



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

**Elaboración de pasas de capulí (*Prunus salicifolia*) por deshidratación mediante
circulación de aire caliente.**

Trabajo de Titulación para optar al título de Ingeniero Agroindustrial

Autor:

Leon Yuquilema Marco Antonio

Tutor:

Ing. Diana Estefanía Yáñez Sevilla PhD.

Riobamba, Ecuador. 2026

DECLARATORIA DE AUTORÍA

Yo, Marco Antonio Leon Yuquilema, con cédula de ciudadanía 060541036-4, autor del trabajo de investigación titulado: elaboración de pasas de capulí (*Prunus salicifolia.l*) por deshidratación mediante circulación de aire caliente, certifico que la producción, ideas, opiniones, criterios, contenidos y conclusiones expuestas son de mí exclusiva responsabilidad.

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

En Riobamba, 05 de enero del 2026.

A handwritten signature in black ink, consisting of stylized letters, is written over a horizontal line.

Marco Antonio Leon Yuquilema

C.I: 060541036-4

DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR

Quien suscribe, Diana Estefanía Yáñez Sevilla catedrático adscrito a la Facultad de Ingeniería, por medio del presente documento certifico haber asesorado y revisado el desarrollo del trabajo de investigación titulado: elaboración de pasas de capulí (*Prunus salicifolia.l*) por deshidratación mediante circulación de aire caliente, bajo la autoría Marco Antonio Leon Yuquilema; por lo que se autoriza ejecutar los trámites legales para su sustentación.

Es todo cuanto informar en honor a la verdad; en Riobamba, a los 05 días del mes de enero del 2026.



PhD. Diana Estefanía Yáñez Sevilla

C.I:1721969978

CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL

Quienes suscribimos, catedráticos designados Miembros del Tribunal de Grado para la evaluación del trabajo de investigación, Elaboración de pasas de capulí (*Prunus salicifolia.l*) por deshidratación mediante circulación de aire caliente presentado por Marco Antonio Leon Yuquilema, con cédula de identidad número 060541036-4, bajo la tutoría de PhD. Diana Estefanía Yáñez Sevilla; certificamos que recomendamos la APROBACIÓN de este con fines de titulación. Previamente se ha evaluado el trabajo de investigación y escuchada la sustentación por parte de su autor; no teniendo más nada que observar.

De conformidad a la normativa aplicable firmamos, en Riobamba 05 de enero del 2026.

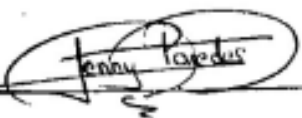
Ing. Cristian Javier Patiño Vidal, PhD.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL DE GRADO



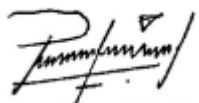
PhD. Jenny Patricia Paredes Fierro

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO



Ing. Paul Stalin Ricaurte Ortiz. PhD

MIEMBRO DEL TRIBUNAL DE GRADO





CERTIFICACIÓN

Que, **LEÓN YUQUILEMA MARCO ANTONIO** con CC: **060541036-4**, estudiante de la Carrera **AGROINDUSTRIA** Facultad de **INGENIERÍA**; ha trabajado bajo mi tutoría el trabajo de investigación titulado **“Elaboración de pasas de capulí (*Prunus salicifolia*.L) por deshidratación mediante circulación de aire caliente”** cumple con el 5% similitud y 8% de similitud posibles generados por IA, de acuerdo al reporte del sistema Anti plagio **COMPILATIO**, porcentaje aceptado de acuerdo a la reglamentación institucional, por consiguiente autorizo continuar con el proceso.

Riobamba, 12 de diciembre de 2025



Firmado electrónicamente por:
**DIANA ESTEFANIA
YANEZ SEVILLA**

Validar únicamente con FirmaEC

Ing. Diana Yáñez Sevilla, Ph.D.
TUTORA

DEDICATORIA

Esta investigación va dedicada, en primer lugar, a la gracia de Dios, por haberme dado la fortaleza, la sabiduría y la salud necesarias para llegar hasta esta etapa de mi formación profesional. Sin Su guía y Su amor infinito, este sueño no habría sido posible. A mis padres, Segundo León y María Yuquilema, quienes son el pilar fundamental de mi vida. Gracias por inculcarme desde niño los valores del esfuerzo, la humildad, la fe y la perseverancia. Su ejemplo de trabajo constante, su apoyo incondicional y sus oraciones diarias han sido la base sobre la cual he construido cada uno de mis logros. Sé que en cada plegaria siempre estuvo presente mi formación y mi bienestar, y por ello les debo todo lo que soy. A mis hermanas, Aida León y Luz Clara León, por su amor fraternal, por estar siempre alentándome con palabras de ánimo y por ser un ejemplo de superación y compromiso. Cada gesto de apoyo ha sido una motivación para continuar avanzando con determinación. A mi esposa, Carla Sinche, mi compañera fiel y sostén en cada momento de dificultad. Gracias por tu amor, comprensión y paciencia infinita durante las largas jornadas de estudio y sacrificio. Tu fe en mí me impulsó a no rendirme y a culminar con éxito esta meta tan anhelada. Y finalmente, a mi hijo, Antoni León, quien es mi mayor orgullo, mi motor y la razón más grande por la que me esfuerzo día a día. Su sonrisa me inspira a seguir luchando, a ser mejor persona y a construir un futuro lleno de amor, valores y esperanza. A todos ustedes, dedico este logro con gratitud y amor eternos.

Marco Antonio Leon Yuquilema.

AGRADECIMIENTO

A Dios, por concederme la vida, la salud y las fuerzas necesarias para alcanzar uno de mis mayores anhelos

A mis padres, hermanos y familia, por su apoyo incondicional, por creer siempre en mí y acompañarme en cada proyecto de mi vida, especialmente en este que hoy culmina. Su amor, comprensión y sacrificio fueron el impulso que me permitió seguir adelante incluso en los momentos más difíciles.

A la Universidad Nacional de Chimborazo (UNACH), mi casa de estudios, por abrirme las puertas y permitirme formarme como profesional dentro de un modelo educativo que fomenta la excelencia, el compromiso y la superación personal.

A la Facultad de Ingeniería, por su constante esfuerzo en mantener el prestigio que la distingue entre las mejores facultades de la UNACH, y por brindar las herramientas necesarias para la formación integral de sus estudiantes.

A la Carrera de Agroindustria, por su visión innovadora en la formación de profesionales comprometidos con el desarrollo sostenible y la transformación del sector agroalimentario de nuestro país.

A toda la planta docente de la carrera de Agroindustria, por compartir sus conocimientos, experiencias y valores, guiándonos con paciencia y dedicación durante todo nuestro proceso académico. Cada enseñanza ha sido un pilar que fortaleció mi crecimiento personal y profesional.

A mis compañeros y futuros ingenieros, con quienes compartí momentos inolvidables, desafíos, aprendizajes y alegrías que marcaron profundamente esta etapa de mi vida.

