cual se determinó fue descrito por la norma técnica ecuatoriana **NTE INEN 520 (2012).** Se pesó 5 g de la muestra en un crisol, se colocó en una mufla a una temperatura de 550°C obteniendo cenizas libres de carbono. Después se dejó enfriar en un desecador durante 30 minutos, el

procedimiento se repitió hasta que el contenido disminuyo en masa. Para el calculó del porcentaje de cenizas se expresó con la siguiente ecuación:

$$\text{Cenizas (\%)} = \frac{100(\text{m3} - \text{m1})}{(100 - \text{H})(\text{m2} - \text{M1})} * 100 \qquad \textit{[Ecuación 6]}$$

- M1 = peso de la capsula sin muestra.
- M2 = peso de la capsula con la muestra antes de la incineración.
- M3 = peso de la capsula con la muestra incinerada.
- H= % de humedad

2.2.2.3.3. Determinación de la fibra

Se realizó por el método **AOAC 985.29 (2019)** en la que intervino una relación gravimétrica-enzimática. Para ello, se pesó 1 g de la muestra con 25 mL de agua destilada. Después, se incubó a 37°C durante 90 minutos solubilizando azúcares. Fue necesario tapar con papel aluminio ocasionando una precipitación con etanol. Finalmente, se lavó el residuo con etanol al 78%, etanol al 95% y acetona, varias veces. El proceso de secado fue a 105°C.

Mediante la siguiente ecuación se encontró el valor de la fibra:

$$\text{Fibra (F)} = \text{Residuo} - \text{Proteinas} - \text{Cenizas} \qquad \textit{[Ecuación 7]}$$

2.2.2.3.4. Determinación de la grasa cruda

Se utilizó un extractor tipo Soxhlet con la muestra después de la hidrólisis ácida, siguiendo la metodología descrita en la norma **AOAC 2003.06 (2003).** La muestra se colocó en papel filtro en el extractor Soxhlet en el dedal de celulosa y fue llevada al equipo con los vasos de extracción con 60 mL de hexano para disolver. La temperatura de inicio del equipo fue de 130°C. Al inicio de la ebullición del disolvente, los pedales se colocaron adentro para sumergirse por 90 minutos. Las válvulas de la cámara de recuperación se abrieron y se retiró el disolvente por 30 minutos. Para finalizar, los vasos con la muestra de grasa se colocaron en una estufa a una temperatura de 103 °C durante 30 minutos para eliminar el disolvente. Se colocó en el desecador por 30 minutos y se pesó el residuo.

Los resultados se calcularon con la siguiente ecuación:

$$\text{Grasa (\%)} = \frac{(\text{P1} - \text{P0})}{\text{P}} * 100 \qquad \textit{[Ecuación 8]}$$

- P_0 peso del vaso vacío
- P_1 es el peso del vaso con el extracto etéreo o residuo de grasa de la muestra
- P el peso de la muestra empleada.

2.2.2.3.5. Determinación de proteína

Se realizó mediante la técnica **AOAC 2001 (2007)** por medio del método Kjeldahl. Se pesó 2 g de la muestra y se colocó en el balón del equipo; se adicionó 15 mL de ácido sulfúrico al 98% en pureza. Se calentó el balón a 360 °C hasta que se obtuvo un líquido transparente. Después se enfrió el balón y se agregó 4 mL de agua destilada hasta que se disolvió la muestra. Se añadió NaOH al 40% obteniendo una mezcla alcalina. El residuo destilado se colocó en un vaso con 6 mL de ácido Bórico al 4% con dos gotas de indicador mixto de rojo de metileno y bromocresol hasta que se llegó a obtener 150 mL. Se colocó el tubo de salida en el vaso con los reactivos, se midió 15 mL de la muestra destilada y se realizó una titulación con HCl 10 N.

Para el cálculo de proteína se utilizó la siguiente ecuación:

$$\text{Proteína (\%)} = 1{,}40 * \frac{(\text{V1N1})}{\text{m}} \qquad \textit{[Ecuación 9]}$$

- %P= porcentaje de proteína de masa.
- F= Factor para transformar el porcentaje de N2.
- N1= Normalidad de ácido clorhídrico.
- V1= volumen de ácido clorhídrico utilizado en la titulación.

2.2.2.3.6. Determinación de carbohidratos

La determinación de carbohidratos se realizó con una relación de la ecuación con los valores ya obtenidos mediante los métodos mencionados anteriormente **(Sultana, 2020)**.

$$\begin{aligned}&\text{Carbohidratos totales}\\&= 100\% - \big(\text{P (\%)} + \text{Gr(\%)} + \text{Ce (\%)} + \text{FC (\%)} + \text{H (\%)}\big)\end{aligned} \qquad \textit{[Ecuación 10]}$$

Donde:

- P: Proteína
- Gr: Grasa
- Ce: Cenizas
- FC: Fibra cruda
- H: Humedad

2.2.2.3.7. Determinación de calorías totales

La determinación se expresó en relación con los valores obtenidos de grasa, proteína y carbohidratos: 1 gramo de grasa contiene 9 kcal; 1 g de proteína, 4 kcal; y 1 g de carbohidratos, 4 kcal **(Logroño et al., 2019).**

$$\text{Energía (kcal)} = (\%\text{Carbohidratos} \times 4) + (\%\,\text{proteína} \times 4) + (\%\,\text{lípidos} \times 9) + (\%\text{FD} \times 2) \qquad \textit{[Ecuación 11]}$$

2.2.2.4. Determinación de las propiedades funcionales de la harina de verbena

2.2.2.4.1. Densidad aparente

La densidad aparente *(pb*) de la harina se identificó al pesar 2 gramos de la muestra, la cual se colocó en un tubo de ensayo graduado de 10 mL, realizando una vibración constante durante 3 minutos y el resultado se expresó mediante la siguiente ecuación, de acuerdo con el procedimiento de **Sotelo-Díaz et al. (2013).**

$$\text{pb} = \frac{\text{masa de la harina}}{\text{volumen ocupado}}\left[\frac{\text{g}}{\text{ml}}\right] \qquad \textit{[Ecuación 12]}$$

2.2.2.4.2. Capacidad de absorción del agua (CAA)

Se llevó a cabo de acuerdo con el método descrito por **Beuchat (1977)** a temperatura ambiente (25 °C), utilizando 2 g de muestra en 20 mL de agua destilada, ajustando el pH a 7 y agitando en un Vortex. Posteriormente, se centrifugó a 3000 rpm durante 30 minutos. El sobrenadante fue desechado y los resultados se expresaron como gramos de agua retenida por cada gramo de muestra cómo se indica en la ecuación:

$$\text{CAA} = \frac{\text{peso sedimento (g)} - \text{peso muestra (g)}}{\text{peso muestra (g)}} \qquad \textit{[Ecuación 13]}$$

2.2.2.4.3. Capacidad de absorción del aceite (CAG)

Se realizó de acuerdo con el procedimiento establecido por **Beuchat (1977)** a temperatura ambiente (25°C). Se agregó 2 g de muestra a tubos de centrífuga de 50 mL, luego se añadió 20 mL de aceite de maíz y se agitó en un Vortex durante 1 minuto. Finalmente, se centrifugó a 3000 rpm durante 30 minutos, y los resultados se expresaron como gramos de aceite retenido por cada gramo de muestra.

$$\text{CAG} = \frac{\text{peso sedimento (g)} - \text{peso muestra (g)}}{\text{peso muestra (g)}} \qquad \textit{[Ecuación 14]}$$

2.2.2.4.4. Capacidad gelificante (CG)

Se realizó siguiendo el procedimiento de **Chau y Cheung (1997),** preparando suspensiones de la muestra en agua destilada a concentraciones de 4, 8, 12, 13, 14, 16, 18 y 20% (p/v). Los tubos fueron sumergidos en un baño de agua a 100 ºC durante 1 hora y, posteriormente, se colocaron en un baño de hielo durante 1 hora. Para las suspensiones se utilizó 20 mL de agua destilada.

2.2.2.4.5. Capacidad emulsificante (CEM)

Se llevó a cabo según el método de **Yasumatsu et al. (1992),** en el que se mezcló 1 g de muestra con 20 mL de agua destilada, agitando durante 15 minutos. Se ajustó el pH a 7 y el volumen se completó a 25 mL con agua destilada. Luego, se combinaron partes iguales (25 mL) de esta solución con aceite de maíz en una licuadora (Oster, modelo 465) durante 5 minutos, y la mezcla se centrifugó a 1300 rpm. La emulsión se expresó como un porcentaje, calculado en función de la altura de la capa emulsificada respecto al volumen total obtenido del líquido.

$$\text{CEM} = \frac{\text{altura de la capa emulsificadora (cm)}}{\text{contenido total del tubo}} * 100 \qquad \textit{[Ecuación 15]}$$

2.2.2.4.6. Capacidad de hinchamiento (CH)

Para la determinación de CH se pesó 0,1 gramo de muestra en una probeta y se adicionó 10 mL de agua, después se agitó y reposó durante 24 horas a temperatura ambiente. Se calculó con el volumen final por gramo de la harina, de acuerdo con el protocolo de **Pedrosa et al. (2020).**

2.2.2.4.7. Índice de solubilidad en agua

De la muestra de harina se pesó 0,5 g más 6 mL de agua destilada. Posteriormente se mezcló durante 30 minutos a 30°C. Se centrifugó a 2500 rpm durante 20 minutos. El proceso de secado se realizó un plato de evaporación a 105°C por 24 horas y se pesó el gel restante de la centrifugación **(Wang et al., 2015).**

$$\text{WSI} = \frac{\text{peso del sobrenadante seco}}{\text{peso de la muestra}} * 100 \qquad \textit{[Ecuación 16]}$$

2.2.2.4.8. Evaluación de la viscosidad, gelatinización y poder de hinchamiento

Se realizó mediante el equipo Rapid Visco Analyzer (RVA), colocando 5 g de la muestra con 25 mL de agua destilada, a una temperatura inicial de 25°C hasta que alcanzó los 95°C durante 10 minutos. Al finalizar el análisis se obtuvo el perfil de temperaturas con la viscosidad obtenida mediante una gráfica.

2.2.3. Determinación de la aceptabilidad sensorial de la galleta elaborada con harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

2.2.3.1. Formulación para la elaboración de galleta

Para la elaboración de galleta con harina de verbena (*Verbena litoralis* K.) se identificó tres formulaciones diferentes en las que se encontraron harina de trigo mezclada con la harina obtenida de verbena en valores de 0% (control), 10%, 15% y 20%, con base en la metodología de **Hematian-Sourki et al. (2020)** con ciertas modificaciones.

Tabla 2.

Formulación para galletas a diferentes sustituciones de harina de trigo (*Triticum aestivum* L.) por harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Ingrediente	Tratamientos			
	0%	**10%**	**15%**	**20%**
Harina de trigo	100%	90%	85%	80%
Harina de verbena	0%	10%	15%	20%
Cremapan	60%	60%	60%	60%
Huevos	3 u	3 u	3 u	3 u
Azúcar impalpable	35%	35%	35%	35%
Polvo de hornear	1%	1%	1%	1%
Leche en polvo	20%	20%	20%	10 %

2.2.3.2. Análisis sensorial del producto final

Para determinar la aceptabilidad de la galleta con las diferentes formulaciones se realizó una prueba descriptiva y de preferencia. En dónde los evaluadores decidieron cuál es su muestra de preferencia además de algunos aspectos físicos del producto final como apariencia, crocancia, sabor, color y textura de miga que indicaron como fue el producto final, con una escala hedónica de 5 puntos.

