

UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL FRUTO DE CAPULÍN (*Conostegia xalapensis*) COMO POSIBLE INGREDIENTE FUNCIONAL

POR:

SINDY KARINA CAMPOS GARCÍA

TESIS



CATACAMAS OLANCHO JUNIO, 2023

EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL FRUTO DE CAPULÍN (*Conostegia xalapensis*) COMO POSIBLE INGREDIENTE FUNCIONAL

POR:

SINDY KARINA CAMPOS GARCÍA

JHUNIOR HABRAN MARCÍA FUENTES

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADO A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO EN
TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

CATAMAS OLANCHO JUNIO, 2023

DEDICATORIA

A mis padres **Marcos Saúl Campos Ardón** y **Mirian Jamileth García Rodríguez** quienes me han apoyado siempre incondicionalmente.

A mis hermanos **Luis Alberto Campos García**, **Saúl Antonio Campos García**, **Hellen Julieth Campos García** y **Walter Julián Campos García** que han estado conmigo a lo largo de este proceso.

A mi novio **Nahúm Enrique Hernández Pavón** que siempre me ha acompañado y apoyado en mi carrera.

A mi tío **Ing. Oscar Enrique Campos Ardón** quien me ha brindado su apoyo en mi proceso de formación profesional.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a **Dios** primeramente por permitirme los años de vida, guiarme en mi camino, regalarme sabiduría y por darme las fuerzas necesarias para continuar.

Agradezco a mis padres por el apoyo que me han brindado siempre, por los valores con los que me han formado y acompañarme a lo largo de mi vida, a mis hermanos por estar conmigo en este proceso y apoyarme incondicionalmente y a mi novio por acompañarme y apoyarme en mi formación.

A mis abuelas **Juliana De Jesús Rodríguez Escobar** y **Dilcia Del Carmen Ardón Pastor** quienes me brindan sus consejos y su apoyo incondicional en mi formación.

A la Universidad Nacional De Agricultura por formarme como profesional y permitirme lograr mis metas.

Al **Sistema de Investigación y Estudios de Posgrado (DSIP)** por brindarme el financiamiento necesario para la realización de mi investigación.

A mis asesores **Dr Jhunion Abrahan Marcía Fuentes, M.Sc Rosa Arelys Betancourth Raudales** y **M.Sc Keysi Bianey Peralta Matute** por estar siempre pendientes a cualquier duda y ayudarme a realizar mi tesis de la mejor manera.

CONTENIDO

AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE TABLAS.....	vi
LISTA DE FIGURAS.....	vii
LISTA DE ANEXOS.....	viii
RESUMEN	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo general.....	2
2.2 Objetivos específicos.....	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	3
3.1. Familia <i>Melastomataceae</i>	3
3.2. Usos de las Melastomataceas.....	4
3.3. Taxonomía de la familia <i>Melastomataceae</i>.....	4
3.4. Habitat de la familia <i>Melastomataceae</i>	5
3.5. Compuestos fenólicos presentes en <i>melastomataceas</i>	6
3.6. Capulín (<i>C. xalapensis</i>)	6
3.6.1. Generalidades del capulín.....	6
3.6.2. Descripción del arbusto de capulín.....	7
3.7. Variedades de <i>Conostegia</i>	7
3.8. Estudios previos del capulín.....	7
3.9. Colorantes alimentarios.....	8
3.9.1. Colorantes sintéticos.....	8
3.9.2. Colorantes naturales	8
3.10. Analisis sensorial	9
3.10.1. Pruebas afectivas.....	10
3.10.2. Pruebas descriptivas.....	10
3.11. Analisis microbiológico.....	10
4.10.1 Recuento de células viables.....	11
IV. MATERIALES Y MÉTODO	12
4.1. Ubicación	12
4.2. Materiales y equipo	12
4.3. Método	14
4.4. Metodología	14
4.5.	

Diseño experimental.....	17 4.6.
Análisis estadístico.....	17 V.
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	18 5.1.
Determinación de la curva de secado	18 5.2.
Análisis microbiológico de la harina de capulín ufc/g	19 5.3.
Análisis químico de la harina de capulín.....	20 VI.
CONCLUSIONES	22 VII.
RECOMENDACIONES	23 VIII.
BIBLIOGRAFÍA	24
ANEXOS	29

v LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Riqueza de especies de la familia Melastomataceae en diferentes regiones y países del Neotrópico. Autor (David& Rivas.,2007)	5
Tabla 2. Materiales y equipos a utilizar en la investigación.....	13
Tabla 3. Ensayos fisicoquímicos en la harina de capulín.	16
Tabla 4. Tratamientos y factores a estudiar.....	17
Tabla 5. Tratamientos y réplicas de las unidades experimentales.....	17
Tabla 6. Resultados de análisis fisicoquímicos en el capulín.....	20
Tabla 7. Energía total encontrada en el capulín.....	21

vi
LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Lugar de investigación, Provincia de Acobamba, Huancavelica, Perú. Fuente Google maps 2023.....	12
Figura 2. Grafica de la curva de secado óptima.	18
Figura 3. Grafica de los resultados del análisis microbiológico de la harina de capulín.	19

vii
LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Limpieza y desinfección de los frutos de capulín.....	30
---	----

Anexo 2. Deshidratación de los frutos de capulín.....	30
Anexo 3. Elaboración de la harina de capulín.....	30
Anexo 4. Preparación de las diluciones y medio de cultivo.....	31
Anexo 5. Siembra de las muestras de harina de capulín.	31
Anexo 6. Incubación y recuento de microorganismos.	31
Anexo 7. Ensayos realizados en la Universidad Nacional Agraria la Molina.	32

viii

CAMPOS GARCÍA, S.K. (2023). Evaluación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del fruto de capulín (*Conostegia xalapensis*) como posible ingrediente funcional. Tesis de grado Ingeniero en Tecnología Alimentaria, Facultad de Ciencias Tecnológicas. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras, C.A.