A mi tutora, Ing. Diana Estefanía Yáñez Sevilla PhD, por su apoyo constante, orientación técnica y disposición durante la elaboración de este trabajo de investigación. Su guía fue fundamental para la culminación exitosa de esta tesis.

Finalmente, un agradecimiento a mí mismo, por no rendirme, por mantener la fe, la disciplina y la determinación de seguir adelante, demostrando que todo esfuerzo tiene su recompensa.

Marco Antonio Leon Yuquilema

ÍNDICE GENERAL

DECLARATORIA DE AUTORÍA.....	
DICTAMEN FAVORABLE DEL PROFESOR TUTOR.....	
CERTIFICADO DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	
CERTIFICADO ANTIPLAGIO	
DEDICATORIA.....	
AGRADECIMIENTO	
ÍNDICE GENERAL	
ÍNDICE DE TABLAS.....	
ÍNDICE DE FIGURAS	
RESUMEN	
ABSTRACT	
CAPÍTULO I. INTRODUCCION.....	14
1.2. Antecedentes.....	14
1.2. Problema.....	15
1.3. Justificación	15
1.4. Objetivos.....	16
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	17
2.1. MARCO REFERENCIAL	17
2.2. MARCO CONCEPTUAL	19
2.2.1. El Capulí (<i>Prunus salicifolia</i>).....	19
2.2.2. Deshidratación de frutas	20
2.2.3 Pasas de frutas	21
2.2.4 Normativas	21
CAPÍTULO III. METODOLOGIA.....	23
3.1 Tipo de Investigación.	23
3.2 Diseño Experimental	23

3.2.1	Variables	23
3.2.2	Tratamientos	24
3.2.3	Procedimiento	24
3.2.3.1	Deshidratación de la pasa de capulí.....	24
3.3	Técnicas de Recolección de Datos	26
3.3.1	Determinación de humedad	26
3.3.2	Determinación de cenizas	26
3.3.3	Determinación de proteínas (Método de Kjeldahl)	26
3.3.4	Determinación de grasas (Método Soxhlet)	27
3.3.5	Determinación de fibra	27
3.3.6	Determinación de carbohidratos (por diferencia)	28
3.4	Población de Estudio y Tamaño de Muestra	28
3.5	Métodos de Análisis y Procesamiento de Datos.....	29
CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN		30
4.1	Resultado del proceso de deshidratación.....	30
4.2	Resultados de las propiedades nutricionales Tabla 2. <i>Resultado de los análisis nutricionales del capulí fresco y las pasas de capulí</i>	33
4.3	Resultados de las pruebas sensoriales y encuestas mediante plataformas en línea.	35
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES		38
5.1	Conclusiones.....	38
5.2	Recomendaciones	38
ANEXOS.....		43

ÍNDICE DE TABLAS.

<i>Tabla 1. Regresión Lineal Por Temperatura</i>	<i>30</i>
<i>Tabla 2. Resultado de los análisis nutricionales del capulí fresco y las pasas de capulí...</i>	<i>20</i>

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1. Diagrama de flujo de la elaboración de pasas de capulí.....</i>	<i>24</i>
<i>Figura 2. Curva de secado del capulí.....</i>	<i>30</i>
<i>Figura 3. Diagrama de barras del promedio de humedad final por temperatura de secado</i>	<i>31</i>
<i>Figura 4. Histograma de datos de las encuestas realizadas por atributos.....</i>	<i>35</i>
<i>Figura 5. Diagrama de barras del promedio de la encuesta</i>	<i>36</i>
<i>Figura 6. Deshidratacion del capuli</i>	<i>43</i>
<i>Figura 7. Análisis nutricionales</i>	<i>45</i>
<i>Figura 8. Pruebas sensoriales.....</i>	<i>47</i>
<i>Figura 9. Grafica de la regresión lineal.....</i>	<i>49</i>

RESUMEN

El capulí (*Prunus salicifolia*) es un fruto andino de alto valor nutricional, pero su vida postcosecha es corta y presenta un elevado nivel de perecibilidad, lo que provoca pérdidas significativas y limita su comercialización en estado fresco. Ante esta situación, propuse convertir el capulí en pasas a través de un proceso de deshidratación utilizando aire caliente, con el objetivo de prolongar su durabilidad, mantener sus cualidades nutricionales y crear una opción de uso agroindustrial. La investigación se llevó a cabo con un enfoque experimental de tipo cuantitativo y un diseño completamente aleatorio, considerando una variable de temperatura (60 °C, 70 °C y 80 °C) y realizando tres repeticiones. Se registro el comportamiento del proceso de secado y se analizaron las características fisicoquímicas de la fruta fresca como de las pasas (humedad, proteínas, grasas, fibra y cenizas) aplicando metodos de la AOAC (2005). Los resultados se realizaron mediante un análisis de varianza (ANOVA), y se aplicó una evaluación de aceptación sensorial con un total de 96 consumidores a través de una escala hedónica que se clasifica en cinco puntos. Los hallazgos demostraron una relación inversa entre el tiempo y el contenido de humedad ($R^2 > 0,98$), siendo el tratamiento a 80 °C durante 180 minutos el más eficiente, presentando una pendiente de $-0,347$ kg/hora y un porcentaje final de humedad de $21,40 \pm 0,20$ %, que se encuentra dentro del rango ideal para frutas deshidratadas. El proceso aumentó la concentración de nutrientes: proteínas $7,33 \pm 0,57$ %, fibra $3,87 \pm 0,07$ %, grasa $1,34 \pm 0,04$ % y cenizas $5,55 \pm 0,09$ %, mejorando la composición nutricional del fruto deshidratado. En la prueba sensorial, las pasas recibieron una evaluación general aceptable, destacándose su sabor ($3,45 \pm 0,30/5$) y textura ($3,04 \pm 0,50/5$). Se concluye que la deshidratación a 80 °C es la condición eficaz para producir pasas de capulí que ofrezcan calidad nutricional y sensorial, presentándose como una opción efectiva para disminuir las pérdidas postcosecha y diversificar la oferta agroindustrial.

Palabras clave: Capulí, deshidratación, pasas, aire caliente, composición, nutricional, análisis sensorial.

Abstract

The capulí (*Prunus salicifolia*) is an Andean fruit with high nutritional value, but its post-harvest life is short and it has a high level of perishability, leading to significant losses and limiting its commercialization in its fresh state. Given this situation, I proposed converting the capulí into raisins through a hot-air dehydration process, with the aim of extending its shelf life, preserving its nutritional qualities, and creating an option for agro-industrial use. The research was carried out with a quantitative experimental approach and a completely randomized design, considering a temperature variable (60 °C, 70 °C, and 80 °C) and performing three replicates. The drying behavior was documented, and the physicochemical characteristics of both the fresh fruit and the raisins (moisture, protein, fat, fiber, and ash) were analyzed using AOAC (2005) techniques. The results were analyzed using analysis of variance (ANOVA), and a sensory acceptance evaluation was conducted with 96 consumers using a five-point hedonic scale. The findings revealed an inverse relationship between time and moisture content ($R^2 > 0.98$), with the 80 °C treatment for 180 minutes being the most effective, exhibiting a slope of -0.347 kg/hour and a final moisture content of $21.40 \pm 0.20\%$, which is within the ideal range for dehydrated fruit. The process increased the concentration of nutrients: protein $7.33 \pm 0.57\%$, fiber $3.87 \pm 0.07\%$, fat $1.34 \pm 0.04\%$, and ash $5.55 \pm 0.09\%$, improving the product's nutritional density. In the sensory evaluation, the capulí raisins received a generally positive rating, with their flavor ($3.45 \pm 0.30/5$) and texture ($3.04 \pm 0.50/5$) being particularly noteworthy. It is concluded that dehydration at 80 °C is the optimal condition for producing capulí raisins that offer nutritional and sensory quality, presenting them as an effective option for reducing post-harvest losses and diversifying the agro-industrial offering in Ecuador.