2.2.4. Análisis estadístico para la interpretación de resultados

Para determinar si entre las formulaciones existía una diferencia significativa en la aceptabilidad se utilizaron los resultados de la prueba de aceptación y de preferencia, se realizó en Software Minitab® Versión 22.3 Anova de un factor y Prueba de Comparaciones múltiples y un control Nivel de confianza de 95% y significancia 0,05.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

3.1.1 Obtención de harina de verbena *(Verbena litoralis* K.)

De acuerdo con los datos expresados en la tabla 3, la harina obtenida tuvo un rendimiento del 18,5%, mientras que en estudios similares se reportó un rendimiento del 23,49% para polvo de hojas de menta piperita (*Mentha x piperita* L.) secadas a 60 °C durante 24 h **(Sobti et al., 2023)**; y manzanilla (*Matricaria chamomilla* L.), de 90,17 %, con el secado en horno de convección a 45°C **(Lee et al., 2022)**. El rendimiento obtenido en este estudio se considera un valor bajo debido al contenido de humedad de la planta de verbena fresca, que es mayor al de las plantas antes mencionadas **(Horra et al., 2012).**

Tabla 3.

Rendimiento de las hojas de verbena (*Verbena litoralis* K.) en cada etapa del proceso

Hojas de verbena	Peso (g)	Rendimiento (%)
Hojas frescas	1200,00	100
Hojas secas	354,65	29,55
Hojas molidas	340,07	28,34
Harina elaborada	222,00	18,5

Nota: Datos obtenidos de forma experimental

3.1.2 Evaluación de las propiedades bromatológicas y fisicoquímicas en la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

3.1.2.1 Análisis bromatológico

Los valores del análisis bromatológico se expresan en la tabla 4, en donde se obtuvo una actividad de agua de 0,54±0,01, cuyo valor que indica una baja probabilidad a ser perecible. Mediante los resultados obtenidos de actividad de agua por **Ahmed & Islam, (2018)** en harina de maíz su valor fue 0,52 similar al resultado obtenido en la harina de verbena. Según **Rezette et al., (2025)** la actividad de agua en harinas se encuentra con valores cercanos a los mencionados anteriormente con un rango de 53,9% a 65,5% y se relacionan con el contenido de proteína en el producto final.

Tabla 4.

Propiedades bromatológicas de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Análisis	Resultado
Actividad de Agua	0,54±0,01
pH	6,45±0,02
Acidez titulable	0,17±0,00

Nota: Datos obtenidos se expresan como la media (n=3) ± desviación estándar. (DE).

Por su parte, valor obtenido de pH en harina de verbena fue de 6,45±0,02 similar al que indica **Delfini et al., (2024)** en harina de quinua con 6,01±0,09. Mientras que, **Vega-Niño et al., (2017)** indicaron que el pH en harina de tarwi (*Lupinus mutabilis*) presentó un valor de 5,91±0,03. Generalmente se encuentra en un rango aceptable para la producción y consumo de alimentos. Asimismo, se conoció por medio **Acosta-Arteaga, (2023)** que el pH es un factor que afecta las propiedades funcionales de la harina como la capacidad de absorción de agua, aceite, en su capacidad emulsificante y gelificante.

Por consiguiente, la acidez titulable indicó la cantidad de total de ácidos que se encuentran en la harina. Con los valores de acidez como porcentaje se puede identificar diferentes aspectos. Cuando la acidez titulable es baja, de 0,06 a 0,30%, se reconoce como una harina fresca y en buenas condiciones de almacenamiento, mientras que a valores más altos (>0,5%) indica un desarrollo de ácidos por bacterias o levaduras. El valor obtenido de harina de verbena fue de 0,17% que, con la información mencionada anteriormente se puede concluir que es adecuado para el uso alimentario. Además, con base en la Norma Técnica Peruana **INTINTEC 205.027**, el valor de acidez para harina de trigo debe ser de 0,10% y para harinas que sean semi-integrales 0,18%, valor con el que concuerda la normativa ecuatoriana **NTE INEN 616 (2006)**. Por otra parte, **Techeira et al. (2014),** reportaron una acidez titulable de 0,20% en harina de yuca blanca, similar al obtenido en este estudio

3.1.2.2 Análisis tecnológico

Los resultados de las propiedades tecnológicas de la harina de verbena como color y granulometría se manifiestan en las tablas 5 y 6.

3.1.2.2.1 Colorimetría

El color es una propiedad física importante para el análisis sensorial de los productos derivados de harina. En un reporte científico similar se encontró que, el color de harina de moringa presentó valores de *a** de -18,35; para *b**, 32,77; y *L*,* 72,20, que representan enrojecimiento, amarillez y luminosidad, respectivamente **(Sandoval-Micha, 2020).** Estos resultados fueron cercanos al valor obtenido en la harina de verbena para a* con -15,8. Esto se debe a que contienen pigmentos naturales como clorofilas a y b, que ocurre debido a la absorción de estos pigmentos a la luz roja y azul reflejando el color verde. Además, el proceso de secado influye en la preservación o degradación de la clorofila, lo que genera la transformación a feofitinas cuando existe temperaturas elevadas o un pH ácido **(Orozco & Garcia, 2019).**

Tabla 5.

Resultados de la determinación de color en harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Parámetros	***L****	***a****	***b****	***c****	***H°***
Harina de verbena	49,4	-15,8	20,9	27,93	131,7

Nota: Datos obtenidos de manera experimental.

3.1.2.2.2 Granulometría

El tamaño de partícula se considera un parámetro clave para la elaboración de productos de galletería, y va de acuerdo con los diferentes tipos de masa por lo que puede tener un efecto deseable como indeseable. En efecto, para la elaboración de galletas se consideró un tamaño de partícula de 150 µm. En la revisión de **(Boz, 2019)** se mencionó las formulaciones para galletas con fracciones de azúcar y harina por debajo de 150 µm presentaron una mayor aceptación sensorial a diferencia de aquellas con fracciones superiores a 180 µm. Por el contrario, **Barak et al. (2014,** como se citó en **Boz, 2019)** dieron a conocer que las harinas con un tamaño de partículas >150 µm ofrece mejores resultados en las galletas.

Tabla 6.

Análisis granulométrico en harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

N° de tamiz	**Tamaño de apertura (µm)**	**Residuo de harina (g)**
80	180	15,3
100	150	21,5
120	125	31,8
Base	0	31,4
Total		100

De acuerdo a la norma **CODEX STAN 152 (2021)** menciona que el tamaño de la partícula de harina de trigo debe pasar la mayor parte por un tamiz 70 con tamaño de apertura de 212 µm. Por lo tanto, la harina de verbena sí cumplió con la finura adecuada según la normativa. Durante el proceso del análisis de granulometría se encontró mayor porcentaje de retención en el tamiz N° 120 de 125µm, lo que indica que la harina tiene un tamaño de partícula de 150 µm. El 68,6% de la harina pasó por los tamices de 80, 100 y 120, mientras que el residuo de la recolección final fue de 31,4g. Esto se debe a la composición física de la materia prima, debido a que contiene partes filamentosas. En la harina de plátano verde analizada por **Cruzado & Valdiviezo (2021)** se demostró que, si la granulometría es menor, existe un mayor porcentaje de humedad y cambios en la colorimetría. Además, al realizar productos horneados como snacks, mencionaron que se generó diferencias en el color y crocancia del producto final.

En la elaboración de harina de quinua se utilizó un tamiz N° 100 con tamaño de partícula de 140 µm en donde se dio la separación de dos partes: la fracción que no paso por el tamaño de esta partícula fue porque se considera que tiene un porcentaje mayor en fibra, mientras que la fracción que fue de este tamaño es porque tiene mayor porcentaje de proteína **(Vázquez-Ovando et al., 2010).** En el procesamiento para la elaboración de harina de Sanchi Inchi (*Plukenetia Volubilis* L.)**, Vásquez- Osorio et al. (2017)** destacaron que el tamizado es una etapa importante en el proceso, debido a que genera la uniformidad en el tamaño de las partículas, mejorando de manera significativa los productos elaborados a partir de esta harina, ya que se crea una mayor viscosidad de la muestra.

3.1.2.3 Análisis fisicoquímico de harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Los resultados de la composición fisicoquímica de la harina de verbena **(*Verbena litoralis* K.)** se describen en la tabla 6.

Tabla 7.

Análisis fisicoquímico de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Parámetros	Valores
Humedad (%)	8,61±0,05
Proteína (%)	21,20±0,06
Grasa (%)	2,46±0,11
Fibra dietética (%)	33,72±0,01
Cenizas (%)	15,43±0,05
Carbohidratos (%)	18,58±0,10
Calorías (kcal)	248,70±102,31

Nota: Datos obtenidos de manera experimental.

3.1.1.3.1. Análisis de humedad

De acuerdo con la investigación de **Alonso et al. (2014**), se demostró que la temperatura óptima de secado de hojas de plantas medicinales es de 50-60°C para lograr una humedad de 8 al 11% conservando las propiedades de la materia prima. Además, en el estudio de **(Lee et al., 2022)** reportaron un contenido de humedad para el polvo de manzanilla de 8,50 %, secado por convección a 45 °C. De igual manera, **Sobti et al. (2023)** determinaron un 8,5 % de humedad para el polvo de menta, secado a 60°C/24 h.

3.1.1.3.2. Análisis de proteína

El porcentaje de proteína fue de 21,20, similar al reportado por **Sangwan et al. (2012)**, quienes arrojaron un contenido proteico del 18,85% en el polvo de hojas de menta secadas al horno y 19,79 % en el polvo de hojas de menta secadas a la sombra. Sin embargo, en el estudio presentado por **Flores-Chana (2021),** se indicó que la harina de moringa oleífera presentó un contenido de proteína del 26,41%. De igual manera, en un estudio sobre la comparación de harina de moringa oleífera germinada y moringa oleífera fermentada, se obtuvo un valor 23,69 ± 0,11, mientras que en la otra variedad fue de 21,15 ± 0,08 **(Ijarotimi et al., 2013),** cuyos valores son cercanos a los obtenidos en la harina de verbena.

3.1.1.3.3. Análisis de grasa y cenizas

Por otro lado, el contenido de grasa y cenizas fue similar al de la menta obtenida por **(Nayak et al., 2011** como se citó en **Muhammad et al., 2023),** con un valor de 2,14% y 15.32%, respectivamente. Mediante el estudio de harina de moringa, **Almora-Hernández et al., (2023)** mencionaron que el contenido de cenizas de este producto fue de 11,76%, valor cercano al de harina de verbena.

3.1.1.3.4. Análisis de fibra dietética

Para el caso del contenido de fibra dietética, se presenta un valor relativamente alto, puesto que según lo manifestado por **Hematian Sourki et al., 2021)**, las plantas medicinales suelen contener grandes cantidades de fibra y sus fibras solubles pueden absorber grandes cantidades de agua y mantener la humedad en el producto durante el almacenamiento, lo cual concuerda con el ensayo de **Polumackanycz et al. (2022)**, quienes determinaron un contenido de fibras dietéticas totales de 70 y 57,1 g/100 g para hierba luisa (*Aloysia citrodora*) y cedrón (*Verbena officinalis*), respectivamente.