RESUMEN

El fruto de capulín (*Conostegia xalapensis*) es una baya silvestre de temporada, su floración comienza entre enero y febrero y su cosecha se da desde abril hasta julio aproximadamente,

normalmente en época de verano. Este fruto hasta el momento no tiene ningún tipo de uso o aprovechamiento y no posee ningún estudio científico sobre sus características y propiedades existentes. El Objetivo fue evaluar las características fisicoquímicas y microbiológicas del fruto de capulín (*Conostegia xalapensis*) como posible ingrediente funcional. Se recolectaron los frutos frescos para luego deshidratarlos a tres temperaturas diferentes (40 °C, 50 °C Y 60 °C) y utilizar la harina como materia prima para la caracterización microbiológica (recuento de bacterias totales) y química. El tiempo de deshidratado a la temperatura de 40 °C fue mayor en comparación a las temperaturas más altas, se tardó 62 horas. En cuanto a el recuento de bacterias totales representados con el número de unidades formadoras de colonias (ufc) sobre gramo (g) ó mililitro (ml) analizados a las tres temperaturas de deshidratado se obtuvo que a 40 °C hubo $9,8 \times 10^4$ ufc / g ó ml, a 50 °C hubo $8,6 \times 10^4$ ufc / g ó ml y a 60 °C hubo $7,2 \times 10^4$ ufc / g ó ml siendo esta ultima la que presenta menor número de ufc e indicando un valor limitado de la presencia de patógenos o toxinas. Para los análisis químicos se utilizaron las muestras que presentaron menor número de ufc. Presentó Humedad: 9.05 %, cenizas: 4.24 g, grasa: 3.7 g carbohidratos: 7.2 g, proteína 6.9 g y fibra 13.1 g (g / 100 g de muestra). Estos resultados indican una buena oportunidad para el aprovechamiento y comercialización de la harina de capulín o el fruto fresco ya que no presenta ningún uso para el consumo humano y una alternativa más podría usarse como colorante natural.

Palabras clave: Harina, aprovechamiento, bayas, análisis, caracterización,

I. INTRODUCCIÓN

Hoy en día, la conocida relación dieta-salud ha generado mucho interés entre los consumidores actuales, quienes buscan alimentos saludables. Por esta razón, las frutas y verduras son muy apreciadas debido a sus beneficios para la salud, que están directamente relacionados con el elevado número de componentes biológicamente activos presentes en su composición (Fuentes *et al.*, 2021), por otra parte, la industria farmacéutica fabrica más del 50% de los medicamentos clínicos modernos a partir de productos naturales debido a su alta solubilidad y absorción que no causan efectos adversos para la salud (Raju *et al.*, 2021).

Existen muchos frutos que aún no se han estudiado a detalle, el fruto de capulín (*Conostegia xalapensis*) es uno de ellos. Es una baya silvestre de temporada, su floración comienza entre enero y febrero y su cosecha se da desde abril hasta julio aproximadamente, normalmente en

época de verano. Este fruto no tiene ningún tipo de uso o aprovechamiento y no posee ningún estudio científico sobre sus características y propiedades existentes.

Este trabajo es la primera investigación en el fruto capulín (*C. xalapensis*), en el cual se hizo la determinación de las características fisicoquímicas y microbiológicas del fruto de capulín como posible ingrediente funcional, utilizando como materia prima la harina del fruto maduro de capulín, a la cual se le aplicó diferentes análisis de laboratorio para conocer sus propiedades o características antes mencionadas y de esta manera saber si es o no un posible ingrediente funcional.

II. OBJETIVOS

2.1 Objetivo general

Determinar las características fisicoquímicas y microbiológicas del fruto de capulín (*Conostegia xalapensis*) para su potencial aprovechamiento como ingrediente funcional.

2.2 Objetivos específicos

Determinar la curva de secado para la optimización del proceso de producción de harina de capulín.

Estudiar las características fisicoquímicas de la harina del fruto de capulín a partir de análisis instrumental.

Evaluar el perfil microbiológico de la harina del fruto de capulín a partir de ensayos de unidades formadoras de colonia.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. Familia *Melastomataceae*

El nombre de la familia *Melastomataceae*, derivado del género *Melastoma*, proviene del

griego *μελας*, *αινα*, *αν* que significa negro, y *στομα*, *ατος*, que significa boca, que en castellano es lo mismo a bocanegra y alude al tinte oscuro que dejan los frutos de *Melastoma malabathricum*, la primera especie descrita de la familia. *Melastomataceae* es la séptima familia más grande de plantas con flores tiene cerca de 180 géneros y 4500 especies distribuidas en todos los países intertropicales y subtropicales (David & Rivas., 2007).

Las plantas *Melastomataceas* son herbáceas perennes, arbustos o árboles pequeños; hojas opuestas, decusadas, simples, usualmente con 3 a 7 nervaduras longitudinales, originándose en la base de la lámina, o bien a partir de la nervadura central a más o menos corta distancia de la base (plinervadas), rara vez pinnatinervadas (con 3 o más pares de nervaduras laterales divergiendo de la central en puntos sucesivos arriba de la base) (Almeda, 1993).

A pesar de la riqueza de esta familia en el neotrópico, hay pocos estudios florísticos y taxonómicos disponibles. Se cuenta con la revisión del género *Aciotis*, *Adelobotris*, *Tococa* y también existe una revisión no muy actualizada del género *Axinaea* (David & Rivas., 2007). Las *Melastomataceas* poseen alrededor de 185 a 190 géneros y aproximadamente 5000 especies entre ellas capulín (*Conostegia xalapensis*) mayormente de distribución tropical, de las que dos terceras partes están restringidas al Hemisferio Occidental, pero no hay ningún género común al Nuevo y Viejo Mundo (Almeda, 1993)..

3.2. Usos de las *Melastomataceas*

Esta familia de plantas presenta una relativamente escasa importancia económica. Algunas especies se cultivan con fines ornamentales; otras tienen frutos comestibles, pero en general no muy apetecidos; los troncos de varias de las más robustas son maderables (Almeda, 1993). En general, el uso industrial y medicinal de las especies de *Melastomataceae* no ha sido reportado, Sin embargo, en el ámbito ornamental son consideradas como elementos importantes por su follaje, colorido y belleza de sus flores, principalmente en los géneros *Tibouchina*, *Meriania*, *Centronia*, *Blakea* y *Axinaea* (David & Rivas., 2007).

3.3. Taxonomía de la familia *Melastomataceas*

La idea de separar un grupo de especies de *calyptrate* en *Melastomataceae* fue sugerida por primera vez por Bonpland (1806-1816), quien pretendía agruparlas en el nuevo género

Calyptrés, pero nunca publicó válidamente el nombre, posteriormente, David Don en 1823 describió formalmente el género *Conostegia* (Kriebel, 2016), luego, la ordenó internamente basándose en el tipo de placentación y en caracteres de la semilla, excluyendo a *Memecylon* y *Mouriri*, géneros que actualmente son ubicados dentro de la familia *Memecylaceae*, considerado como el grupo hermano de *Melastomataceae* (David & Rivas., 2007).