Keywords: Capulí, dehydration, raisins, hot air, composition, nutritional, sensory analysis.

Reviewed by:



Lcda. Yesenia Merino Uquillas

ENGLISH PROFESSOR

0603819871

CAPÍTULO I. INTRODUCCION.

1.2. Antecedentes

El capulí (*Prunus salicifolia*), también conocido como cerezo negro o cereza americana, es una fruta originaria de América Latina que ha sido tradicionalmente utilizada en la alimentación y medicina popular. Según González et al. (2020) y Navarrete-Carranza et al. (2019), el fruto fresco contiene aproximadamente 78–82 % de humedad, 1,2–1,8 % de proteínas, 0,4–0,8 % de grasas, 14–17 % de carbohidratos, 1,5–2,3 % de fibra cruda y 0,7–1,0 % de cenizas, además de destacar por su contenido de vitamina C (18–25 mg/100 g) y compuestos fenólicos con alta capacidad antioxidante. Esta composición nutricional evidencia el potencial del capulí como materia prima para la elaboración de productos con valor agregado.

Según el Instituto Nacional de Estadística y Censos que proporciona información detallada sobre la producción agrícola en su plataforma en línea se encuentra la ficha técnica de agricultura para el producto Fresco de Capulí (*Prunus serotina*), e indica que su nombre comercial es “Capulí”, lo describe como: “El fruto del capulí es una drupa globosa, de color negro rojizo en la madurez, de 12 a 20 mm de diámetro, de sabor agridulce y algo astringente; conteniendo una sola semilla esta semilla es esférica y está rodeada por un endocarpio o hueso leñoso (almendra) de sabor amargo”. En cuanto a sus usos: especifica “El capulí es una fruta de consumo directo, pero también pueden utilizarse como insumos para preparar dulces, mermeladas, el jucho y otros postres. Además, se preparan conservas o licor mezclado con otras frutas” (Instituto Nacional de Estadística y Censos).

En los últimos años, el interés por la deshidratación de frutas ha crecido debido a la necesidad de prolongar la vida útil de los alimentos y reducir las pérdidas postcosecha. La deshidratación es un procedimiento de preservación que reduce el contenido acuoso de las frutas, lo cual evita la proliferación de microorganismos y las reacciones químicas que causan el deterioro. Secar las frutas no solo extiende su vida útil, sino que además concentra sus nutrientes, lo que simplifica su transporte y almacenamiento (Ramírez et al. 2019).

Para disminuir el desperdicio después de la cosecha y extender la vida útil de productos perecederos, como el capulí (*Prunus salicifolia*), secar las frutas es una táctica efectiva. Entre los distintos métodos empleados, la deshidratación por aire caliente se destaca por su simplicidad operativa, bajo costo y fácil implementación a nivel agroindustrial, lo que la convierte en una alternativa accesible para pequeños productores. Sin embargo, según Martínez et al. (2022), este método puede generar alteraciones en la calidad sensorial, como pérdida de color, aroma o textura, debido a la exposición prolongada al calor.

Diversos estudios reportan que el capulí posee una vida útil promedio de 5 a 7 días en condiciones ambientales, debido a su elevada humedad (78–82 %) y a su rápida pérdida de firmeza y color, lo que ocasiona un alto porcentaje de desperdicio postcosecha (González et al., 2020). El capulí es una fruta de gran importancia en la región andina de Ecuador, cultivada principalmente en las provincias de Chimborazo, Tungurahua y Bolívar. Su

cosecha se realiza entre enero y marzo, por lo que no está disponible durante el resto del año. Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2023), la producción nacional estimada alcanzará las 1500 toneladas anuales, concentrada principalmente en pequeños huertos familiares, sin procesos posteriores de industrialización ni conservación. Con lo mencionado anteriormente, el presente estudio se enfoca en el desarrollo de un proceso para la obtención de pasas de capulí mediante deshidratación por aire caliente, evaluando las mejores condiciones de secado y la calidad nutricional del producto final.

1.2. Problema

El capulí es un árbol andino de múltiples usos, aprovechado tanto por su fruto comestible de alto valor nutricional, como por sus propiedades medicinales y la calidad de su madera, empleada en carpintería y artesanías (Guzmán et al., 2020). A pesar de este potencial, su aprovechamiento agroindustrial y su conservación poscosecha han sido escasamente estudiados, lo que limita su desarrollo comercial. En Ecuador, la producción de capulí se concentra principalmente en las provincias de Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo, con un periodo de cosecha comprendido entre finales de enero y abril, dependiendo de las condiciones climáticas y altitudinales (Dominio de las Ciencias, 2021). Información del Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG, 2023) indica que en el país se producen anualmente aproximadamente 1500 toneladas de capulí, principalmente por pequeños agricultores que utilizan métodos tradicionales. Dado que la cosecha se concentra en una temporada específica, se produce un excedente temporal durante estos meses, seguido de una grave escasez durante el resto del año. La desigualdad provoca pérdidas poscosecha y limita las oportunidades de venta y procesamiento de la fruta.

El capulí es una fruta perecedera, cuya calidad disminuye inmediatamente después de la cosecha. Por lo tanto, se recomienda su consumo rápido para conservar su sabor y textura (Carrasco-Baquero et al., 2022). Su corta vida útil genera grandes pérdidas tanto para productores como para consumidores, ya que la fruta se deteriora antes de poder venderse o procesarse (López et al., 2021). Actualmente, el capulí se vende principalmente fresco, lo que limita su mercado y reduce los ingresos de quienes lo producen. Considerando este problema, la fertilización de huertos se ha convertido en una de las estrategias más efectivas para prolongar la vida útil, reducir las pérdidas poscosecha y agregar valor a los productos agroindustriales (Ramírez et al., 2019). En el caso del capulí, su alto contenido de humedad (78-82%) y una vida útil limitada de 5 a 7 días a temperatura ambiente resultan en un rendimiento poscosecha superior al 35% en las zonas de producción andinas (MAG, 2023). Sin embargo, no existen estudios suficientes orientados a la aplicación de técnicas de deshidratación para la conservación del capulí, lo que evidencia la necesidad de investigar métodos adecuados para su transformación y aprovechamiento en productos de mayor valor, como las pasas.