3.1.2.3.5 Análisis de carbohidratos y calorías totales

Los carbohidratos presentes en la harina de verbena se representan por la diferencia entre el porcentaje de grasa, proteína, fibra cruda y humedad presente el alimento. El valor obtenido fue relacionado con el reporte de **(Polumackanycz et al., 2022)**, entre las especies de hierbaluisa y cedrón, (17,0 y 17,4 g/100 g, respectivamente). Del mismo modo, los autores revelaron un valor energético de 256 y 244 kcal/100 g, para ambas especies. Por su parte, **Rodríguez-Valera (2020)** indicaron un valor energético 286 kcal/100 g en la harina de moringa, siendo datos similares al apreciado en la tabla 6.

3.1.1.4. Análisis de las propiedades funcionales

Los resultados de los análisis de las propiedades funcionales en la harina de verbena se reportan en la tabla 8.

Tabla 8.

Propiedades funcionales de la harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Parámetros	Harina de verbena
Densidad aparente (g/mL)	0,25±0,03
Capacidad de absorción de agua (g agua/g muestra)	1,65±0,02
Capacidad de absorción de aceite (g aceite/g muestra)	1,1±0,10
Capacidad emulsificante (%)	20,83±0,04
Capacidad gelificante (%)	14,01±0,02
Capacidad de hinchamiento (mL/g)	0,94±0,01
Índice de solubilidad en agua (g/g)	3,84±0,05

Nota: Datos obtenidos de manera experimental.

3.1.2.4.1 Análisis de la densidad aparente

Esta propiedad se da por la relación que existe entre la masa de la muestra y el volumen en la harina de verbena, la cual se obtuvo un valor de 0,25±0,03 g/mL. Cuando este parámetro es alto se considera que es una harina altamente compactada ocasionando que exista mayor complicación en una mezcla. Hay algunas características que influyen en esta propiedad como la granulometría, molienda y el almacenamiento **(FEUM, 2014).** Las harinas que contienen un bajo valor de densidad aparente se identifican por ser difíciles de manejar, además de su absorción de líquidos que afectan a las propiedades sensoriales del producto final **(Singh et al., 2017).** Para la utilización de esta harina en productos de galletería es necesario que actúe en mezcla con una harina con todas las propiedades adecuadas con una densidad de 0,50 como ideal para estos productos **(Altındağ et al., 2015).**

3.1.2.4.2 Análisis de la capacidad de absorción de agua

La capacidad de absorción de agua es una característica funcional que presentan las harinas, debido a que influye en su textura, estructura y en la calidad del producto final **(Murungweni et al., 2024).** En la harina de verbena se obtuvo 1,65±0,02 g agua/g muestra, cuyo valor indica una buena capacidad de absorción de agua debido a su composición de fibra dietética y proteínas. Sin embargo, para su uso en galletería es un valor un poco superior al necesario, ya que puede ocasionar que el producto final sea quebradizo o demasiado seco **(Guerra-Oliveira et al., 2022).** En harina de arveja se encontró con una capacidad de absorción de agua de 2,70 g agua/g muestra, valor cercano al obtenido en harina de verbena. Por consiguiente, **Garcia et al., (2012**) menciona que los valores de CAA dependen del proceso de secado, por lo que, utilizar temperaturas demasiado altas puede afectar los resultados.

3.1.2.4.3 Análisis de la capacidad de absorción de aceite

Por otro lado, esta propiedad se relaciona con algunas características sensoriales del producto final como la humedad y textura, además, se ve influenciada directamente con el contenido de proteína presente como fracciones de hidrofóbicas e hidrofílicas **(Jogihalli et al., 2017).** La capacidad de absorción de aceite en harina de verbena fue de 1,1±0,10 g aceite/g muestra. Este valor para elaboración de galletas es adecuado, ya que se encarga de controlar la cantidad de grasa que será absorbida por la masa en el proceso de elaboración **(Eke et al., 2019).** Mediante el análisis de harinas compuestas de trigo, arroz, gramo verde y papa descrita por **Aremu & Olapade, (2015), se** expresó una variación de 1,30 a 1,56 g aceite/g muestra, siendo valores similares al obtenido en harina de verbena. Estos resultados demuestran que en procesos de alimentos tienen una buena interacción, además de prolongar la vida útil.

3.1.2.4.4 Análisis de la capacidad de absorción de agua

La capacidad emulsificante presente en una harina indica la habilidad para crear y estabilizar una mezcla entre dos líquidos inmiscibles denominado como emulsión. A su vez, expresa la cantidad de aceite que se dispersa de manera estable por medio de una fase acuosa **(Nawaz et al., 2021).** En la harina de verbena se obtuvo un valor de 20,83±0,04%, considerándose adecuado para la capacidad de mantener la emulsión en un tiempo determinado, sin la separación de las fases. En el estudio de harina de guisante amarillo (*Pisum sativum* L.*)* descrito por **Rotimi et al., (2010),** encontraron de capacidad emulsificante 20%, un valor cercano al de harina de verbena. Esta propiedad también depende de las fases hidrofóbicas e hidrofílicas presentes en las proteínas, la cantidad de fibra y el tamaño de partícula **(Lian et al., 2022).**

3.1.2.4.5 Análisis de la capacidad gelificante

Esta característica funcional se encarga de identificar la habilidad que tiene la harina para formar un gel, y se relaciona principalmente con el contenido de almidón y macromoléculas como fibra y proteína **(Ai, & Jane, 2015**). El valor obtenido en harina de verbena fue 14,01±0,02% el cual indica una capacidad moderada; mientras que para la harina de arroz se obtuvo un valor de 8 a 10% determinado por **Ding et al., (2021).** Esto es debido al contenido de amilosa y la estructura del grano pequeño que permite la creación de un gel eficiente. Por medio de la determinación de la capacidad gelificante se determina si al calentarse aumenta la densidad de los líquidos; si al enfriarse, capaz de formar una capa como gel, lo que resulta útil para productos como salsas, postres y embutidos **(Zhang et al., 2016).**

3.1.2.4.6 Análisis de la capacidad de hinchamiento

La harina de verbena obtuvo un valor de capacidad de hinchamiento de 0,94±0,01 mL/g, determinada como valor bajo por **Wang et al., (2023), ya que** indica que de 1 a 3 mL/g la harina presentara una mínima expansión y poca utilidad en las texturas del producto final. Con la capacidad de hinchamiento se reconoce el comportamiento de la harina para absorber agua y aumentar el volumen mediante un medio acuoso **(Lei et al., 2023).** Las harinas que presentan un valor bajo de capacidad de hinchamiento se relacionan al contenido de proteína y fibra, debido a que limitan la absorción y expansión del almidón **(Choi et al., 2021).** Esto se presenta en la harina de soja con un valor de 1 a 2 mL/g valor similar al obtenido en la harina de verbena.

3.1.2.4.7 Análisis del índice de solubilidad en agua

Esta propiedad funcional hace referencia a la cantidad de componentes solubles que se liberan cuando se calienta con agua **(Yi et al., 2022).** El valor determinado del índice de solubilidad en agua fue de 3,84±0,05 g/g, el cual fue similar al obtenido por **Waseem et al., (2021)** en harina de espinaca, con un valor de 3,34 g/g, Para **Aidoo et al. (2022),** estos datos se manifiestan como adecuados para la elaboración de galletas. Además, indica la desintegración, gelatinización del almidón y la interacción con los demás componentes al aumentar la temperatura.

3.1.2.5 Análisis de los datos obtenidos por medio del RVA

En presencia de agua y a la temperatura adecuada, los gránulos de almidón absorben agua y se hinchan, aumentando así su volumen varias veces en comparación con su tamaño original. Posterior a ello, el gránulo de almidón se rompe y la amilosa se libera, formando una red tridimensional. Las suspensiones de almidón presentan diferentes viscosidades dependiendo de factores como la concentración, la temperatura y las fuerzas mecánicas **(Pycia & Juszczak, 2023)**.

Los cambios en la viscosidad del almidón durante el proceso de gelatinización fueron monitoreados a partir de las curvas de gelatinización trazadas durante el análisis RVA (**Ver Figuras 2, 3, 4 y 5**). Entre

los parámetros experimentales, el valor de la temperatura y el tiempo de calentamiento de las muestras analizadas son importantes para definir las características reológicas, incluidas las características de gelatinización. A su vez, los valores de los parámetros característicos de gelatinización determinados a partir de dichas curvas se presentan en la tabla 8.

Tabla 9.

Propiedades de gelatinización de la harina de trigo (*Triticum aestivum*) y harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

Parámetros	**Muestras**	
	Harina de trigo (HT)	**Harina de verbena (HV)**
Viscosidad pico (cP)	5364,00± 281,35[a]	1677,00 ± 381,25[b]
Viscosidad mínima (cP)	4574,00± 191,10[a]	1035,67 ± 195,12[b]
Viscosidad de ruptura (cP)	790,00± 185,71[a]	641,33 ± 186,73[a]
Viscosidad final (cP)	5630,00 ± 462,42[a]	4863,33 ± 461,40[a]
Retrogradración (cP)	1056,00± 253,10[a]	3827,67 ± 355,00[b]
Tiempo al pico (min)	7,00± 0,05[a]	3,56 ± 0,11[b]
Temperatura de gelatinización (°C)	68,00± 0,05[a]	50,13 ± 0,02[b]

Nota: Viscosidad de ruptura (BD, diferencia entre la viscosidad pico y la viscosidad mínima). Retrogradación (SB, diferencia entre la viscosidad mínima y la viscosidad final). Los valores corresponden al promedio (n=3) ± desviación estándar. Las medias en una misma fila con letras diferentes son significativamente diferentes ($p < 0,05$).

3.1.2.5.1 Viscosidad pico

Este parámetro indica la viscosidad más alta alcanzada durante el calentamiento o el pegado. Esta se alcanza al final de la etapa de calentamiento, cuando la gran cantidad de gránulos de almidón hinchados da lugar al pegado (**Thomas & Atwell, 1999, como se citó en Balet et al., 2019**). Como se aprecia en la figura 2, la viscosidad pico de la HT fue el más alto. Esta observación sugiere que las uniones entre moléculas en dicha muestra son fuertes, pero fáciles de romper durante el proceso de pegado **(Zhang et al., 2020)**. Así mismo, **Saeed et al. (2021)** reflejaron en su investigación que una mayor viscosidad pico en las mezclas de harina de trigo con harina de hueso de dátil (DPF-WF) en comparación con el control (harina de trigo) pudo atribuirse a la actividad de alfa-amilasa en las harinas compuestas, la cual se correlaciona con un mayor grado de hidrólisis del almidón en la masa.

3.1.2.5.2 Viscosidad mínima

Durante la etapa de mantenimiento a temperatura máxima, se observó una disminución de la viscosidad. Esta disminución se debe a la fusión de las regiones cristalinas del gránulo de almidón, lo que permite el movimiento rápido del agua hacia el interior del gránulo. Un calentamiento más rápido provoca una hinchazón más rápida de los gránulos, permitiendo que más gránulos alcancen su punto máximo antes de que comience la ruptura (BD) o la disminución de la viscosidad **(Balet et al., 2019)**. Para el caso de HV, tanto la viscosidad pico, viscosidad mínima, el tiempo al pico como la temperatura de pegado fueron los más bajos.