Las *Melastomataceae* son pantropicales e incluyen 870 especies en 47 géneros (Michelangeli *et al.*, 2013), David Don en 1823 incluyó nueve especies en su concepto de *Conostegia*, todas conocidas como *Melastoma* en ese momento, *Melastoma calyptrata* Desr., *Melastoma extintorum* Bonpl., *Melastoma glabratum* Sw., *Melastoma montanum* Sw., *Melastoma procera* Sw., *Melastoma xalapense* Bonp, *Melastoma superbum* Bonpl., *Melastoma cucullata* Pav. ex D. Don y *Melastoma holosericea* (Kriebel, 2016). En *Melastomataceae*, la mayoría de las especies se encuentran en América del Sur (Michelangeli *et al.*, 2013).

4

Candolle en 1828, agrupó a la familia *Melastomataceae* en 68 géneros, basado en el tipo de semilla, grado de fusión entre el hipanto y el ovario, tipo de fruto, Posteriormente Naudin (1849, 1853), plantea la división de la familia *Melastomataceae* en cinco subfamilias (*Malastomatoidea*, *Astronoidea*, *kebessioidea*, *Memecyloidea*, y *Mouririoidea*), basado en el tipo de placentación y el número de semillas (David & Rivas., 2007).

3.4. Habitat de la familia *Melastomataceae*

Se encuentra en una amplia variedad de ambientes desde el nivel del mar hasta los 4000 m, tanto en climas tropicales como subtropicales (Michelangeli *et al.*, 2013). Según David & Rivas., (2007), las *Melastomataceae*, se encuentra en variados ecosistemas terrestres, desde zonas tropicales hasta el páramo. En América del Sur se encuentran 166 géneros, el mayor número de especies se encuentra en bosques húmedos de los Andes, Chocó Biogeográfico y la Amazonía.

Tabla 1. Riqueza de especies de la familia *Melastomataceae* en diferentes regiones y países del Neotrópico. Autor (David & Rivas., 2007)

Zona geográfica	Superficie km ²	Número de géneros	Número de especies
Ecuador	283.000	43	553
Perú	1.300.000	42	637
Nicaragua	130.000	27	156
Colombia	1.141.748	62	900
Orinoquia	310.000	38	180
Corantioquia	36.059	36	280

Melastomataceae parece haber irradiado y especiado principalmente a través de hábitats abiertos, con la dispersión por el viento de semillas producidas en frutos capsulares

5

(Michelangeli *et al.*, 2013), de este modo, los caracteres morfológicos de las semillas son muy variables y diversos, por sí solos no respaldan inequívocamente la circunscripción de géneros y clados, se necesitan más estudios para que podamos obtener más información sobre las fuerzas que impulsan la diversificación morfológica de las semillas (Ocampo *et al.*, 2014).

3.5. Compuestos fenólicos presentes en *melastomatáceas*

La mayoría de los constituyentes químicos reportados de las plantas melastomatáceas pertenecen a compuestos polifenólicos; sin embargo, también se han descrito algunos triterpenoides y alquil benzoquinonas. Los alcaloides han sido detectados, pero no aislados en *Clidemia hirta* y *Sonerila heterostemon*, También se identificaron cinco glucósidos de flavonol conocidos de *Monochaetum multiflorum*.

Todas las antocianinas aisladas de plantas melastomatáceas son glucósidos o acil glucósidos de pelargonidina, cianidina, peonidina, delfinidina y malvidina (Serna & Martínez, 2015). Por otra parte, los pigmentos de antocianina de extracción metanólica se pueden aplicar como colorantes naturales en la industria de productos de revestimiento, textiles y células solares, mientras que los pigmentos de antocianina de extracción etanólica se recomiendan para aplicaciones alimentarias debido a su calificación GRAS (generalmente reconocida como

segura) (Anuar et al. 2013).

3.6. Capulín (*C. xalapensis*)

3.6.1. Generalidades del capulín

Altitud de 850 a 1 300 m, tipo de vegetación bosque mesófilo de montaña. Abundante en áreas perturbadas y pastizales. Los tallos y ramas se usan como combustible, para construir cercas y como soporte para el frijol trepador (Lascurain *et al.*, 2010).

6

3.6.2. Descripción del arbusto de capulín

Arbusto de 1.5 hasta 3 m de alto. Hojas y pecíolos cubiertos con pelos estrellados, rojizos o blanquecinos; hojas ovado-lanceoladas, de 7 a 20 cm de largo, de 1.7 a 6.5 cm de ancho. Pétalos 5, de rosados a blancos, de 4 a 6 mm de largo por 4 a 5 mm de ancho. Fruto: una baya morada; semillas de 1 mm de largo (Lascurain *et al.*, 2010).

3.7. Variedades de *Conostegia*

Conostegia micrantha

Es una especie de bosques tropicales lluviosos premontanos y bosques lluviosos de bajura, es un arbusto de 5 m de altura, Las hojas son simples y opuestas, de 1.5-4 cm de largo, de forma elíptica y margen entero, los frutos son de color verde y de forma esférica y maduro es de color negro (Municipalidad de San Carlos, 2012).

3.8. Estudios previos del capulín

C. xalapensis es una especie abundante en pastizales, no está presente en la vegetación primaria y se ha demostrado que es acumuladora de aluminio (Al) en sus hojas, el Al no es móvil una vez que se acumula en la hoja (González Santana *et al.*, 2012). La concentración de Al en los tejidos vegetales depende no solo de las características del suelo sino también de

la etapa de desarrollo de la planta. Se ha informado que las hojas maduras acumulan más Al que las hojas más jóvenes (Amalero *et al.*, 2003), comúnmente, una característica en las plantas hiperacumuladoras de Al es la presencia de sustancias fenólicas en sus tejidos.

7
En las *Melastomataceas* se han descrito taninos hidrolizables, Sin embargo, el papel antioxidante de los compuestos fenólicos presentes en estas plantas acumuladoras merece una mayor investigación. Una pregunta importante que está abierta y debe abordarse es si *C. xalapensis* podría tener mecanismos de tolerancia aditivos para ser un excluidor además de un acumulador de Al (González-Santana *et al.*, 2012).

3.9. Colorantes alimentarios

Un colorante alimentario es una sustancia que da color a un alimento. Los colorantes alimentarios no sólo cumplen la función de conferir color a un alimento, sino también de intensificar o restaurar el color perdido ya sea por las condiciones dadas durante el procesado o el almacenamiento (luz, aire, temperatura, presencia de otros componentes del alimento, etcétera) (Kraser & Hernández,. 2020).