1.3. Justificación

El aprovechamiento adecuado del capulí es fundamental debido a su importante valor nutricional ya que presenta una composición promedio de 78-82 % de humedad, 1,5-1,8 % de proteína, 0,4-0,8 % de grasa, 14-17 % de carbohidratos, 1,5-2,3 % de fibra cruda y 0,7-

1,0 % de cenizas, además de un contenido de vitamina C entre 18 y 25 mg/100 g y compuestos fenólicos con elevada capacidad antioxidante (González et al., 2020; Navarrete-Carranza et al., 2019). Sin embargo, su alta perecibilidad, limitada duración postcosecha y estacionalidad acentuada provocan serias pérdidas económicas y reducen su disponibilidad para el consumo fuera de la época de cosecha (Guzmán et al., 2020; Dominio de las Ciencias, 2021; López et al., 2021).

La transformación del capulí en un producto deshidratado, como pasas, representa una alternativa viable para extender su vida útil, facilitar su comercialización durante todo el año y conservar sus propiedades nutricionales y funcionales (Ramírez et al., 2019; Carrasco-Baquero et al., 2022). Investigaciones realizadas con frutos secos similares, como uvas y ciruelas, demuestran que el secado puede prolongar su vida útil de 5 a 7 días a 6 a 12 meses, dependiendo de las condiciones de almacenamiento y los niveles de humedad (González et al., 2020; MAG; 2023). La eliminación de la circulación de aire caliente se presenta como una alternativa accesible y eficiente, capaz de producir copolio con buenas características sensoriales y con el potencial de introducir un producto innovador en el mercado.

Además, este enfoque reduce las pérdidas poscosecha, diversificando la riqueza de los productos agrícolas, mejorando los ingresos de los agricultores locales y promoviendo un uso más sostenible de una fruta nativa poco estudiada. En este contexto, esta investigación tuvo como objetivo identificar las condiciones óptimas de deshidratación, investigar cómo estos procesos afectan las propiedades nutricionales de los frutos y evaluar la aceptabilidad sensorial del producto por parte de los consumidores.

1.4. Objetivos

General

Obtener pasas de capulí (*Prunus salicifolia*) mediante el proceso de deshidratación por circulación de aire.

Específicos

- Determinar las mejores condiciones para el proceso de deshidratación por circulación de aire del capulí, incluyendo temperatura y tiempo de deshidratación.
- Evaluar las propiedades nutricionales de las pasas de capulí obtenidas, comparándolas con el fruto fresco.
- Evaluar la aceptación del producto mediante pruebas sensoriales y encuestas mediante plataformas en línea.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.

2.1. MARCO REFERENCIAL

Bazurto-Vera et al. (2020) en su investigación titulada “Cinética de deshidratación de la uva (*Vitis vinifera* L.)”, empleó el método de secado por estufa de aire caliente forzado, el cual consistió en someter muestras de uva a un proceso de deshidratación a una temperatura constante de 60 °C. Durante el experimento, las muestras fueron pesadas desde el inicio (tiempo cero) y posteriormente cada cinco minutos, prolongando esta medición durante un total de 1h25. Los resultados del estudio revelaron que la pérdida de peso de la uva mostró una relación directamente proporcional tanto al tiempo de deshidratación como a la temperatura aplicada. Además, se determinó que el contenido final de agua de la uva deshidratada fue de $7,02 \times 10^{-5}$ kg, mientras que la velocidad de secado alcanzó un valor de 0,095951332 kg/h.

Navarrete Carranza et al. (2015) llevaron a cabo una investigación titulada “Efecto de la cantidad de pulpa fresca y la temperatura del aire de secado en la obtención de harina de lúcuma (*Pouteria obovata*)”, para este estudio, se empleó el método de deshidratación por convección, sometiendo las muestras a temperaturas controladas de 40°C, 50°C y 60°C durante un periodo de 180 minutos. Los resultados mostraron que la temperatura del aire de secado mejoró significativamente la eficiencia del proceso al facilitar la transferencia de calor y masa, y acortar el tiempo necesario para alcanzar el contenido de humedad final deseado. Estos datos resaltan la necesidad de optimizar las condiciones de secado para obtener harina de mayor calidad, lo que ampliaría su uso en la industria alimentaria y permitiría la creación de productos con valor añadido a partir de esta fruta.

Un estudio de Carlos Marques et al. (2012) evaluó el efecto del tamaño de partícula y la temperatura en el proceso de secado. En este estudio, se procesaron moras en dos tamaños de partícula (molidas y licuadas) y posteriormente se secaron con aire forzado a temperaturas de 35 °C, 50 °C y 65 °C.

Los resultados mostraron que tanto el tamaño de partícula como la temperatura influyeron significativamente en la calidad del producto final, afectando características como la textura, el color y el contenido de humedad residual. Asimismo, se observó que temperaturas más elevadas aceleran el secado, aunque pueden comprometer ciertos atributos sensoriales.

Por su parte, Natalia Wais (2011) examinó la efectividad de combinar dos métodos de secado: la deshidratación osmótica como etapa previa y el secado por microondas como tratamiento final. Su estudio tuvo como propósito determinar cómo esta combinación influye en la calidad y estabilidad de las frutas deshidratadas. La aplicación de deshidratación osmótica permitió concentrar los sólidos solubles y disminuir parcialmente el contenido de agua del fruto, mientras que el secado por microondas facilitó la rápida eliminación de la humedad remanente, acortando de manera considerable la duración total del proceso.

Miguel Ángel Enríquez (2019) realizó un estudio titulado “Obtención de productos frutícolas deshidratados; tomate de árbol (*Cyphomandra betacea* L) y guayaba (*Psidium guajava* L), mediante el empleo de un secador solar con colector plano”. Este método combina colectores solares de panel plano, que utilizan energía solar para generar el calor necesario, con tecnología de deshidratación para secar tomates y guayabas. El estudio concluyó que el secado solar no solo es una forma eficiente de reducir el contenido de humedad de las frutas y prolongar su vida útil, sino también un método sostenible y económico que utiliza una fuente de energía renovable.

Serpa Angelica et al. (2015) llevaron a cabo la investigación cuyo objetivo fue evaluar el impacto de dos métodos de deshidratación: la liofilización y el secado por convección forzada. En esta investigación se compararon las diferencias en la retención de vitamina C y en las propiedades técnico-funcionales de la fibra dietaria después de aplicar distintos métodos de secado. Los resultados revelaron que la liofilización es el procedimiento más eficaz para conservar la vitamina C, gracias a que opera a bajas temperaturas y en ausencia de oxígeno, condiciones que reducen al mínimo la oxidación. De igual manera, este método permitió mantener en mejores condiciones las propiedades funcionales de la fibra, como la capacidad de retención de agua y la viscosidad. En cambio, el secado por convección forzada —aunque más económico y rápido— generó una degradación más marcada de estos componentes.