Estos resultados implican que la HV requiere menos energía para gelatinizar, y posee una baja resistencia al corte y menor capacidad de recombinación molecular. Es decir, es la más propensa a gelatinizar rápidamente, y por tanto define la temperatura mínima para la cocción de una muestra determinada **(Pietrzyk et al., 2014**, como se citó en (**Pycia & Juszczak, 2023)**. En un estudio similar con harina de raíz de loto (Nelumbo nucifera), se encontró que la disminución de la viscosidad podría deberse a una alta CAA en comparación a la harina de trigo, lo que finalmente resultó en el desarrollo de red de gluten débil y por tanto disminuye la viscosidad **(Saeed et al., 2020).**

3.1.2.5.3 Viscosidad de ruptura

La viscosidad de ruptura se mide por la diferencia entre la viscosidad pico y la fuerza de mantenimiento (HS), que es la viscosidad más baja alcanzada durante la etapa de mantenimiento. La tasa y el grado de hinchazón y ruptura dependen del tipo y cantidad de almidón, del gradiente de temperatura, de la fuerza de cizallamiento y de la composición de la mezcla (**Copeland et al., 2009; Schirmer et al., 2013, como se citó en Balet et al., 2019).** No se observaron diferencias significativas ($p>0,05$) para la viscosidad de ruptura y viscosidad final en ambas muestras. De este modo, **(Saeed et al., 2020)** sugieren que la disminución de la viscosidad de ruptura esta correlacionada con el aumento significativo de la fuerza de retención de agua de las fibras y otros biopolímeros hidrófilos

3.1.2.5.4 Retrogradación

La etapa de mantenimiento es seguida por la etapa de enfriamiento, también conocida como retrogradación (SB). Durante esta etapa, la viscosidad vuelve a aumentar a medida que los gránulos de almidón se enfrían y ocurre la retrogradación **(Batey, 2007).** Durante esta etapa, las cadenas de amilopectina (AP) y amilosa (AMY) se realinean para formar una estructura más cristalina. El aumento en la viscosidad durante el período de enfriamiento indica la tendencia de la AMY presente en la pasta caliente a re-asociarse con el descenso de la temperatura **(Kaur et al., 2007).** Viscosidades de retrogradación más bajas, como la de HT indican una menor tendencia de los gránulos de almidón a retrogradarse **(Sandhu et al., 2007).** La viscosidad de retrogradación se determina por la diferencia

entre la viscosidad pico y la viscosidad final (**Zhou et al., 2007; Zhou & Mendham, 2005, como se citó en Balet et al., 2019).**

3.1.2.5.5 Viscosidad final

La última etapa implica un período final de mantenimiento donde la temperatura se mantiene constante mientras la viscosidad continúa aumentando hasta alcanzar una meseta **(Batey, 2007).** A esto se le conoce como viscosidad final (FV), o viscosidad al final del ciclo de gelatinización **(Zhou et al., 2007; Zhou & Mendham, 2005 como se citó en Balet et al., 2019).** Con el calentamiento continuo, después de alcanzar la viscosidad pico, la viscosidad de la pasta de almidón se reduce rápidamente debido a la desintegración de los gránulos y a la liberación de polímeros de almidón solubilizados desde los gránulos hinchados hacia la solución. Estos polímeros también pueden alinearse en la dirección del esfuerzo de cizallamiento, lo que reduce aún más la viscosidad **(BeMiller, 2007).**

3.1.2.5.6 Tiempo al pico

El tiempo hasta alcanzar la viscosidad pico (TTPV) se utiliza como una indicación del tiempo que tarda una muestra en alcanzar su viscosidad máxima (**Zhou et al., 2007; Zhou y Mendham, 2005 como se citó en Balet et al., 2019**). La temperatura pico está relacionada con la rapidez con la que los gránulos alcanzan su máxima hinchazón (**Batey, 2007**). Por ende, la HV a diferencia de la HT ($p<0,05$) requirió menos tiempo para alcanzar su viscosidad máxima durante el calentamiento. Contrariamente, un TTPV alto está asociado a la resistencia de los gránulos de almidón a la hinchazón y a la ruptura, lo cual puede deberse a una estructura más cristalina o compacta, como lo es el trigo, o a una mayor proporción de amilosa, que tiende a formar estructuras más rígidas.

3.1.2.5.7 Temperatura de pegado

Este parámetro indica la temperatura a la que la viscosidad del almidón comienza a aumentar **(Liang & King, 2003, como se citó en Balet et al., 2019**). La PT indica la temperatura mínima requerida para cocinar una harina **(Sandhu et al., 2007).** El aumento en la viscosidad con el incremento de la temperatura puede atribuirse a la absorción de agua por parte de los gránulos hinchados y a la exudación de AMY. La temperatura de pastado es una medida de la capacidad de los gránulos de almidón para absorber agua e hincharse. La HV presentó un PT más bajo, lo que significa que es más fácil y rápido para los gránulos absorber agua y aumentar su volumen **(Pietrzyk et al., 2014, como se citó en Pycia & Juszczak, 2023)**.

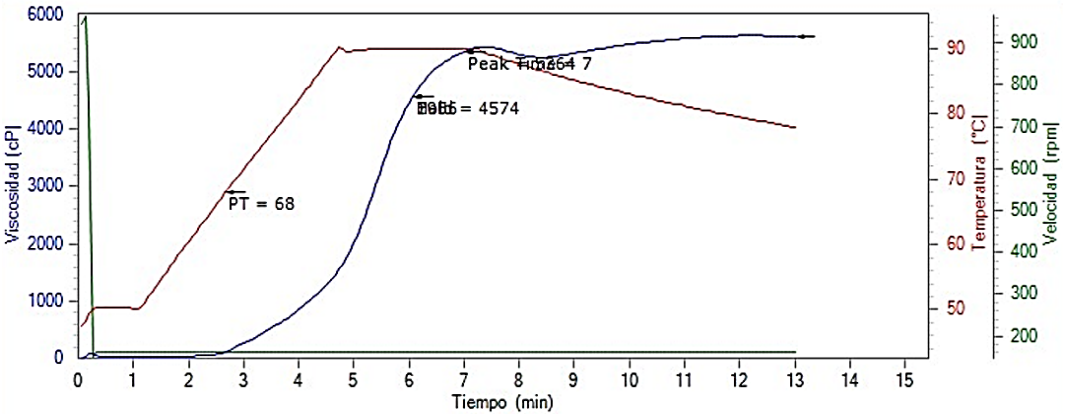


Figura 2. Propiedades de gelatinización de harina de trigo en RVA

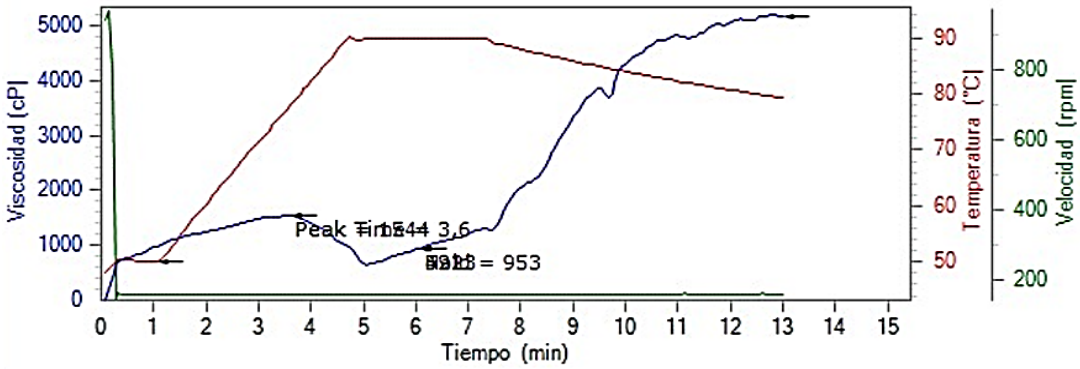


Figura 3. Propiedades de gelatinización de harina de verbena réplica 1 en RVA

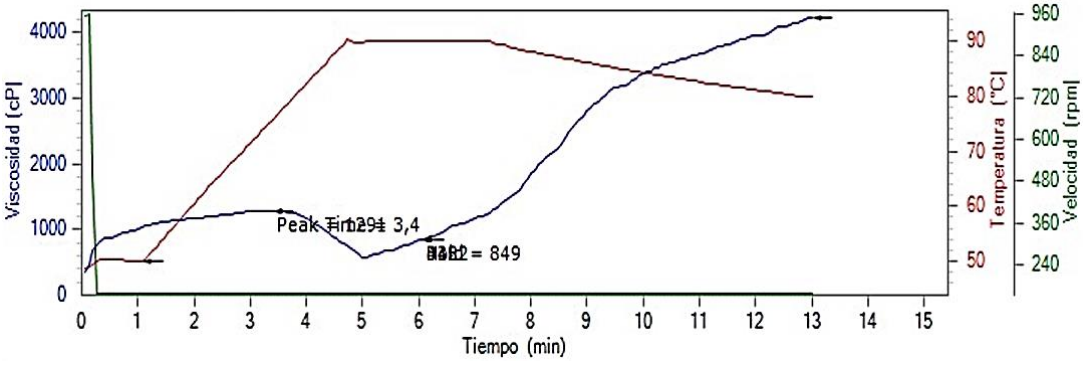


Figura 4. Propiedades de gelatinización de harina de verbena réplica 2 en RVA

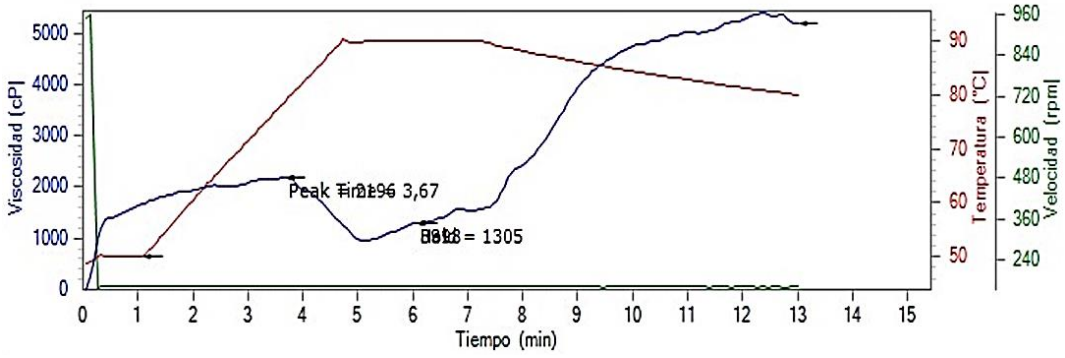


Figura 5. Propiedades de gelatinización de harina de verbena réplica 3 en RVA

3.1.3 Evaluación de la aceptabilidad sensorial de la galleta elaborada con harina de verbena (*Verbena litoralis* K.)

La aceptabilidad de un alimento en términos sensoriales está relacionada con propiedades intrínsecas que posee, como el color, olor, sabor, textura, regusto y atributos auditivos del alimento. Por lo tanto, **O'Sullivan (2012)** recalca que la aceptabilidad de los alimentos debe considerarse importante, no solo para comprender la calidad del producto, sino también en el análisis de la vida útil. En la tabla 9 se expresan los valores de los atributos sensoriales puntuados para cada tratamiento.

Tabla 10.

Puntuaciones sensoriales de las galletas a distintos tratamientos

Tratamientos	Atributos sensoriales					
	Color	Olor	Sabor	Textura	Apariencia	Aceptabilidad
GB	3,9 ± 0,85[a]	3,5 ± 0,88[a]	3,7 ± 0,67[a]	3,5 ± 0,72[a]	3,4 ± 0,83[a]	3,7 ± 0,77[a]
G10	3,7 ± 0,92[a]	3,5 ± 1,09[a]	3,4 ± 1,02[a]	3,9 ± 0,8[a]	3,5 ± 0,57[a]	3,9 ± 0,72[a]
G15	3,0 ± 0,89	3,3 ± 0,6[a]	2,8 ± 1,05	3,3 ± 0,85	3,2 ± 0,87[a]	2,7 ± 0,85
G20	3,0 ± 0,89	3,5 ± 0,88[a]	2,8 ± 1,22	3,1 ± 0,92	3 ± 0,81[a]	2,1 ± 1,09

Nota: GB, galleta control; G10, galleta con sustitución del 10%; G15, galleta con sustitución del 15%; G20, galleta con sustitución del 20%. Puntuaciones medias ± DE en la escala hedónica de 5 puntos. Las medias no etiquetadas en la misma columna con la letra A son significativamente diferentes de la media del nivel de control ($p \leq 0,05$).