3.9.1. Colorantes sintéticos

En la actualidad los colorantes de origen artificial son un grupo de aditivos formulados con diversos químicos que en muchos países han sido aprobados para consumo humano, aunque en otros existen polémicas no fundamentadas sobre sus posibles efectos negativos para la salud (farbe,. 2018). Son solubles en agua, debido a la presencia de grupos de ácido sulfónico, y consecuentemente son fáciles de utilizar (Juan,. 2013).

3.9.2. Colorantes naturales

En los últimos años, la calidad y variedad de colores provenientes de fuentes naturales ha mejorado sustancialmente. Además de ser más inocuos que sus pares sintéticos, algunos

otorgan al producto distintos tipos de funcionalidad. Tal es el caso de los carotenoides y de las antocianinas, compuestos conocidos por su actividad antioxidante y por su efecto protector en la prevención de ciertas enfermedades crónico-degenerativas y distintos tipos de cáncer (Carmona., 2013).

3.10. Analisis sensorial

En general el análisis sensorial es usado para medir la relación entre los índices sensoriales del producto y las especificaciones sensoriales que se desea obtener (Zamora, 2007). La evaluación sensorial de los alimentos, constituye hoy en día un pilar fundamental para el diseño y desarrollo de nuevos productos alimenticios. Sin duda, el poder medir en el laboratorio el grado de satisfacción que brindará un determinado producto, nos permite anticipar la aceptabilidad que éste tendrá (Mazon *et al.*, 2018).

El análisis sensorial (AS) consiste en la realización de diversas pruebas con el fin de evaluar diferentes propiedades o atributos de un producto utilizando los sentidos, asimismo, el análisis sensorial se realiza mediante PRUEBAS según una serie de procedimientos rigurosos, fiables y concordantes con los objetivos perfectamente definidos (López, 2011). La calidad de los alimentos puede ser definida como el conjunto de aquellas características que diferencian unidades individuales de un producto y tienen significado en la determinación del grado de aceptabilidad de esta unidad por el comprador.

De esta manera, la calidad total de un producto, debe ser analizada por los atributos que la componen, cada uno de los cuales debe ser medido y controlado independientemente. Mientras más completa y precisamente se pueda definir un atributo, mayor es la probabilidad de obtener un método instrumental satisfactorio para su medición (Zamora, 2007).

3.10.1. Pruebas afectivas

Estas pruebas miden la probable reacción del consumidor con respecto a un nuevo producto, para este tipo de test no se requiere de degustadores especializados por lo que se usa

frecuentemente como un análisis de aceptabilidad de uno o más productos (Mazon *et al.*, 2018), de este modo, se mencionan las pruebas de preferencia las cuales se tratan de conocer si el juez prefiere una muestra sobre otra y las pruebas de aceptación que miden el deseo de una persona de adquirir un producto, además de su preferencia por él y su grado de satisfacción, entre otras (López, 2011).

3.10.2. Pruebas descriptivas

Por medio de estas pruebas se puede evaluar hasta seis muestras diferentes, las muestras se valoran de acuerdo a una escala numérica de calidad que va de “Excelente” a “Malo”, en una puntuación de 1 a 9 (Mazon *et al.*, 2018), asimismo se mencionan las pruebas de calificación con escalas no estructuradas, las cuales describen una línea trazada entre los dos puntos extremos (máximo y mínimo de intensidad del atributo), también están las pruebas de determinación de perfiles sensoriales, que se usan para evaluar conjuntamente las diferentes notas que componen un atributo complejo y se aplican al análisis del sabor, aroma y textura (López, 2011).

3.11. Analisis microbiológico

La contaminación de los alimentos es una consecuencia directa de las de ciencias sanitarias durante su proceso de elaboración, manipulación, transporte, almacenamiento y las condiciones en que son suministrados al consumidor, según la Organización Mundial de la Salud (OMS), existen 250 tipos de enfermedades transmitidas por alimentos que se consolidan como un problema de salud pública, capaces de afectar la productividad

10
económica de la sociedad y generar altos costos a los servicios de salud (Casadiego-ardila, 2011).

4.10.1 Recuento de células viables

El recuento de células viables de alimentos, superficies y del aire de las industrias alimentarias, es un parámetro importante en el control de calidad de los alimentos. Tradicionalmente, el método estándar de recuento en placa ha sido ampliamente utilizado en

los últimos 100 años en microbiología de los alimentos. Sin embargo, aunque sencillo, resulta laborioso, requiere de un volumen considerable de tubos de ensayo, pipetas, preparación de grandes volúmenes de medio para las diluciones, así como de espacio para el almacenamiento y la incubación de las placas de cultivo (Martín de Santos, 2010)

IV. MATERIALES Y MÉTODO

11

4.1.Ubicación

El trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional De Huancavelica ubicada en la Provincia de Acobamba del departamento de Huancavelica, Perú.



Figura 1.Lugar de investigación, Provincia de Acobamba, Huancavelica, Perú. Fuente Google maps 2023.

4.2. Materiales y equipo

Se utilizó la harina del fruto maduro de capulín como materia prima, los frutos frescos se recolectaron en la aldea Carricillo Abajo, Juticalpa, Olancho en Abril y Mayo del 2023, luego se deshidrataron y posteriormente se elaboró la harina de dichos frutos.

Para la realización de esta investigación se utilizaron los siguientes materiales descritos en la tabla 2.

Tabla 2. Materiales y equipos a utilizar en la investigación

Materiales y equipos	Especificaciones
Fruta de capulín	Obtenido en Carricillo Abajo, Juticalpa.
Deshidratador	Marca Catania, temperatura de 35 a 70 °C, capacidad de 0.8 m ³ y 10 estantes con bandejas de malla de 396x396 mm.
Molino	Marca corona (México, DF.) granulometría entre 600 y 900 µm.
Balanza digital	Marca Brecknell,, capacidad máxima de 12lb y 6kg.