Bazurto Karol et al. (2020) desarrollaron el estudio titulado “Cinética de deshidratación de la uva (*Vitis vinifera* L.)”, donde examinaron el proceso de secado de la uva utilizando una estufa de aire caliente. El análisis se centra en la calidad y cantidad de los datos, lo cual supone un reto para las aplicaciones prácticas. El análisis reveló que la dependencia del vapor de agua depende del tiempo y la temperatura, lo que sugiere la necesidad de controlar estos factores para mejorar el rendimiento. Este estudio demuestra que la optimización del control de calidad puede mejorar la producción, la sostenibilidad y el ahorro de costes en la industria alimentaria.

León Patrick et al. (2020) realizaron un estudio titulado “Evaluación de los efectos de tres métodos de secado en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas de la guayaba (*Psidium guajava*)”. Investigaron los efectos de varios métodos de secado en la calidad de la guayaba. Consideraron tres métodos: deshidratación osmótica seguida de secado por convección forzada, liofilización y secado por ventana refractaria, y compararon sus efectos en parámetros fisicoquímicos como el contenido de humedad, la acidez, los parámetros microbiológicos y el color. Sus resultados mostraron que cada paso puede tener diferentes efectos en el producto final. La deshidratación osmótica seguida de secado por convección forzada es eficaz para mantener la viabilidad y la fuerza muscular debido a la alta presión y la falta de oxígeno. Por el contrario, las bajas temperaturas de convección y las ventanas refractarias estrechas y menos sensibles conducen al deterioro de los parámetros, particularmente en términos de estabilidad microbiológica. Este estudio destaca la importancia de una selección cuidadosa de los materiales de secado para garantizar beneficios nutricionales y funcionales. Resultados similares se encontraron en un estudio de

Soto Geenri et al. (2018) informaron que la temperatura y la concentración de jarabe de azúcar y miel pueden afectar el proceso general de deshidratación. Para optimizar el proceso, se deshidrataron osmóticamente arándanos frescos en jarabe de azúcar y miel a 60 y 70 °Brix, 50 y 60 °C, respectivamente, con una relación jarabe-miel de 3:1, y posteriormente se secaron a 60 °C. Se monitorearon parámetros como sólidos totales, contenido de humedad, acidez total, contenido de ácido ascórbico, pH, temperatura, contenido de humedad y contenido de materia orgánica para la eficiencia energética.

El estudio de Giraldo German et al. (2005), titulado “La deshidratación osmótica como pretratamiento en la conservación de mora (*Rubus glaucus*) y uchuva (*Physalis peruviana* L.)”, investigó el efecto de la osmodeshidratación con y sin pulso a vacío en la conservación de estas frutas. Utilizando disoluciones de sacarosa a concentraciones de 25, 35, 45, 55 y 65°Brix a temperatura ambiente, los procesos se llevaron a cabo a presión atmosférica, con y sin la aplicación de un pulso a vacío (117 mm Hg durante 10 minutos al inicio del proceso). La cinética de deshidratación se determinó en tiempos cortos (300 minutos) y el equilibrio en tiempos largos (720 horas). Los resultados mostraron que la mora tuvo la mejor respuesta con una disolución de sacarosa a 65°Brix y pulso a vacío, alcanzando el equilibrio entre 72 y 144 horas, mientras que la uchuva mostró una buena respuesta en disoluciones a 65 y 55°Brix a presión atmosférica, alcanzando el equilibrio a las 72 horas.

El estudio de Leal María et al. (2014), titulado “Optimización del proceso de deshidratación osmótica de la uva *Crimson Seedless*”, utilizó un diseño factorial (2^3) para optimizar las condiciones de deshidratación osmótica de esta variedad de uva. Se evaluaron tres variables independientes: temperatura (30-50°C), tiempo (1-4 horas) y concentración de la solución osmótica (40-50°Brix), manteniendo constantes el blanqueo (30 segundos) y las perforaciones (8 perforaciones/cm²). Las mejores condiciones encontradas fueron una temperatura de 46°C, un tiempo de inmersión de 1,6 horas y una concentración de 42°Brix, logrando así una deshidratación eficiente y mejorando la estabilidad y calidad de la uva Crimson.

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. El Capulí (*Prunus salicifolia*)

El capulí (*Prunus salicifolia*) es un árbol perteneciente a la familia Rosaceae, originario de América, cuyo fruto es una pequeña drupa de color morado oscuro a negro, rica en antioxidantes, vitaminas y minerales. (Guzmán et al., 2020).

En Ecuador, su producción se concentra en provincias de la Sierra Central como Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo (Dominio de las Ciencias, 2021).

El fruto es apreciado no solo por su sabor dulce, sino también por su importancia cultural en la preparación de alimentos tradicionales, como el “jucho”. Debido a su alta perecibilidad, el fruto presenta serias limitaciones en cuanto a su comercialización y almacenamiento en fresco (Carrasco-Baquero et al., 2022).

El fruto contiene diversos compuestos bioactivos que le confieren propiedades antioxidantes y funcionales beneficiosas. Según Guzmán et al. (2020), el contenido total de polifenoles en la pulpa del fruto oscila entre 410 y 520 mg de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de fruta fresca. De igual manera, el contenido total de antocianinas, basado en cianidina-3-glucósido, oscila entre 95 y 130 mg por 100 g, y el de vitamina C, entre 18 y 25 mg por 100 g. Además, contiene aproximadamente 280–320 mg de potasio (K), 22–30 mg de calcio (Ca) y 1,5–2,2 mg de hierro (Fe) por cada 100 g de pulpa fresca, además de pequeñas cantidades de magnesio y zinc según Carrasco-Baquero et al., (2022). Estas propiedades hacen que su consumo regular pueda contribuir a la prevención de enfermedades crónicas no transmisibles asociadas al estrés oxidativo.

2.2.2. Deshidratación de frutas

La deshidratación es un proceso de conservación de alimentos que consiste en la eliminación parcial del agua contenida en los tejidos, mediante la aplicación de calor controlado, con el fin de inhibir la actividad microbiana y las reacciones químicas responsables del deterioro (Ramírez et al., 2019). Fellows (2017) señala que la deshidratación permite disminuir tanto el peso como el volumen de los alimentos, lo que facilita su almacenamiento y transporte, además de extender de manera notable su vida útil. En el caso de las frutas, cuando el proceso se realiza bajo condiciones adecuadas, es posible conservar una parte importante de sus propiedades nutricionales y sensoriales.

Existen múltiples técnicas de secado utilizadas para la conservación de frutas, las cuales se diferencian por la fuente de energía empleada, las condiciones de operación y el impacto que generan en las características del producto final. Entre los métodos más empleados se encuentran la deshidratación por aire caliente, la liofilización, la deshidratación solar y la osmodeshidratación (Fellows, 2017; Vásquez, 2018).

2.2.2.1. La deshidratación por aire caliente

Consiste en el paso continuo de aire calentado sobre el alimento, favoreciendo la transferencia simultánea de calor y masa que permite la evaporación del agua contenida en los tejidos. Este método es ampliamente utilizado por su bajo costo, simplicidad operativa y viabilidad a nivel industrial, aunque puede ocasionar cambios en color, textura o compuestos termosensibles si no se controlan adecuadamente los parámetros de temperatura, velocidad de aire y tiempo (Mujumdar, 2014). En productos frutales, suele realizarse a temperaturas entre 50 y 80 °C, logrando una reducción del contenido de humedad hasta niveles de 15–25 %, lo que extiende la vida útil del producto entre 6 y 12 meses (Fellows, 2017).