En los resultados se observaron diferencias significativas entre G15, G20 con respecto a GB y G10 en cuanto al color, sabor, textura y aceptabilidad. Además, se demuestra que entre GB y G10 no existieron diferencias estadísticas en ninguno de los atributos determinados, concluyendo que el tratamiento G10 tuvo mayor aceptabilidad en función de las preferencias de los catadores. En la **Figura 6** se identifica

que los tratamientos en los que se utilizó 15% y 20% de harina de verbena para la elaboración de verbena se ven afectados en el color, sabor, aceptabilidad y en menor proporción en textura y apariencia. Mientras que en el olor y apariencia no se encontraron diferencias significativas, debido a los componentes de la harina de verbena (*verbena litoralis K.*).

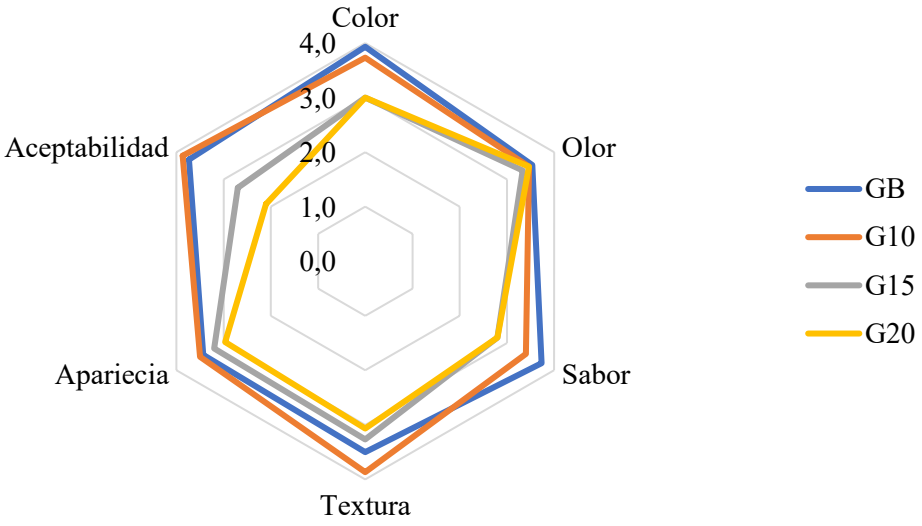


Figura 6. Aceptabilidad sensorial de las galletas a diferentes tratamientos frente al control

En el estudio similar descrito por **Parwitha & Winata (2024),** en donde se analizaron la sustitución de harina de moringa en 10%, 20% y 30%, se concluyó que la del primer tratamiento mostró mayor aceptabilidad. Por su parte, **(Hematian Sourki et al., 2021)** señalaron que agregar el polvo de hierbaluisa a las galletas aumentó la aceptación del consumidor en términos de color. Sin embargo, no hubo diferencia significativa entre las puntuaciones atribuidas a las propiedades aparentes de las diferentes galletas, lo que significa que la adición de polvo de hierba luisa no tuvo otros efectos significativos en la apariencia de las galletas. De forma similar, **Delvarianzadeh et al., 2020)** reportaron que todas las propiedades sensoriales del pan voluminoso disminuyeron al aumentar la concentración de polvo de *verbena*. **Amany et al. (2011)** en cambio, informaron que el uso de aceites esenciales de plantas medicinales puede tener efectos positivos en las propiedades sensoriales de los productos de panadería.

3.2 Verificación de hipótesis

- Mediante el análisis de Tukey en cuanto a los parámetros de viscosidad, a excepción de la viscosidad de ruptura y viscosidad final con un nivel de confianza del 95%, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa donde las propiedades de gelificación de las harinas de trigo y verbena directamente en el análisis de dichos parámetros, ya que existen diferencias significativas entre las muestras de harinas.
- Mediante el análisis de Dunnet para comparaciones múltiples frente a un control en cuanto a los parámetros sensoriales, con un nivel de confianza del 95%, se acepta la hipótesis nula en el que no existen diferencias significativas para los parámetros de color, sabor, textura y aceptabilidad para el control GB y G10.

CAPÍTULO IV.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- En la caracterización de las propiedades bromatológicas fisicoquímicas presentes en la harina de verbena (*verbena litoralis K.*) se determinó que es una harina con varias características funcionales, de acuerdo a los valores obtenidos en actividad de agua con 0,54 valor bajo que se relaciona con la baja probabilidad de deterioro del producto, además de 6,45 pH, capacidad de absorción de agua 1,65 g agua/g muestra y capacidad emulsificante con 1,1 g aceite/g muestra. Entre las propiedades que destacan se encuentra su colorimetría, debido a que por su contenido de clorofilas presenta un color verde característico, por lo que la identifica como una materia prima adecuada para ser una alternativa nutricional y funcional en el uso de la galletería.

- Para el proceso de obtención de harina de verbena (verbena litoralis K.) se utilizó el método por secado de bandejas con una temperatura de 41 a 45°C, en la que mediante la identificación del porcentaje de humedad se obtuvo 8% y características fisicoquímicas adecuadas para una harina. Esto se debe al control de la temperatura durante al secado, por lo que no existieron cambios relevantes en sus propiedades, sin embargo, el contenido de agua de las hojas fue elevado lo que resultó en un rendimiento del 18,5%.

- Entre las propiedades fisicoquímicas determinadas se encuentra valores alto de fibra dietética 33,72%, proteínas 21,20% y cenizas 15,43%, parámetros que indica a la harina como un producto que puede utilizarse como suplemento nutricional al complementarse en la producción de diferentes productos. Además, con los valores obtenidos de actividad de agua de 0,54, pH 6,45 y acidez de 0,17 se determina que tiene propiedades que evitan el desarrollo microbiano, y por lo tanto mejoran la estabilidad del producto. Por medio del RVA se identificó que existen características adecuadas, sin embargo, el comportamiento del alimento será mejor en combinación con la harina de trigo.

- Mediante la determinación de las propiedades sensoriales de galletas elaboradas con 10%, 15% y 20% de harina de verbena se demostró que no existen diferencias significativas entre el olor y textura del producto. Sin embargo, en el sabor, color, aceptabilidad y apariencia fue mejor la de menor concentración (10%), de acuerdo a la preferencia de los consumidores. Esto nos indica que es tecnológicamente posible la elaboración de galletas con harina de verbena en combinación con harina de trigo.

4.2 Recomendaciones

- Es importante conocer los compuestos bioactivos presentes en las hojas de verbena o en harina de verbena (verbena litoralis K.), debido a la coloración resultante. Esto permitiría ofrecer distintas aplicaciones en el campo alimentario.

- Para las propiedades reológicas se determinaría mejor si se realiza la medición con la sustitución de acuerdo a los porcentajes utilizados con la mezcla de harina de trigo. Estas características indicarían como es el comportamiento de la masa y los beneficios con la mezcla.

- De acuerdo a las propiedades medicinales que contiene la planta una de sus aplicaciones en las que se aprovecharía cada una sus características podría ser la formulación de una infusión.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias bibliográficas

Acosta Arteaga, Y. Y. (2023). *Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades tecnofuncionales de harina de mauka (Mirabilis expansa)*. Universidad Nacional de Trujillo. Recuperado de https://dspace.unitru.edu.pe/handle/20.500.14414/21492

Aghdam, A. R., Badi, H. N., Abdossi, V., Hajiaghaee, R., Hosseini, S. E., Aghdam, A. R., Badi, H. N., Abdossi, V., Hajiaghaee, R., Hosseini, S. E., Aghdam, A. R., Badi, H. N., Abdossi, V., Hajiaghaee, R., Hosseini, S. E., Aghdam, A. R., Badi, H. N., Abdossi, V., Hajiaghaee, R., … Hosseini, S. E. (2019). Changes in Essential Oil Content and Composition of Lemon Verbena (Lippia citriodora Kunth.) Under Various Drying Conditions. *Jundishapur Journal of Natural Pharmaceutical Products*, *14*(4). https://doi.org/10.5812/JJNPP.66265

Ahmed, M. W., & Islam, M. N. (2018). Moisture sorption characteristics of selected commercial flours (wheat, rice, and corn) of Bangladesh. American Journal of Food Science and Technology, 6(6), 274–279. https://doi.org/10.12691/ajfst-6-6-7

Ai, Y., & Jane, J.-L. (2015). Gelatinization and rheological properties of starch. Starch - Stärke, 67(3–4), 213–224. https://doi.org/10.1002/star.201400201

Aidoo, R., Baah, F., & Oduro, I. (2022). Insight into the nutritional, physicochemical, functional, antioxidative properties and in vitro gastrointestinal digestibility of selected Thai rice: Comparative and multivariate studies. Food Science and Biotechnology, 33(3), 687–701. https://doi.org/10.1007/s10068-024-01806-7

Alava, C., Zambrano, R., Rivadeneira, D., Murillo, M., & Vélez, Z. (2018). Elaboración de harina a partir de Eichhornia Crassipes utilizando diferentes métodos de deshidratación. PRO SCIENCES: Revista de producción, ciencias e investigación, 2(7), 3-6.

Almora-Hernández, E., Duarte-Ginorio, M., Martínez-Azcarraga, M., Monteagudo-Borges, R., Figueredo-Moreno, N., & Rodríguez-Jiménez, E., (2023). Enriquecimiento de minipanqués con harina de torta de semillas de Moringa oleifera. Peruvian Agricultural Research, 4(2). https://doi.org/10.51431/par.v4i2.786

Alonso, J., Garcia-Jarquín, K., González-Lindo, K., & Benavente, M. (2014). Producción de harina de papa para puré instantáneo, Nexo Revista Científica Vol 27, 2.99-114.

Amany, M. B., Nasef, L., Eman, A. M. M., & Shaker, M. A. (2011). Use of medicinal and aromatic plants for increasing quality of some bakery products. Banat's Journal of Biotechnology, 2(4), 76–88. http://dse.usab-tm.ro

AOAC 2001.11. (2001). Official Method 2001.11. Crude Protein in Animal Feed, Forage (Including Pet Food) and Oilseed Products.

AOAC 2003.06. (2003). Official Method 2003.06. Crude Fat, Hexanes Extraction, in Feed, Cereal Grain, and Forage.

AOAC 925.10. Association of Official Analytical Chemists. (2015). Determinación de humedad en alimentos.

AOAC 985.29. (2019). Total dietary fiber in foods. Enzymatic.

Aremu, M. O., & Olapade, A. A. (2015). Evaluation of functional properties of composite flours and sensorial attributes of composite flour biscuits. Journal of Food Science and Technology, 52(12), 7980–7988. https://doi.org/10.1007/s13197-015-1926-3

B., Chen, L., Zhao, Y., Li, X., & Li, L. (2016). Physicochemical, thermal and rheological properties of commercial wheat flours and corresponding starches. Food Research International, 89, 1064–1072. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2016.09.022

Balet, S., Guelpa, A., Fox, G., & Manley, M. (2019). Rapid Visco Analyser (RVA) as a Tool for Measuring Starch-Related Physiochemical Properties in Cereals: a Review. Food Analytical Methods, 12, 2344–2360. https://doi.org/10.1007/s12161-019-01581-w

Batey I. L. (2007) Interpretation of RVA curves. In: *Crosbie GB, Ross AS* (eds). The RVA Handbook. AACC International, St. Paul, 19–31.