Papel aluminio	Marca Fans de 8.33 yds x 12 in.
Cámara	Teléfono, marca Samsung A32.
Tamizador	Marca Nexopart con marco de acero inoxidable de 100 mm de diámetro.
Incubadora	Modelo AR-130AD
Viales	Marca Fisher Scientific, capacidad de 10 ml y 100 ml
Agua destilada	
Medio para obtener el recuento en placa Plate Count	
Alcohol	Al 70%
Medio de cultivo	Agua peptonada al 2 %
Mercheros	A gas con una capacidad de 250 ml

4.3.Método

Para la realización de esta investigación se utilizó el método descriptivo cuantitativo de orden transversal a escala de laboratorio. La investigación se realizó entre los meses de mayo a agosto del 2023.

4.4.Metodología

Para el desarrollo de esta investigación se realizaron tres fases experimentales. La primera consistió en la preparación de las muestras de capulín, deshidratadas a tres diferentes temperaturas (40 °C, 50 °C Y 60 °C). En la segunda fase se realizó el análisis microbiológico a cada tratamiento por triplicado. La tercera fase consistió en la caracterización fisicoquímica del tratamiento que presento menor contaminación en el análisis microbiológico.

Fase 1. Determinación de la curva de secado.

Los frutos de capulín fueron lavados y desinfectados por 5 minutos con una concentración de cloro a 65 ppm, luego se deshidrataron a tres temperaturas diferentes 40 °C, 50 °C Y 60 °C (cada temperatura es un tratamiento) después los frutos secos se pulverizaron con ayuda de un molino (corona) y se almacenó la muestra en una bolsa con cierre hermético.

Los datos para la curva de secado se tomaron cada hora de exposición al deshidratado, y se sacaron las medias ya que el proceso se realizó por cada 1 kg (1000 g) tomando de referencia el peso inicial de los frutos frescos y restándolo con el peso final medido cada 60 min. Se tomaron datos de los tres tratamientos por triplicado.

Fase 2. Caracterización microbiológica

Se usó la técnica de recuento en placa para el recuento de microorganismos. Se preparó la dilución inicial de agua peptonada al 2% con 4.5 gr de agua peptonada en 1,5 litros de agua

destilada, se utiliza. 0.30 g de agua peptonada por cada 100 ml de agua destilada. Para cada tratamiento se ocuparon cuatro frascos Erlenmeyer que contenían 90 ml de la esta dilución inicial y 16 tubos de ensayo con 9 ml de la misma dilución. Para la preparación del agar estándar se pesaron 11.74 gramos de agar para una dilución de 500 ml en dos frascos Erlenmeyer con una capacidad de 300 ml cada uno, posteriormente se agitó con movimientos suaves hasta homogenizar la dilución por completo.

Una vez preparadas las dos diluciones que componen el medio de cultivo ideal para que se desarrollen los microorganismos se procedió a pesar 10 g de harina de capulín por cada frasco Erlenmeyer que contenía 90 ml de la primera dilución (agua peptonada al 2%). Se agregaron los 10 g a cada frasco, luego se agitó para diluir la muestra por completo para así facilitar la siembra y la lectura de los microorganismos. Ya lista la dilución con la muestra de harina integrada se agregó un ml de esta dilución que es la primaria (10^{-1}) al tubo de ensayo rotulado como dilución dos (10^{-2}), luego se extrajo un ml de esta dilución y se agregó al tubo de ensayo identificado como dilución tres (10^{-3}) y el mismo procedimiento se realiza para llegar a la dilución cuatro y cinco, cada dilución se homogeniza antes de agregarse a la siguiente.

Se repitió el mismo procedimiento para cada tratamiento cuatro veces, la dilución 10^{-1} se descartó y los tubos con las diluciones de 10^{-2} a 10^{-5} se ordenan en una gradilla para realizar la siembra, pero antes se desinfectó la zona de trabajo con alcohol al 70 % y se colocaron mecheros encendidos para trabajar en condiciones de asepsia evitando contaminar las nuestras y los medios de cultivos.

15

Estando libre de cualquier posible contaminación el área de trabajo se comenzó la siembra. Se colocó un ml de la dilución 10^{-2} a una placa Petri rotulada con el mismo nombre, luego se agregó 25 ml de la dilución con agar a la misma placa Petri y se homogenizó con movimientos en semicírculos. Se hizo el mismo procedimiento una vez para cada dilución de cada uno de los tratamientos. Realizada la siembra de cada muestra diluida se introdujeron las placas petri en una incubadora (AR-130AD) a una temperatura de 38°C durante 45 horas.

Fase 3. Caracterización fisicoquímica

Para la realización de estos análisis que se muestran en la tabla 3 se envió una muestra de 400 g al Laboratorio De Servicios De Análisis Químico de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

Tabla 3. Ensayos fisicoquímicos en la harina de capulín.

Ensayos	Métodos
Humedad	AOAC 930.04 cap 3 pag 1,21st edition 2019
Grasa cruda	AOAC 930.09 cap 3 pag 28, 21st edition 2019
Cenizas totales	AOAC 930.05 cap 3 pag 1,21st edition 2019
Fibra cruda	NTP 295.003: 1980 (Revisada el 2011)
Carbohidratos	Por diferencia MS-INN Callazos 1993
Proteína cruda	AOAC 978.04 (A) cap 3 pag 28 edition 2019
Kcal proveniente de carbohidratos	Por calculo MS-INN Callazos 1993
Kcal proveniente de grasa	Por calculo MS-INN Callazos 1993
Kcal proveniente de proteínas	Por calculo MS-INN Callazos 1993
Kcal total/100 g de muestra	Por calculo MS-INN Callazos 1993

Se realizó un análisis fisicoquímico para determinar contenido de humedad, cenizas totales, grasa cruda, proteína cruda y carbohidratos, también los valores de kcal provenientes de carbohidratos, proteínas, grasa y las kcal totales. Estos análisis se realizaron en el Laboratorio De Servicios De Análisis Químico de la Universidad Nacional Agraria La Molina, Perú.

4.5.Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) donde se estudió el factor temperatura (tabla 3) de deshidratación, asimismo, se tienen tres variables de respuesta que son la curva de secado optima, contenido de bacterias totales y composición fisicoquímica. Se hicieron tres tratamientos con cuatro repeticiones para un total de 12 unidades experimentales (tabla

4). Cada unidad será de 100 g de fruta deshidratada para un total de 1.2 kg de prueba.

Tabla 4. Tratamientos y factores a estudiar.

Tratamientos	Temperatura °C
Tratamiento 1	40
Tratamiento 2	50
Tratamiento 3	60

Tabla 5. Tratamientos y réplicas de las unidades experimentales.