2.2.2.2. La liofilización o secado por congelación al vacío

Es un proceso que elimina el agua mediante sublimación del hielo a baja presión, preservando de manera óptima la estructura celular, el color y los compuestos bioactivos. Aunque su costo de operación es elevado debido al consumo energético y equipamiento especializado, permite obtener productos de alta calidad sensorial y nutricional, siendo ideal para frutas delicadas o de alto valor agregado (Serpa et al., 2015).

2.2.2.3. La deshidratación solar

Emplea la energía solar directa o colectores térmicos para secar los alimentos, representando una alternativa económica y sostenible en regiones con buena radiación solar. Si bien su eficiencia depende de las condiciones climáticas, este método reduce el consumo energético convencional y es especialmente útil para pequeños productores (Enríquez, 2019).

2.2.2.4. La osmodeshidratación

Combina la inmersión de la fruta en soluciones hiperosmóticas (por ejemplo, jarabes de sacarosa o miel) con un posterior secado térmico. Este método logra una preconcentración de sólidos solubles y una reducción parcial del agua libre, mejorando la textura, el color y el sabor del producto final. Además, permite reducir el tiempo y la temperatura del secado convectivo posterior, optimizando así la eficiencia del proceso (Giraldo et al., 2005; Leal et al., 2014).

La elección del método de secado depende del propósito del proceso, el tipo de fruta, la disponibilidad técnica y los recursos económicos. En el caso del capulí (cereza mexicana), la deshidratación por aire caliente se considera la opción más viable para la industrialización a pequeña y mediana escala, ya que equilibra los costos operativos, la calidad nutricional y la estabilidad del producto final.

2.2.3 Pasas de frutas

Las pasas son productos obtenidos por deshidratación parcial de frutos, especialmente de bayas, hasta alcanzar un contenido de humedad bajo que permita su conservación prolongada (FAO, 2011). Las pasas se caracterizan por su dulzura natural, concentración de nutrientes y propiedades antioxidantes. Según Arévalo-Pinedo y Murr (2007), el proceso de elaboración de pasas debe preservar las características sensoriales del fruto original, como el sabor, el color y la textura, para lograr una buena aceptación por parte de los consumidores.

2.2.4 Normativas

Para la elaboración de pasas de capulí (*Prunus salicifolia*) mediante deshidratación por circulación de aire caliente, se deben considerar diversas normativas que garanticen la calidad, inocuidad y trazabilidad del producto final. A nivel internacional, la Norma CODEX STAN 130-1981 del Codex Alimentarius (1981), revisada en 2013, establece los requisitos de identidad y calidad para las frutas deshidratadas, en particular las pasas. Estas regulaciones estipulan que el contenido máximo de humedad debe estar entre el 18% y el 23%, dependiendo del tipo de fruta, y que no debe haber signos de fermentación, moho, insectos ni ninguna materia extraña. También estipulan que las pasas deben conservar las características de color, aroma y sabor de la fruta original, sin mostrar signos de deterioro físico ni contaminación. El Codex Alimentario también especifica el nivel aceptable de defectos, como fruta rota, oxidada o deshuesada, que no debe superar el 5% del total del lote.

Asimismo, establece criterios mínimos de limpieza, orden y clasificación por tamaño. En cuanto al etiquetado, de acuerdo con las disposiciones de la Norma General del Codex (Codex Stan 1-1985), los alimentos preenvasados deben etiquetarse con el nombre del producto, el país de origen, la cantidad neta, la fecha de producción y una lista completa de fechas de caducidad, junto con cualquier información adicional permitida. A nivel nacional, el Reglamento Sanitario de Alimentos del Ecuador (MSP, 2013) regula la producción y comercialización de productos procesados, exigiendo la implementación de buenas prácticas de manufactura (BPM) para garantizar su inocuidad. De igual manera, la norma técnica INEN 2337:2012 define los parámetros de calidad aplicables a las frutas deshidratadas, incluyendo el contenido de humedad, la acidez, la ceniza y los criterios microbiológicos que debe cumplir el producto final Capuli. Finalmente, la Guía de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados (MSP, 2015) detalla las condiciones de higiene, control y manipulación requeridas durante el proceso de producción para garantizar la estabilidad, inocuidad y las cualidades organolépticas del producto terminado.

CAPÍTULO III. METODOLOGIA.

3.1 Tipo de Investigación.

El estudio fue de naturaleza experimental y empleó un enfoque de métodos mixtos, combinando métodos cuantitativos y cualitativos. Se basó en mediciones objetivas de parámetros fisicoquímicos en frutos de capulí (*Prunus salicifolia*), como la humedad, la proteína, la fibra y el contenido de cenizas, lo que permitió realizar análisis estadísticos, como el análisis de varianza (ANOVA), para confirmar los efectos del tratamiento. Se utilizó un diseño completamente aleatorizado (DCA) porque garantiza la aleatorización en la distribución de los tratamientos y minimiza el sesgo, lo que lo hace adecuado para estudios que involucren un solo factor —en este caso, la temperatura de secado (60 °C, 70 °C y 80 °C)— aplicado a muestras homogéneas.

3.2 Diseño Experimental

Se utilizó un diseño completamente al azar (DCA) con un solo factor: la temperatura del secado. Este factor se evaluó en tres niveles (60 °C, 70 °C y 80 °C), cada uno con tres repeticiones independientes. La población correspondió a los frutos de capulí disponibles durante la temporada de cosecha en la zona rural de Riobamba, provincia de Chimborazo, de donde se adquirió la materia prima directamente a productores locales. El experimento se realizó con 12 kg de frutos frescos de capulo, seleccionados y estandarizados antes del secado. Esta cantidad se distribuyó uniformemente entre los tratamientos, 4 kg para cada temperatura, divididos en tres réplicas de aproximadamente 1,3 kg cada una. Las unidades experimentales correspondieron a frutos uniformemente seleccionados en la etapa de madurez comercial, caracterizados por una coloración uniforme del epicarpio —de morado oscuro a negro—, firmeza media y un contenido de sólidos solubles de 14 a 16 °Brix, según el método propuesto por Vázquez (2018). En cuanto al tamaño, se escogieron frutos con un diámetro promedio de 14 a 18 mm y un peso individual de $3,5 \pm 0,5$ g, descartando aquellos que presentaban daños mecánicos o signos de deterioro. La variable principal de estudio fue el porcentaje de humedad final del fruto deshidratado.

Previo a la aplicación del análisis de varianza (ANOVA) de un factor, se verificaron los supuestos estadísticos del modelo: la normalidad de los residuos mediante la prueba de Shapiro–Wilk y la homogeneidad de varianzas mediante el test de Bartlett. Una vez confirmados estos supuestos, se procedió con el ANOVA y, posteriormente, con la prueba LSD (Least Significant Difference) para identificar diferencias significativas entre los tratamientos evaluados.