BeMiller, J. N. (2007). *Carbohydrate chemistry for food scientists*. AACC International, St Paul.

Beuchat, L. 1977. Functional and electrophoretic characteristics of succynalated peanut flour proteins. J Agricultural and Food Chemistry 25: 258-263.

Boix-Castejón, M., Herranz-López, M., Pérez Gago, A., Olivares-Vicente, M., Caturla, N., Roche, E., & Micol, V. (2018). Hibiscus and lemon verbena polyphenols modulate appetite-related biomarkers in overweight subjects: a randomized controlled trial. Food & Function, 9(6), 3173–3184. https://doi.org/10.1039/C8FO00367J

Boz, H. (2019). Effect of flour and sugar particle size on the properties of cookie dough and cookie. Czech Journal of Food Sciences, 37(2), 120–127. https://doi.org/10.17221/161/2017-CJFS

Braz, J. (2020). Actividad antiinflamatoria e identificación de los componentes del extracto crudo de Verbena litoralis Kunth. Pharm. Sciences. 56. https://doi.org/10.1590/s2175-97902019000417419

Chau, C. and C. Cheung. (1997). Effect of various processing methods on antinutrients and in vitro digestibility of protein and starch of two chinese indigenous legume seeds. Journal of Agricultural and Food Chemistry 45: 4773-4776.

Choi, O.-J., Zhao, C.-C., Ameer, K., & Eun, J.-B. (2021). Effects of soy flour types and extrusion-cooking conditions on physicochemical, microstructural and sensory characteristics of puffed rice snack base. International Journal of Food Engineering, 17(4), 1–11

Clavijo, J. & Yánez, P. (2017). Plantas frecuentemente utilizadas en zonas rurales de la Región Amazónica. INNOVA Research Journal. Vol 2, 9-21. https://doi.org/10.33890/innova.v2.n6.2017.180

Codex Alimentarius Commission. (2021). *Codex standard for wheat flour* (Codex Stan 152-1985, amended 2021). FAO/WHO

Cruz, A. P., Castillo, R., Salgado, M. C. (2023). Estudio del potencial antimicrobiano de extractos orgánicos de verbena litoralis. Revista Digital de la Universidad Autónoma de Chiapas.

Cruzado Muñoz, L. del P., & Valdiviezo Quipuscoa, D. M. (2021). Efecto de la granulometría sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales de snacks a base de harina de cáscara de plátano verde para dos tratamientos [Tesis de licenciatura, Universidad Privada del Norte]. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. https://hdl.handle.net/11537/28695

Davidson, I. (2019). Ingredients for Biscuits: An Introduction. In Industrial Biscuit Production (pp. 165–172). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B978-0-12-815579-0.00016-7

de Lima, R., Brondani, J. C., Dornelles, R. C., Lhamas, C. L., Faccin, H., Silva, C. V., Dalmora, S. L., & Manfron, M. P. (2020). Anti-inflammatory activity and identification of the Verbena litoralis Kunth crude extract constituents. Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences, 56, e17419. https://doi.org/10.1590/S2175-97902019000417419

De Lima, R., Gaube, C., Regina, A., Lijma, C., Dos Santos, K., Casoti, R., Castro, R., Ugalde, M., Leite, M., De Freitas, L e Palermo, M. (2018). Toxicidade aguda e subaguda e componentes químicos

do extrato hidroetanólico de Verbena litoralis Kunth. ELSEVIER. Vol. 224. https://doi.org/10.1016/j.jep.2018.05.012

de Lima, R., Guex, C. G., da Silva, A. R. H., Lhamas, C. L., dos Santos Moreira, K. L., Casoti, R., Dornelles, R. C., da Rocha, M. I. U. M., da Veiga, M. L., de Freitas Bauermann, L., & Manfron, M. P. (2018). Acute and subacute toxicity and chemical constituents of the hydroethanolic extract of Verbena litoralis Kunth. Journal of Ethnopharmacology, 224, 76–84. https://doi.org/10.1016/J.JEP.2018.05.012

De Souza, T., Manfron, P., Zanetti, G. Da SM. Hoelzel, S, e Pagliarin, V. (2005). Análise morfo-histológica e fitoquímica de Verbena litoralis Kunth. Acta farmacéutica bonaerense, Vol. 24(2), 209.

Delfini, L., Spahiu, B., & Vizzari, G. (2024). Visual analytics for sustainable mobility: Usability evaluation and knowledge acquisition for mobility-as-a-service data exploration. Proceedings, 70(1), 71. https://doi.org/10.3390/proceedings7010071

Delvarianzadeh, M., Nouri, L., Mohammadi Nafchi, A., & Ebrahimi, H. (2020). Physicochemical, rheological, and sensory evaluation of voluminous breads enriched by purslane (portulaca oleracea l.). Physicochemical, Rheological, and Sensory Evaluation of Voluminous Breads Enriched by Purslane (Portulaca Oleracea l.), 32(4), 815–830.

Ding, X.-L., Wang, L.-J., Li, T.-T., Wang, F., Quan, Z.-Y., Zhou, M., Huo, Z.-Y., & Qian, J.-Y. (2021). Pre-gelatinisation of rice flour and its effect on the properties of gluten free rice bread and its batter. Foods, 10(11), 2648. https://doi.org/10.3390/foods10112648

Dussán, S., Hurtado, L., & Camacho, H. (2019). Granulometría, propiedades funcionales y propiedades de color de las harinas de quinua y chontaduro. Información tecnológica, 30(5), 3-10.

Eke, M. O., Ahure, D., & Donaldben, N. S. (2019). Effect of Acha and Sprouted Soybeans Flour on the Quality of Wheat Based Cookies. Asian Food Science Journal, 7(2), 1–12. https://doi.org/10.9734/afsj/2019/v7i229969

Escobar, J., Asanza, M., Herrera, B & Gonzales, J. (2016). Caracterización físico-química de harinas de especies vegetales para la agroindustria ecuatoriana. Revista Amazónica Ciencia y Tecnología, 5(2). https://doi.org/10.59410/RACYT-v05n02ep05-0141

Eslami-Farouji, A., & Khosravi, A. R. (2024). Systematic Affinity of Verbena supina (Verbenaceae), a New Species to the Flora of Iran, Along with Infrageneric Classifications of the Genus. Iranian

Journal of Science, 48(6), 1383–1395. https://doi.org/10.1007/S40995-024-01714-9/METRICS

FEUM. (2014). Métodos para la determinación de propiedades físicas de harinas. Fundación Española de la Uva y el Mosto.

Flores Chana, W. (2021). Caracterización de la hoja y harina de Moringa oleífera. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 5(3), 2590–2604. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v5i3.475

García, O., Aiello, C., Peña, M., Ruiz, J., & Acevedo, I. (2012). Caracterización físico-química y propiedades funcionales de la harina obtenida de granos de quinchoncho (Cajanus cajan (L.) Millsp.) sometidos a diferentes procesamientos. Revista Científica UDO Agrícola, 12(4), 919–928.

Giraldo, A., Velasco, R., & Aristizabal, J. (2006). Obtención de harina a partir de hojas de yuca (Manihot esculenta Crantz) para consumo humano. Biotecnología en el sector agropecuario y agroindustrial, 4(1), 33-42.

Guamán Ordoñez, J. A., Silverio Calderón, C. E., Morán, J., & Alvarado Caceres, J. V. (2025). Actividad antimicrobiana del extracto metanolico de los tallos de Verbena Litoralis. Revista Vive, 8(22), 50–62. https://doi.org/10.33996/REVISTAVIVE.V8I22.362

Guamán-Tipantuña, C. (2019). Contenido de flavonoides totales y actividad antioxidante en inflorescencias, hojas y tallos de plantas endémicas: Verbena litoralis Kunth y Duranta triacantha Juss. (Tesis de ingeniería, Universidad Central del Ecuador. https://www.dspace.uce.edu.ec/server/api/core/bitstreams/046ccf92-091b-4a6d-89b7-648b115238ac/content

Guerra-Oliveira, J., Martínez, M. M., & Gómez, M. (2022). Effects of particle size in wasted bread flour properties. International Journal of Food Science & Technology, 57(3), 1565–1575. https://doi.org/10.1111/ijfs.15656.

Hazelton, J. L., DesRochers, J. L., & Walker, C. E. (2003). Biscuits, cookies, and crackers: Chemistry of Biscuit Making. In Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition (2nd ed., pp. 533–539). Academic Press. https://doi.org/10.1016/B0-12-227055-X/00105-X

Hematian Sourki, A., Ghani, A., Kiani, F., & Alipour, A. (2021). Phytochemical profiles of lemon verbena (Lippia citriodora H.B.K.) and its potential application to cookie enrichment. Food Science and Nutrition, 9(6), 3100–3113. https://doi.org/10.1002/FSN3.2268;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Horra, A., Seghezzo, M., Molfese, E., Ribotta, P & León, A. (2012). Indicadores de calidad de las harinas de trigo: índice de calidad industrial y su relación con ensayos predictivos. Agriscientia 29 (2). 10.31047/1668.298x.v29.n2.3886

Hossain, A., Basak, P., Azam, G., Kamal, M., Rahman, M., Hasan, H., & Islam, R. (2021). Study on Preparation & Development of Cookies Enriched with Mint Leaf (Mentha) Powder. EAS Journal of Nutrition and Food Sciences, 3(2), 62–68. https://doi.org/10.36349/easjnfs.2021.v03i02.006

Ijarotimi, O. S., Adeoti, O. A., & Ariyo, O. (2013). Estudio comparativo sobre la composición nutricional, características fitoquímicas y funcionales de la harina de semilla de Moringa oleifera cruda, germinada y fermentada. Food Science & Nutrition, 1(6), 452–463. https://doi.org/10.1002/fsn3.70

INEN 526. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la concentración de ión hidrógeno.

Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN. (1980). NTE INEN 530: "Harina de Trigo: Ensayo de Panificación". Primera Edición. Quito – Ecuador. Recuperado de: https://drive.google.com/file/d/1wz2NRxpsFPH0iYkwVF69fv-u86XVPKhi/view?pli=1

INTINTEC 205,027. Instituto Técnico de Normalización del Perú. (1986). *Procedimiento para determinación de proteína en alimentos*.

Jogihalli, P., Singh, L., Kumar, K., & Sharanagat, V. S. (2017). Physico-functional and antioxidant properties of sand-roasted chickpea (Cicer arietinum). Food Chemistry, 237, 1124–1132. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.06.069

Karwowski, M., Masson, M., Lenzi, M., Scheer, A., and Haminiuk, C. (2013). Characterization of tropical fruits: rheology, stability and phenolic compounds. Acta Alimentaria, 42(4), 586-598.

Kazi, M., Parlapani, F. F., Boziaris, I. S., Vellios, E. K., & Lykas, C. (2018). Effect of ozone on the microbiological status of five dried aromatic plants. Journal of the Science of Food and Agriculture, 98(4), 1369–1373. https://doi.org/10.1002/JSFA.8602;CTYPE:STRING:JOURNAL

Kubica, P., Szopa, A., Dominiak, J., Luczkiewicz, M., & Ekiert, H. (2020). Verbena officinalis (Common Vervain) – A Review on the Investigations of This Medicinally Important Plant Species. Planta Medica, 86(17), 1241–1257. https://doi.org/10.1055/A-1232-5758

Labuza, T., McCall, W., Flink, J., & Tatini, R. (1976). Water activity determination: A collaborative study of different methods. Journal of Food Science 41, 910–917.