Tratamientos (T)	Réplicas (R)			
Tratamiento 1	T1, R1	T1, R2	T1, R3	T1, R4
Tratamiento 2	T2, R1	T2, R2	T2, R3	T2, R4
Tratamiento 3	T3, R1	T3, R2	T3, R1	T3, R4

4.6. Análisis estadístico

El análisis de los resultados del análisis microbiológico se realizó mediante el programa estadístico IBM SPSS Versión 26 se realizaron pruebas de comparación Tukey, para conocer si los tratamientos eran iguales o diferentes estadísticamente.

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1. Determinación de la curva de secado

En la figura 2 la curva de secado permite visualizar el comportamiento de los cambios de masa de acuerdo al paso del tiempo. En las primeras 25 horas disminuyó el 54.7 % (1,684 g) del peso inicial, en esta etapa fue donde perdió la mayor cantidad de humedad, en las últimas 32 horas solo perdió el 14.9 % (464 kg) del peso inicial, gradualmente a medida que pasaba

el tiempo la cantidad de humedad perdida era cada vez menos.

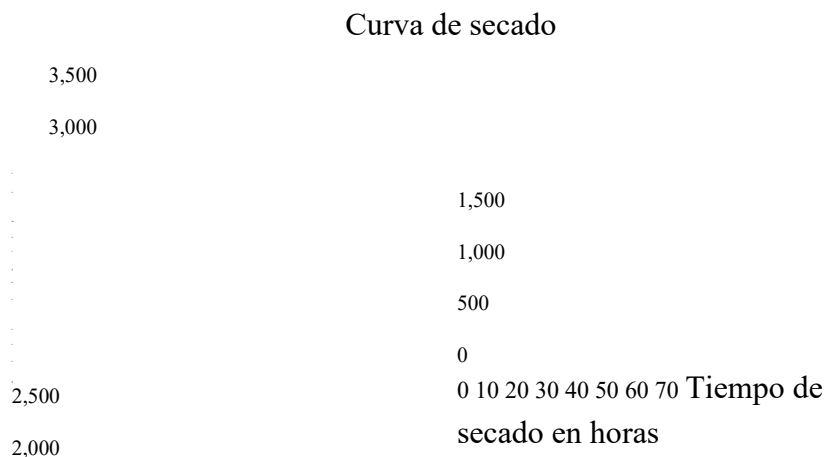


Figura 2. Grafica de la curva de secado óptima.

La curva de secado se realizó al tratamiento tres (60 °C) después de conocer la cantidad de ufc/g de bacterias totales en el análisis microbiológico ya que este fue el que menor número de ufc/g presentó. El valor del peso inicial fue de 3,100 g de capulín, en la figura se representan los resultados de cada cinco horas, sin embargo, se tomaron datos cada una hora de deshidratado hasta que, por cinco horas seguidas el contenido de humedad perdido fue poco significativo en comparación al resto de horas, por esta razón se detuvo el procedimiento a la hora sesenta y dos (62).

El peso final después de sesenta y dos horas de deshidratado fue de 942 g de capulín, esta cantidad representa el 30.4% el cual se considera el valor del rendimiento de capulín en esta investigación, los mismos valores de rendimiento encontró García *et al* (2012) en los tubérculos; ñame (*Dioscorea spp*), ocumo (*Xanthosoma sigittifolium*) y mapuey (*Dioscorea trifida L.*) empleando el deshidratado por convección a 60 °C y 80 °C oscilando entre 27.26 y 30.4%.

5.2. Analisis microbiológico de la harina de capulín ufc/g

Para expresar los resultados las medias que se muestran en la figura 2 de cada tratamiento se empleó una ecuación que consiste en multiplicar por la inversa del factor de la dilución 10^{-3} ya que esta fue la única dilución que se encontró entre el rango de 30 a 300 unidades formadoras de colonias (ufc) sobre gramo (g) (ufc/g).

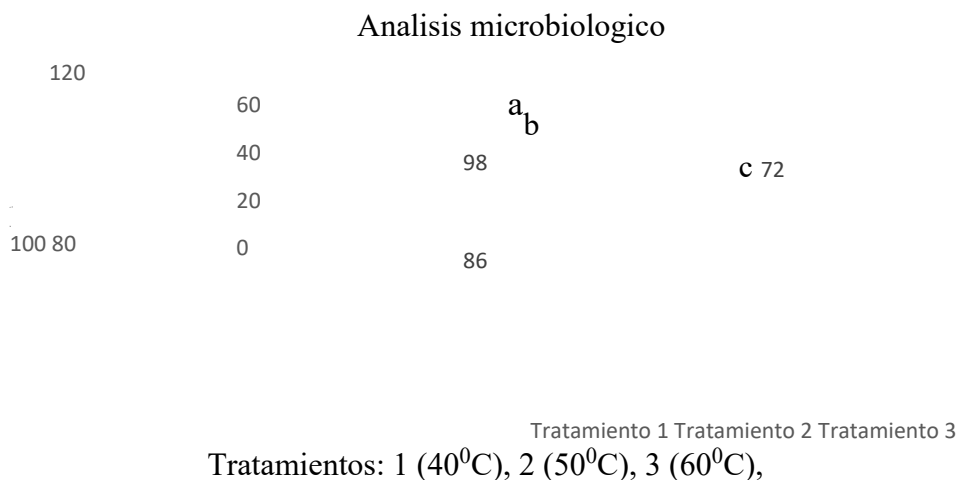


Figura 3. Gráfica de los resultados del análisis microbiológico de la harina de capulín. Fórmula para expresar los resultados de la cantidad de ufc /ml.

19

$$98 \times 10^{-3}$$

$$-9.8 \times 10^3$$

En cuanto a el recuento de bacterias totales representados con el número ufc/g realizados a las tres temperaturas (tratamientos) de deshidratado se obtuvo que a 40 °C hubo -9.8×10^3 ufc / g a 50 °C hubo -8.6×10^3 ufc / g y a 60 °C hubo -7.2×10^3 ufc / g siendo esta última la que presenta menor número de ufc. Estos valores son similares a los presentados por Rodríguez Cavallini *et al* (2010) en dulces y ensaladas.

Mediante la prueba de comparación Tukey se determinó que hubo diferencia estadísticamente significativa entre los tres tratamientos.

5.3. Análisis químico de la harina de capulín

En la tabla 6 se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos y energía total realizados en la harina de capulín.

Tabla 6. Resultados de análisis fisicoquímicos en el capulín.