3.2.1 Variables

En la presente investigación, la variable independiente es la temperatura de secado (60 °C, 70 °C y 80 °C), mientras que las variables dependientes comprenden el contenido de humedad, actividad de agua (a_w), sólidos solubles (°Brix), pH, acidez titulable. Las variables

controladas incluyen el tiempo de secado, el tamaño y grado de madurez del fruto, así como el tipo de bandeja, equipo utilizado en cada tratamiento.

3.2.2 Tratamientos

Para el presente estudio se emplearon tres tratamientos en diferentes temperaturas de secado: T1 (60 °C), T2 (70 °C) y T3 (80 °C), con el objetivo de evaluar el efecto en cada una sobre las características fisicoquímicas, sensoriales y de conservación del capulí deshidratado. Cada tratamiento fue aplicado de manera controlada bajo condiciones constantes de flujo de aire de $2,5 \pm 0,2$ m/s, medido a la salida del ducto del equipo de secado, y con un espesor promedio de las muestras de $4 \pm 0,5$ mm, correspondiente a la mitad del diámetro del fruto cortado transversalmente. Estas condiciones fueron seleccionadas de acuerdo con los parámetros recomendados por Vásquez (2018) y Bazurto-Vera et al. (2020) para el secado convectivo de frutas pequeñas, garantizando una transferencia de calor uniforme y la comparabilidad objetiva de los resultados obtenidos entre tratamientos.

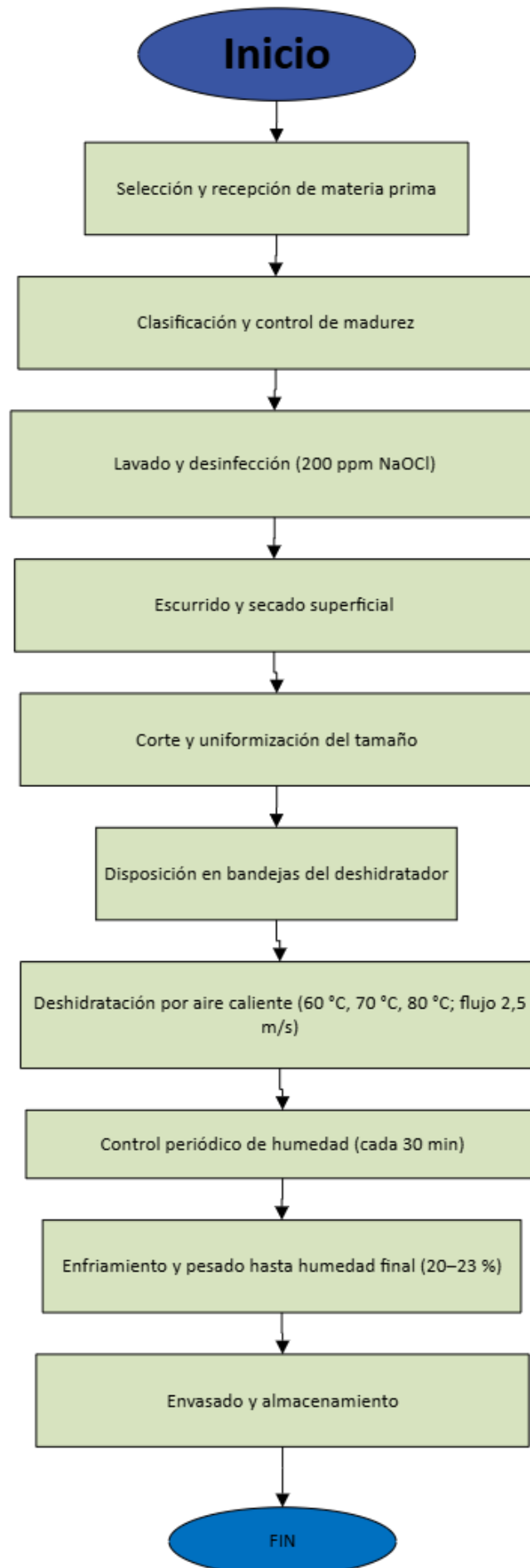
3.2.3 Procedimiento

3.2.3.1 Deshidratación de la pasa de capulí

En la Figura 1 se presenta el diagrama de flujo del proceso de deshidratación. López, et al. (2020).

Figura 1.

Diagrama de flujo de la elaboración de pasas de capulí



3.3 Técnicas de Recolección de Datos

3.3.1 Determinación de humedad

Para la determinación del contenido de humedad en las muestras de capulí durante el proceso de deshidratación, se utilizó el método gravimétrico por secado en estufa, descrito por la AOAC 23.003.2003. Este método consiste en la eliminación del agua contenida en la muestra mediante su exposición a una temperatura controlada hasta alcanzar peso constante.

Se pesaron aproximadamente 5 gramos de muestra en cápsulas previamente secadas y taradas. Luego, las muestras fueron introducidas en una estufa de convección forzada a 105 °C durante 4 horas. Finalizado este tiempo, las cápsulas fueron retiradas y enfriadas en un desecador para evitar la absorción de humedad del ambiente, y se procedió al pesado final.

El porcentaje de humedad se calculó por diferencia de peso, utilizando la siguiente fórmula:

$$\%Humedad = \frac{Peso\ Inicial - Peso\ seco}{Peso\ inicial}$$

3.3.2 Determinación de cenizas

Para la determinación del contenido de cenizas, se pesaron $2,000 \pm 0,005$ g de muestra seca que se colocaron en un crisol de porcelana previamente tarado. Las muestras se colocaron inicialmente en una estufa a 105 °C durante 1 hora para eliminar la humedad residual. Posteriormente, los crisoles se trasladaron a una mufla a 550°C, donde se realizó la carbonización completa de la materia orgánica hasta obtener un residuo inorgánico blanco o gris claro. Al término, se enfrió en un desecador por 30 minutos y se pesaron inmediatamente. El contenido de cenizas se calculó como porcentaje del residuo inorgánico respecto al peso inicial. Descrita por (AOAC 923.03).

$$\%Cenizas = \frac{Peso\ del\ residuo\ (g)}{Peso\ inicial\ de\ la\ muestra\ seca\ (g)} * 100$$

3.3.3 Determinación de proteínas (Método de Kjeldahl)

La determinación del contenido proteico de las muestras se realizó mediante el método de Kjeldahl, procedimiento estándar ampliamente utilizado para cuantificar el nitrógeno total presente en compuestos orgánicos. El análisis fue ejecutado en el laboratorio

SETLAB, los que mencionaron que utilizaron el método AOAC 2001.11, y comprende tres etapas fundamentales: digestión, destilación y titulación, lo cual es descrita a continuación.

Primero, se pesó una cantidad conocida de muestra seca ($0,500 \pm 0,005$ gramo) en un tubo Kjeldahl, al que se añadió 15 ml ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4 , 98 % p/p) y una mezcla de catalizadores compuesta por sulfato de potasio (K_2SO_4) y selenio metálico en proporción 10:1. La mezcla se sometió a digestión hasta obtener una solución clara, lo que indica la conversión del nitrógeno orgánico en ion amonio.