Lee, S. Y., Ferdinand, V., & Siow, L. F. (2022). Effect of drying methods on yield, physicochemical properties, and total polyphenol content of chamomile extract powder. Frontiers in Pharmacology, 13, 1003209. https://doi.org/10.3389/FPHAR.2022.1003209/BIBTEX

Lei, H., Liao, Z., Wang, L., Zeng, X., & Han, Z. (2023). Improving the swelling capacity of granular cold-water rice starch by ultrasound-assisted alcoholic-alkaline treatment. Food Research International, 167, 112758. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2023.112758

Lian, X., Song, C., & Wang, Y. (2022). Regulating the oil–water interface to construct double emulsions: current understanding and their biomedical applications. Chemical Research in Chinese Universities, 38, 698–715. https://doi.org/10.1007/s40242-022-2019-8

Liu, X. M., Ren, W. J., Lyu, H. Y., Chen, C. Y., Pan, X. H., Bai, L. P., Zhang, W., Jiang, Z. H., & Zhu, G. Y. (2025). Verbenalinosi2005des A and B, Two Iridoid-Phenylethanoid Glycoside Conjugates from Verbena officinalis and Their Hepatoprotective Activity. ACS Omega. https://doi.org/10.1021/ACSOMEGA.4C11149/ASSET/IMAGES/LARGE/AO4C11149_0005.JPEG

Logroño, M., Fonseca, J., & Betancourt, S. (2019). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum) por harina de máchica (Hordeum vulgare) en la calidad bromatológica y nutricional de galletas. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Ma, F., & Baik, B. K. (2018). Soft wheat quality characteristics required for making baking powder biscuits. Journal of Cereal Science, 79, 127–133. https://doi.org/10.1016/J.JCS.2017.10.016

Martínez, S., González-Gallego J., Culebras J.M., Tuñón M.J**.** (2002). "Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes." *Nutr Hosp*.;17(6):271–278

Muhammad, K. A., Ishrat, F., Waheed, A., Sufyan, E., Mohsin, M., Muhammad, U. A., Muhammad, S. A., & Waqas, A. S. (2023). Mint (Mentha): A Herb and Used as a Functional Ingredient. Scholars International Journal of Traditional and Complementary Medicine, 6(3), 38–52. 10.36348/sijtcm.2023.v06i03.003

Murungweni, P., Mlambo, V., & Muchenje, V. (2024). Effect of malting on physicochemical, antioxidant, and microstructural properties of finger millet (Eleusine coracana) flours. Food Science & Nutrition, 12(1), 3790–3802. https://doi.org/10.1002/fsn3.3790

Nayak, S., Kumar, A., Mishra, J., & Tiwari, G. N. (2011). Drying and testing of mint (Mentha piperita) by a hybrid photovoltaic-thermal (PVT)-based greenhouse dryer. Dry. Technol., 29, 1002–1009.

Nawaz, H., Aslam, M., Rehman, T., & Mehmood, R. (2021). "Modification of Emulsifying Properties of Cereal Flours by Blending with Legume Flours."*Asian Journal of Dairy and Food Research*, 40(3), 315–320

NTE INEN 2 085. (2005). Galletas. Requisitos.

NTE INEN 517. (2013). Harina de origen vegetal. Determinación del tamaño de las partículas.

NTE INEN 616. (2006). Harina de trigo. Requisitos.

NTE INEN 520. (2012). Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza.

NTE INEN 521. (2013). Harinas de origen vegetal. Determinación de la acidez titulable. NTE

O'Sullivan, M. G. (2012). Principles of sensory shelf-life evaluation and its application to alcoholic beverages. In Alcoholic Beverages (pp. 42–65). Woodhead Publishing. https://doi.org/10.1533/9780857095176.1.42

Ocaña, I. (2019). Caracterización Fisicoquímica, Nutricional y Reológica De Cultivos Andinos Infrautilizados. Universidad Técnica de Ambato|

Ochoa, C., & Ayala, A. (2004). Los flavonoides: Apuntes generales y su aplicación en la Industria de Alimentos. Ingeniería y Competitividad. Vol. 6. 2-8 Ortega, L., Cruz, R., Martínez, R., Valencia, O., López, A., Velázquez, R., & Ramírez, C. (2018). Uso de flavonoides como ingrediente activo en alimentos funcionales. Agroproductividad. Vol. 11. 121-125.

Orozco, M. C., & García, A. D. (2019). Colorantes naturales para uso alimenticio. Ciencia Digital, 3(2.4), 88–98. https://doi.org/10.33262/cienciadigital.v3i2.4.510

Ortega, L., Cruz, R., Martínez, R., Valencia, O., López, A., Velázquez, R., & Ramírez, C. (2018). Uso de flavonoides como ingrediente activo en alimentos funcionales. Agroproductividad. Vol. 11. 121-125.

Parwitha, I. M. I., & Winata, G. A. S. (2024). Organoleptic test of chocolate chips cookies made from Moringa leaf flour (Moringa oleifera). Indonesian Journal of Applied and Industrial Sciences (ESA), 3(6), 879–892. https://doi.org/10.55927/esa.v3i6.11301

Patiño, M. & Quizhpi, M. (2021). Proyecto de desarrollo turístico para revalorización del conocimiento de la medicina ancestral como producto para la dinamización del bosque medicinal "el paraíso" en el cantón Gualaquiza (Tesis de ingeniería, Universidad del Azuay. Facultad de Filosofía, Letras y Ciencia de la Educación. Carrera de Turismo)

Pedrosa, M., Varela, A., Domínguez-Timón, F., Tovar, C. A., Moreno, H. M., Borderías, A. J., & Díaz, M. T. (2020). Comparison of Bioactive Compounds Content and Techno-Functional Properties of Pea and Bean Flours and their Protein Isolates. Plant Foods for Human Nutrition, 75(4), 642–650. https://doi.org/10.1007/s11130-020-00866-4

Polumackanycz, M., Petropoulos, S. A., Añibarro-Ortega, M., Pinela, J., Barros, L., Plenis, A., & Viapiana, A. (2022). Chemical Composition and Antioxidant Properties of Common and Lemon Verbena. Antioxidants, 11(11), 2247. https://doi.org/10.3390/ANTIOX11112247

Porras, E. Y., & Marcantico, E. (2020). Screening fitoquímico del extracto hidroalcohólico foliar de Verbena Litoralis Kunth y evaluación antifúngica in vitro en Candida albicans ATCC 10231. (Bachelor's thesis, Universidad Interamericana para el desarrollo)

Pycia, K., & Juszczak, L. (2023). Influence of Hazelnut and Walnut Oil Cakes Powder on Thermal and Rheological Properties of Wheat Flour. Foods , 12(22), 4060. https://doi.org/10.3390/FOODS12224060

Ramírez, A., & Pacheco, E. (2009). Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. Interciencia, 34(4), 293-298.

Reyes, M, V., López, C, P., & Ortega, A, F. (2019). Aprovechamiento de recursos naturales y culturales con fines turísticos. Caso de estudio: comuna San Jacinto del Pindo, en la provincia de Pastaza (Ecuador). Siembra. Vol. 6. 36-40. https://doi.org/10.29166/siembra.v6i1.1721

Rezette, L., Kansou, K., Della Valle, G., Le Gall, S., & Saulnier, L. (2025). The role of wheat flour minor components in predicting water absorption. Food Chemistry, 463 (2), 141232. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.141232

Rodríguez Valera, C. M. (2020). Elaboración de fideos tipo tallarines fortificados con harina de hoja de moringa (Moringa oleifera Lam.), en Pucallpa. Universidad Nacional de Ucayali. Recuperado de https://repositorio.unu.edu.pe/items/cdbb4723-bdc1-430c-aaa6-f368b5671d09

Rodríguez, R. I. C., Fernández, A. P. M., Valencia, R. C., Gutiérrez, M. C. S., & Cruz, M. del C. H. (2024). Estudio del Potencial Antimicrobiano de Extractos Orgánicos de Verbena litoralis. Revista Digital Espacio I+D, 13(35), 13–32. https://doi.org/10.31644/IMASD.35.2024.A02

Rotimi, A., Mofolasayo, O. A., & Watts, B. M. (2010). Propiedades emulsionantes y espumantes de las harinas de semillas comerciales de guisante amarillo (Pisum sativum L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, 58(8), 4719–4724. https://doi.org/10.1021/jf902199x

Saeed, S. M. G., Tayyaba, S., Ali, S. A., Tayyab, S., Sayeed, S. A., Ali, R., Mobin, L., & Naz, S. (2020). Evaluation of the potential of Lotus root (Nelumbo nucifera) flour as a fat mimetic in biscuits with improved functional and nutritional properties. CyTA - Journal of Food, 18(1), 624–634. https://doi.org/10.1080/19476337.2020.1812727

Saeed, S. M. G., Urooj, S., Ali, S. A., Ali, R., Mobin, L., Ahmed, R., & Sayeed, S. A. (2021). Impact of the incorporation of date pit flour an underutilized biowaste in dough and its functional role as a fat replacer in biscuits. Journal of Food Processing and Preservation, 45(3), e15218. https://doi.org/10.1111/JFPP.15218;JOURNAL:JOURNAL:17454549;WGROUP:STRING:PUBLICATION

Sandhu, K. S., Singh, N., & Singh Malhi, N. (2007). Some properties of corn grains and their flours I: physicochemical, functional and chapatti-making properties of flours. *Food Chem*., *101*, 938–946.

Sandoval Micha, D. C. (2020). Efecto de la sustitución parcial de harina de trigo (Triticum aestivum) por harina de hojas de moringa (Moringa oleífera) y harina de soya (Glycine max) en elaboración de galletas dulces [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional del Santa]. Repositorio Institucional UNS. Recuperado de https://hdl.handle.net/20.500.14278/3697

Sangwan, A., Kawatra, A., & Sehgal, S. (2012). Nutrient composition of mint powder prepared from various drying methods. Nutrition and Food Science, 42(1), 21–25. https://doi.org/10.1108/00346651211196492/FULL/XML

Silverio Calderón, C. (2019). Verbena litoralis en costa y sierra de Ecuador como portadora de flavonoides y glucósidos. Revista científica Dominio de las Ciencias. 5 (1). Recuperado de https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1068/1582

Singh, N., Singh, S., & Kaur, M. (2017). Effect of flour density on baking properties and texture of cookies. Journal of Food Science and Technology, 54(4), 1031–1038. https://doi.org/10.1007/s13197-016-2531-5

Soares, K. C. N., Pianoski, K. E., Finger, D., Machado, C. S., Quináia, S. P., & Torres, Y. R. (2020). Levels of phenylpropanoids and iridoids in extracts and infusions of Verbena minutiflora. Anais Da Academia Brasileira de Ciências, 92(3), e20181116. https://doi.org/10.1590/0001-3765202020181116

Sobti, B., Kamal-Eldin, A., Rasul, S., Alnuaimi, M. S. K., Alnuaimi, K. J. J., Alhassani, A. A. K., Almheiri, M. M. A., & Nazir, A. (2023). Encapsulation Properties of Mentha piperita Leaf Extracts Prepared Using an Ultrasound-Assisted Double Emulsion Method. Foods , 12(9), 1838. https://doi.org/10.3390/FOODS12091838

Sotelo-Díaz, L. I., Igual, M., Martínez-Monzó, J., & García-Segovia, P. (2023). Techno-Functional Properties of Corn Flour with Cowpea (Vigna unguilata) Powders Obtained by Extrusion. Foods, 12(2), 298. https://doi.org/10.3390/foods12020298

Sultana, S. (2020). Nutritional and functional properties of Moringa oleifera. Metabolism Open, 8, 100061. https://doi.org/10.1016/j.metop.2020.100061

Tavares, L., Noreña, C., Barros, H., Smaoui, S., Lima, P., and de Oliveira, M. (2022). Rheological and structural trends on encapsulation of bioactive compounds of essential oils: A global systematic review of recent research. Food Hydrocolloids, 129, 107628.