Ensayo	Resultado (g/100g de muestra)
--------	-------------------------------

Humedad	9.05
Grasa cruda	3.69
Proteína cruda	6.9
Cenizas totales	4.24
Fibra cruda	13.1
Carbohidratos	76.2
Ensayo	Energia
Kcal proveniente de carbohidratos	83.4
Kcal proveniente de grasa	9.1
Kcal proveniente de proteinas	7.5
Kcal total/100 g de muestra	365.7

20

Los resultados del análisis proximal de la harina de capulín determinados presentan un porcentaje de humedad igual al del arroz pulido encontrado por Suare Marcillo (2012), el contenido de grasa y proteína son similares a los encontrados en maíz amarillo por este mismo autor. La cantidad de grasa del capulín es solo 0.3 g menor a los encontrados en el maíz amarillo y supera en 0.4 g al trigo integral según la cantidad encontrada por Coral (2018), los valores de proteína son iguales tanto en la harina de capulín como en el maíz amarillo.

El contenido de ceniza en la harina de capulín es semejante al contenido de cenizas presente en la papa, los datos presentados por Natividad Bardales *et al.* (2022) muestran que el los valores del porcentaje de ceniza en papas oscila entre 3.7 y 4.4, en este rango se encuentra el porcentaje de ceniza del capulín.

La cantidad de fibra encontrado en la harina de capulín representa un valor elevado difícil de comparar con una fruta, sin embargo, MAPA (2013) encontró un porcentaje análogo en almendras al encontrado en el capulín con una diferencia de 1 % mayor a la harina de capulín y Urango (2018) encontró una cantidad de fibra igual al capulín pero en trigo. Referente a los carbohidratos el capulín presenta un 76.2 %, esta cantidad es equivalente a los valores encontrados en la miel de abeja por Ortega & Montes (2020) así mismo Urango

(2018) reportó un 73.7 % de carbohidratos en arroz, un valor con mucha similitud al del capulín.

Tabla 7. Energía total encontrada en el capulín.

Ensayo	Energía
Kcal proveniente de carbohidratos	83.4
Kcal proveniente de grasa	9.1
Kcal proveniente de proteínas	7.5
Kcal total/100 g de muestra	365.7

El aporte de energía total por cada 100 g de harina de capulín es igual a la cantidad encontrada por Urango (2018) en el maíz.

VI. CONCLUSIONES

La curva de secado óptima en esta investigación para la producción industrial de harina de capulín se determinó a 60 °C (tratamiento 3), a esta temperatura de deshidratado hubo el valor más elevado de muerte de microorganismos, por esta razón el recuento de bacterias totales en el análisis microbiológico presentó escaso crecimiento microbiano en comparación a los demás tratamientos que fueron temperaturas menores. El rendimiento de capulín fue igual al reportado por otro autor en tubérculos utilizando la misma temperatura de deshidratado.

Los resultados del recuento de bacterias totales aplicado a los 3 tratamientos de forma general muestran que no hubo la suficiente contaminación para catalogar uno de los tratamientos como peligroso al consumo humano según la Comisión Internacional Sobre Especificaciones Microbiológicas Para Alimentos (ICMSF) aun habiendo diferencias estadísticamente significativas entre ellos, sin embargo, de manera específica el tratamiento 3 fue el que menor número de ufc/g presentó, esta diferencia afianza la conclusión que la temperatura si influyó en el crecimiento microbiano y que entre menor es la temperatura aplicada existe mayor

contaminación.

Los datos reflejados en la caracterización fisicoquímica muestran valores de cada propiedad diferentes a los presentes en las frutas, la caracterización tiene mucha similitud en su mayoría a granos y algunas semillas, lo que fortalece el interés por realizar investigaciones futuras que puedan transmitir datos sobre el potencial aprovechamiento de estos destacados y poco comunes componentes encontrados es el fruto del capulín

VII. RECOMENDACIONES

Estudiar la composición fotoquímica de la harina de *Conostegia xalapensis* para conocer las propiedades que aportará al alimento donde se emplee.

Realizar análisis de aminoácidos y de antioxidantes que puedan estar presentes en la *Conostegia xalapensis*.

Examinar la vida útil del fruto y la harina de *Conostegia xalapensis* para saber si puede aplicarse a nivel industrial en alimentos.

Estudiar las características fitoquímicas, fisicoquímicas, y aminoácidos en los frutos de *Conostegia xalapensis* con diferentes índices de madurez.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

Almeda, F. 1993. Flora del bajío y de regiones adyacentes. *melastomataceae*. Instituto de Ecología :1–36.

Amalero, EG; Ingua, GL; Ertá, GB; Emanceau, PL. 2003. Review article Methods for studying root colonization by introduced. *Agronomie* 23:407–418. DOI: <https://doi.org/10.1051/agro>.

Anuar, N; Mohd Adnan, AF; Saat, N; Aziz, N; Mat Taha, R. 2013. Optimization of extraction parameters by using response surface methodology, purification, and identification of anthocyanin pigments in melastoma malabathricum fruit. The Scientific World Journal 2013. DOI: <https://doi.org/10.1155/2013/810547>.

Casadiego-ardila, G. 2011. Calidad microbiológica de alimentos remitidos a un laboratorio de salud pública en el año 2009. 13(6):953–965.

Coral, V. 2018. Determinación proximal de los principales componentes nutricionales de siete alimentos: yuca, zanahoria amarilla, zanahoria blanca, chocho, avena laminada, harina de maíz y harina de trigo integral. Pontificia Universidad Católica del Ecuador :84.

David, H; Rivas, AC. 2007. Estudio de la familia Melastomataceae en el área de Jurisdicción de Corantioquia (en línea). Programa conocimiento y mejoramiento de los recursos naturales. Proyecto manejo y conservación de la flora. 111(2):154–162. Disponible en <http://cia.corantioquia.gov.co/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=11704>.

Fuentes, JAM; López-Salas, L; Borrás-Linares, I; Navarro-Alarcón, M; Segura-Carretero, A; Lozano-Sánchez, J. 2021. Development of an Innovative Pressurized Liquid Extraction Procedure by Response Surface Methodology to Recover Bioactive Compounds from Carao Tree Seeds. Foods 10(2):398. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods10020398>.

González-Santana, IH; Márquez-Guzmán, J; Cram-Heydrich, S; Cruz-Ortega, R. 2012. Conostegia xalapensis (Melastomataceae): An aluminum accumulator plant. Physiologia Plantarum 144(2). DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1399-3054.2011.01527.x>.