Techeira, N., Sívoli, L., Perdomo, B., Ramírez, A., & Sosa, F. (2014). Caracterización físicoquímica, funcional y nutricional de harinas crudas obtenidas a partir de diferentes variedades de yuca (Manihot esculenta Crantz), batata (Ipomoea batatas Lam) y ñame (Dioscorea alata), cultivadas en Venezuela. Interciencia, 39(3), 191–197. https://www.redalyc.org/pdf/339/33930206009.pdf

Tipantuña Guamán, C. (2019). Contenido de flavonoides totales y actividad antioxidante en inflorescencias, hojas y tallos de plantas endémicas: Verbena litoralis Kunth y Duranta triacantha Juss. Trabajo de titulación previo a la obtención del Título de Ingeniero Agrónomo. Carrera de Ingeniería Agronómica. Quito: UCE. 84 p

Vásquez-Osorio, D., Hincapié-Llanos, G. A., Cardona, M., Jaramillo, D. I., & Vélez-Acosta, L. (2017). Formulación de una colada empleando harina de Sacha Inchi (Plukenetia volubilis L.) proveniente del proceso de obtención de aceite. Perspectivas en Nutrición Humana, 19(2), 167–179. https://doi.org/10.17533/udea.penh.v19n2a04

Vázquez-Ovando, J. A., Rosado-Rubio, J. G., Chel-Guerrero, L. A., & Betancur-Ancona, D. A. (2010). Procesamiento en seco de harina de chía (Salvia hispanica L.): caracterización química de fibra y proteína. CyTA - Journal of Food, 8(2), 117–127. https://doi.org/10.1080/19476330903223580

Vega, M. (2015). Cultivo de plantas medicinales: verbena, jengibre, y piri piri en la granja demostrativa de leda, periodo de preparación de terreno, siembra, mantenimiento y seguimiento. Tesis de licenciatura. Universidad de Cuenca. Recuperado de https://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/0

Vegas Niño, R. M., Zabaleta Nogueroles, A., & Vegas, C. (2017). Efecto del pH y cloruro de sodio sobre las propiedades funcionales de harina de semillas de Lupinus mutabilis "tarwi" variedad criolla. Agroindustrial Science, 7(1), 49–55. https://doi.org/10.24039/aisci2017011071

Wang, T., Cao, Y., Zhang, W., Luo, X., Feng, W., Wang, R., Yi, C., Ai, Z., & Zhang, H. (2023). Physicochemical properties of the rice flour and structural features of the isolated starches from saline-tolerant rice grown at different levels of soil salinity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, 71(45), 17353–17361. https://doi.org/10.1021/acs.jafc.3c05449

Waseem, M., Akhtar, S., Manzoor, M. F., Mirani, A. A., Ali, Z., Ismail, T., Ahmad, N., & Karrar, E. (2021). Nutritional characterization and food value addition properties of dehydrated spinach powder. Food Science & Nutrition, 9(2), 1213–1221. https://doi.org/10.1002/fsn3.2110

Yasumatsu, K.; K. Sawada, S. Moritaka, M. Misaki, J. Toda, T. Wada and K. Ishii. 1992. Studies on the functional properties of food grade soybean products: whipping and emulsifying properties of soybean products. Agricultural and Biological Chemistry 36: 719-727.

Yi, J., Zhang, Y., Zhang, L., & Zhang, M. (2022). Effects of composition, thermal, and rheological properties of rice raw material on rice noodle quality. Frontiers in Nutrition, 9, 1003657. https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1003657

Zanzirolani De Oliveira, J. E., Modesto Arruda, V., de Freitas Paixão, J. L., & Da Silva, J. F. (2024). Saberes populares e científicos da planta medicinal Verbena litoralis KUNTH. Editora Científica, 1, 205–211. https://doi.org/10.37885/240717072

Zhang, H., Wang, H., Cao, X., & Wang, J. (2018). Preparation and modification of high dietary fiber flour: A review. Food Research International, 113, 281–292. https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.06.068

Zhang, Z., Yang, Y., Tang, X., Chen, Y., & You, Y. (2016). *Chemical forces study of heat-induced myofibrillar protein gel as affected by partial substitution of NaCl with KCl, $MgCl_2$ and $CaCl_2$*. CyTA – Journal of Food, 14(2), 239–247.

Zhang, K., Tian, Y., Liu, C., & Xue, W. (2020). Effects of temperature and shear on the structural, thermal and pasting properties of different potato flour. BMC Chemistry, 14(1), 1–8. https://doi.org/10.1186/S13065-020-00670-W/FIGURES/4

ANEXOS

Anexo 1. Recepción de la materia prima



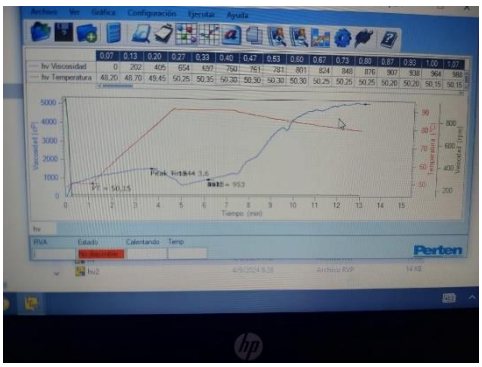
Anexo 2. Secado de las hojas de verbena.



Anexo 3. Harina de verbena obtenida



Anexo 4. Análisis en el RVA



Anexo 5. Análisis capacidad gelificante



Anexo 6. Análisis capacidad de absorción



Anexo 7. Análisis de humedad



Anexo 8. Medición de pH



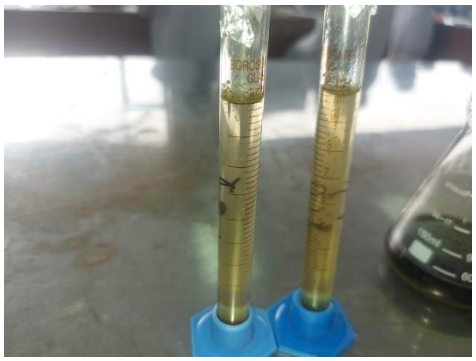
Anexo 9. Determinación del color



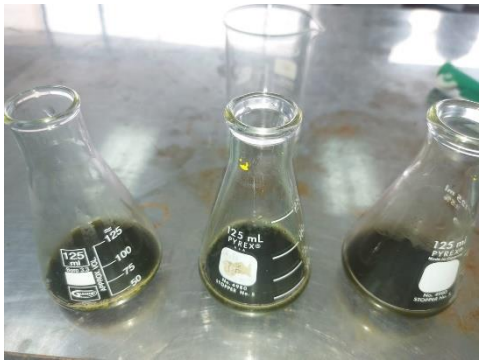
Anexo 10. Análisis de actividad de agua



Anexo 11. Capacidad de hinchamiento



Anexo 12. Análisis acidez titulable



Anexo 13. Análisis estadístico de varianza

Análisis de Varianza: Color

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	10,72	3,5722	4,18	0,010
Error	56	47,87	0,8548		
Total	59	58,58			

Análisis de Varianza: Olor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	0,3167	0,1056	0,13	0,944
Error	56	46,5333	0,8310		
Total	59	46,8500			

Análisis de Varianza: Sabor

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	9,650	3,217	2,94	0,041
Error	56	61,333	1,095		
Total	59	70,983			

Análisis de Varianza: Textura

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	10,63	3,5417	4,53	0,005
Error	116	90,70	0,7819		
Total	119	101,33			

Análisis de Varianza: Apariencia

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	5,292	1,7639	2,07	0,107
Error	116	98,633	0,8503		
Total	119	103,925			

Análisis de Varianza: Aceptabilidad

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
Factor	3	30,85	10,2833	12,70	0,000
Error	56	45,33	0,8095		
Total	59	76,18			

Perfil RVA-Modelo lineal general

Análisis de Varianza: Viscosidad pico (cP) vs. C1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	1	20390954	20390954	187,05	0,000
Error	4	436046	109011		
Total	5	20827000			

Análisis de Varianza: Viscosidad mínima (cP) vs. C1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	1	18779704	18779704	657,68	0,000
Error	4	114219	28555		
Total	5	18893923			

Análisis de Varianza: Reducción de viscosidad (cP) vs. C1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	1	33153	33153	1,27	0,323
Error	4	104601	26150		
Total	5	137753			

Análisis de Varianza: Viscosidad final (cP) vs. C1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	1	881667	881667	5,52	0,079
Error	4	638673	159668		
Total	5	1520339			

Análisis de Varianza: Retroceso (cP) vs. C1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	1	11523204	11523204	121,91	0,000
Error	4	378081	94520		
Total	5	11901285			

Análisis de Varianza: Tiempo al pico (min) vs. C1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	1	17,7848	17,7848	1811,70	0,000
Error	4	0,0393	0,0098		
Total	5	17,8241			

Análisis de Varianza: Temperatura de gelatinización (vs. C1

Fuente	GL	SC Ajust.	MC Ajust.	Valor F	Valor p
C1	1	478,827	478,827	1149184,00	0,000
Error	4	0,002	0,000		
Total	5	478,828			

Anexo 14. Certificado de resultados obtenidos de análisis

Multianalítyca S.A.
Laboratorio de Análisis y Aseguramiento de Calidad

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.110894a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	CEVALLOS DUQUE KAREN ESTEFANIA
Dirección:	CARAPOUNGO PRIMERA ETAPA
Teléfono:	0978797922

DATOS DE LA MUESTRA

Descripción:	Harina de Verbena		
Lote:	--	**Contenido declarado:**	100g
Fecha de elaboración:	--	**Fecha de vencimiento:**	--
Fecha de recepción:	2025/05/26	**Hora de recepción:**	13:05:44
Fecha de análisis:	2025/05/27	**Fecha de emisión:**	2025/06/06
Material de envase:	--		
Toma de muestra realizada por:	EL CLIENTE		
Procedencia de los datos:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y a las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	**Olor:**	Característico
Estado:	Sólido	**Conservación:**	Ambiente
Temperatura de la muestra:	Ambiente		

RESULTADO FISICOQUíMICO

PARÁMETRO	RESULTADO	UNIDAD	MÉTODO INTERNO	MÉTODO DE REFERENCIA
Grasa	2,46	%	MFQ-02	AOAC 2003.06/ Gravimetría, Soxhlet
Proteína	21,26	(F: 6,25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11/ Volumetría, Kjeldahl
Fibra bruta	0,65	%	MFQ-06	NTE INEN 522:2013/ Gravimetría

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca S.A.
El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio para ensayos Físico-Químicos e Instrumentales partir de la fecha de ingreso será de 15 días calendario para muestras perecibles, 30 días calendario para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para ensayos microbiológicos será de 5 días laborables para muestras perecibles, 10 días laborables para muestras medianamente perecibles y estables a partir de la fecha de análisis. Posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.
Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.
El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.
El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Físico Químico - Instrumental