Kriebel, R. 2016. A monograph of Conostegia (Melastomataceae, Miconieae). PhytoKeys 67(1):1–326. DOI: <https://doi.org/10.3897/phytokeys.67.6703>.

Lascurain, M; Avendaño, S; Niembro, A. 2010. Guía de frutos silvestres comestibles en

Veracruz (en línea). s.l., s.e. 52–52 p. Disponible en http://www1.inecol.edu.mx/inecol/documentos/frutos_silvestres_comestibles.pdf.

López, A. 2011. curso de Análisis Sensorial De Alimentos (en línea). Csic 1:p.p. 79. Disponible en <file:///C:/Users/yfjik4r68k/Downloads/358508.pdf>.

25

MAPA. 2013. Almendra, *Prunus Amygdalus* (en línea). Frutos Secos :305–306. Disponible en http://www.magrama.gob.es/es/ministerio/servicios/informacion/almendra_tcm7-315319.pdf <http://www.fen.org.es/mercadoFen/pdfs/almendra.pdf>.

Martín de Santos, R. 2010. Métodos rápidos y automatizados aplicados al análisis microbiológico de los alimentos (en línea). Monografías de la Real Academia Nacional de Farmacia :67–98. Disponible en <https://core.ac.uk/download/pdf/230316061.pdf>.

Mazon, NVC; Hermida, CEC; S, JCS; Romero, E; Gallegos, PL; Mena, MEC. 2018. Uso de pruebas afectivas, discriminatorias y descriptivas de evaluación sensorial en el campo gastronómico. Dominio de las Ciencias 4(3):253–263.

Michelangeli, FA; Guimaraes, PJF; Penneys, DS; Almeda, F; Kriebel, R. 2013. Phylogenetic relationships and distribution of New World Melastomeae (Melastomataceae). Botanical Journal of the Linnean Society 171(1):38–60. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1095-8339.2012.01295.x>.

Municipalidad de San Carlos. 2012. Catálogo de especies arbóreas, presentes en las áreas boscosas de las 12 parcelas, que conforman el proyecto agroforestal de Quebrada Grande, Pital de San Carlos (en línea). :86. Disponible en [https://www.munisc.go.cr/documentos/Secciones/18/Catalago de Especies Arbóreas Proyecto Agroforestal Quebrada Grande Pital.pdf](https://www.munisc.go.cr/documentos/Secciones/18/Catalago%20de%20Especies%20Arb%C3%B3reas%20Proyecto%20Agroforestal%20Quebrada%20Grande%20Pital.pdf).

Natividad Bardales, ÁD; Muñoz Garay, SG; Villanueva Tiburcio, JE; Rojas Portal, RM; Chamorro Gómez, RE; Cueto Rosales, CR; Bravo Romaina, JM; Beraun Bedoya, JR; Mendoza Aguilar, A. 2022. Caracterización fisicoquímica de cuatro variedades de papas nativas (*Solanum tuberosum*) con aptitud para fritura, cultivadas en dos zonas en huánuco. *Revista de la Sociedad Química del Perú* 88(3):237–250. DOI: <https://doi.org/10.37761/rsqp.v88i3.400>.

Ocampo, G; Michelangeli, FA; Almeda, F. 2014. Seed diversity in the tribe Miconieae (Melastomataceae): Taxonomic, systematic, and evolutionary implications. *PLoS ONE* 9(6). DOI: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0100561>.

Ortega, IL; Montes, MC. 2020. Composición Nutricional Y Calidad De La Miel Producida En El Territorio Patagonia Verde. *Apicultura en el Territorio Patagonia Verde, Región de Los Lagos* 6:107–123.

Raju, N; Luz, M; Garc, C. 2021. *Innovations in Biotechnology for a Sustainable Future*. s.l., s.e. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-030-80108-3>.

Serna, DMO; Martínez, JHI. 2015. Phenolics and polyphenolics from melastomataceae species. *Molecules* 20(10):17818–17847. DOI: <https://doi.org/10.3390/molecules201017818>.

39.–66:37 הקיורי ענף Title No 2012. .LA ,Marcillo Suare

Urango, L. 2018. Componentes del maíz en la nutrición humana (en línea). *Nutricionista dietista, magíster en Sc y Tecnología de Alimentos*. Profesora de cátedra. Escuela de Nutrición y Dietética, Universidad de Antioquia :185–209. Disponible en

<https://revistas.udea.edu.co/index.php/biogenesis/article/view/336229>.

Zamora, E. 2007. Evaluación Objetiva de la Calidad Sensorial de Alimentos procesados (en línea). s.l., s.e. 270 p. Disponible en <http://revistas.mes.edu.cu>.

ANEXO

S

29

Anexo 1. Limpieza y desinfección de los frutos de capulín.



Anexo 2. Deshidratación de los frutos de capulín.



Anexo 3. Elaboración de la harina de capulín.

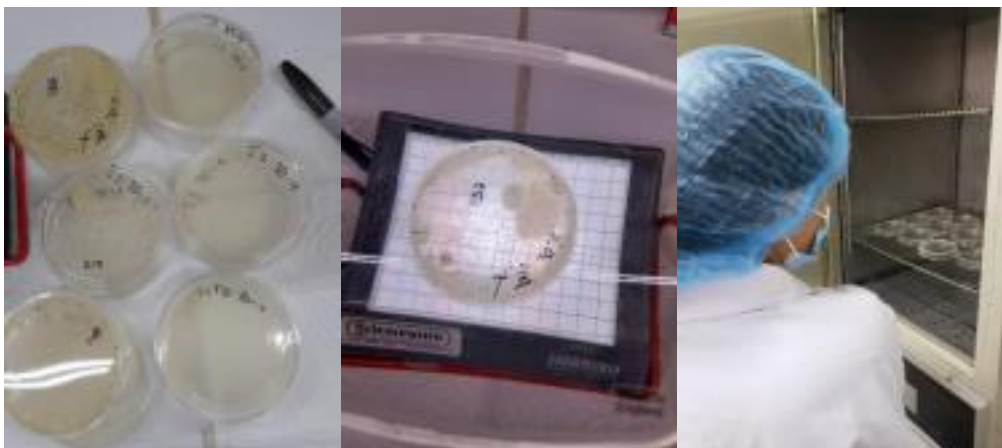


30

Anexo 4. Preparación de las diluciones y medio de cultivo.

Anexo 5. Siembra de las muestras de harina de capulín.

Anexo 6. Incubación y recuento de microorganismos.



31

Anexo 7. Ensayos realizados en la Universidad Nacional Agraria la Molina.