Posteriormente, en la etapa de destilación, se añadió hidróxido de sodio (NaOH , 40 % p/v) para liberar el amoníaco (NH_3), el cual fue capturado en una solución de ácido bórico (H_3BO_3 , 4 %). Finalmente, se llevó a cabo la titulación con ácido clorhídrico (HCl , 0,1 N) hasta el viraje del indicador.

El contenido de proteína se calculó multiplicando el porcentaje de nitrógeno obtenido por el factor general 6,25, aplicable a alimentos de origen vegetal:

$$\% \text{ Proteína} = \text{Nitrogeno (\%)} * 6,25$$

3.3.4 Determinación de grasas (Método Soxhlet)

La determinación del contenido de grasa se efectuó mediante el método Soxhlet, siguiendo la metodología AOAC (2005), 920.39, en el laboratorio SETLAB. Se pesaron $2,000 \pm 0,005$ g de muestra seca, las cuales se colocaron en cartuchos de extracción de celulosa previamente desgrasados. Posteriormente, los cartuchos se introdujeron en el aparato Soxhlet y se realizó la extracción continua utilizando éter de petróleo (punto de ebullición 40–60 °C, pureza 99,5 %) como solvente durante 6 horas.

Una vez concluida la extracción, el solvente se recuperó por destilación, y el residuo graso remanente en el matraz se secó en estufa a 105 °C durante 30 minutos, se enfrió en desecador y se pesó hasta obtener peso constante.

El contenido de grasa se expresó como porcentaje respecto al peso de la muestra original.

$$\% \text{Grasa} = \frac{\text{Peso del extraco graso (g)}}{\text{Peso inicial de la muestra (g)}} * 100$$

3.3.5 Determinación de fibra

El contenido de fibra cruda de las muestras de capul se midió mediante el método gravimétrico oficial AOAC 930.15, que facilita la separación de la porción fibrosa de la materia orgánica, resistente a la degradación ácida y alcalina. Para ello, la muestra se secó y desgrasó. Posteriormente, se sometió a un proceso de digestión química por etapas: primero con una solución de ácido sulfúrico al 1,25 % y luego con una solución de hidróxido de sodio al 1,25 %, cada una durante 30 minutos a temperatura de ebullición. Este proceso disuelve componentes como almidones, azúcares y proteínas, a la vez que preserva la celulosa, la

hemicelulosa y la lignina. El residuo resultante se filtró minuciosamente y se lavó con agua caliente para eliminar cualquier resto de reactivos, se secó en horno a 105 °C hasta peso constante y, finalmente, se incineró en un horno de mufla a 550 °C durante 6 horas. La cantidad de fibra cruda se calcula como la diferencia de peso entre la materia seca y el peso de las cenizas, que representan la materia orgánica indigerible e insoluble. Los resultados se expresan como porcentaje del peso original de la muestra.

$$\%Fibra\ cruda = \frac{Peso\ del\ residuo\ seco\ (g) - Peso\ de\ ceniza\ (g)}{Peso\ de\ la\ muestra\ (g)} * 100$$

3.3.6 Determinación de carbohidratos (por diferencia)

El contenido de carbohidratos se determinó indirectamente restando de 100 % la suma de los porcentajes de humedad, proteína, grasa y cenizas. Descrita por AOAC (2005)

$$\begin{aligned} \%Carbohidratos \\ = 100 - (\% humedad + \% proteínas + \% grasa + \% cenizas) \end{aligned}$$

3.4 Población de Estudio y Tamaño de Muestra

La población de estudio para la presente investigación estuvo conformada por los consumidores de pasas residentes en la ciudad de Riobamba, quienes representan el público objetivo para el producto elaborado (pasas de capulí). Debido a la falta de un registro exacto del total de consumidores de este tipo de producto en la ciudad, se consideró una población infinita para fines estadísticos.

Donde:

- n = tamaño de muestra
- Z = valor Z para un nivel de confianza del 95 % (1.96)
- p = proporción estimada de la población que consume pasas (0.5, para máxima variabilidad)
- q = 1 - p (0.5)
- e = margen de error permitido (0.10 o 10 %)

$$n = \frac{(1,96)^2 * 0,5 * 0,5}{(0,10)^2} = 96,04$$

Por lo tanto, el tamaño mínimo de muestra requerido fue de 96 personas. Las encuestas fueron distribuidas y aplicadas de forma digital mediante la plataforma Google Forms, y estuvieron dirigidas exclusivamente a personas que indicaron consumir pasas con cierta regularidad. Esta muestra permitió obtener información relevante sobre la aceptación sensorial del nuevo producto.

3.5 Métodos de Análisis y Procesamiento de Datos

Los datos obtenidos en el laboratorio fueron organizados en hojas de cálculo y posteriormente analizados mediante el software estadístico R (versión 4.3.2). Se llevó a cabo un análisis de varianza de un solo factor para examinar cómo el tratamiento térmico, en términos de temperatura, influía en la variable de interés: la cantidad final de humedad en el capulí deshidratado.

Antes de realizar el análisis, se comprobaron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianzas con el fin de validar el modelo estadístico. Posteriormente al ANOVA, se utilizó la prueba post hoc LSD para detectar diferencias significativas entre los distintos tratamientos. Se utilizó un nivel de significancia del 5 %.

Para lograr el tercer objetivo, se realizó un análisis de aceptabilidad sensorial del producto deshidratado mediante una prueba afectiva hedónica de 5 puntos, administrada mediante encuestas en línea en plataformas digitales como Formularios de Google. Los participantes calificaron aspectos como el color, la textura, el sabor y la aceptabilidad general. Los datos se recopilaron y analizaron mediante estadística descriptiva, incluyendo media, moda y desviación estándar, para evaluar el nivel de aceptación del producto entre los consumidores potenciales.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Resultado del proceso de deshidratación

Se realizaron pruebas de deshidratación a $T_1 = 60^\circ\text{C}$, $T_2 = 70^\circ\text{C}$, y $T_3 = 80^\circ\text{C}$, con el fin de determinar las mejores condiciones para la deshidratación del capulí. Se registraron datos de peso y humedad en intervalos regulares de 30 minutos, desde el inicio hasta alcanzar peso constante, lo que correspondió aproximadamente a 180 minutos para construir la curva de secado correspondiente a cada tratamiento.

En la Figura 2 se presentan las curvas de secado del capulí a diferentes temperaturas (60°C , 70°C y 80°C), a partir de las cuales se obtuvo la regresión lineal entre el contenido de humedad y el tiempo de secado. Estas curvas permitieron determinar la pendiente de la línea de tendencia y el coeficiente de determinación (R^2) para cada tratamiento térmico, cuyos valores se resumen en la Tabla 1. En la Figura 9 que se presenta en anexos, se puede observar la gráfica de la regresión lineal.

Figura 2.

Curva de secado del capulí

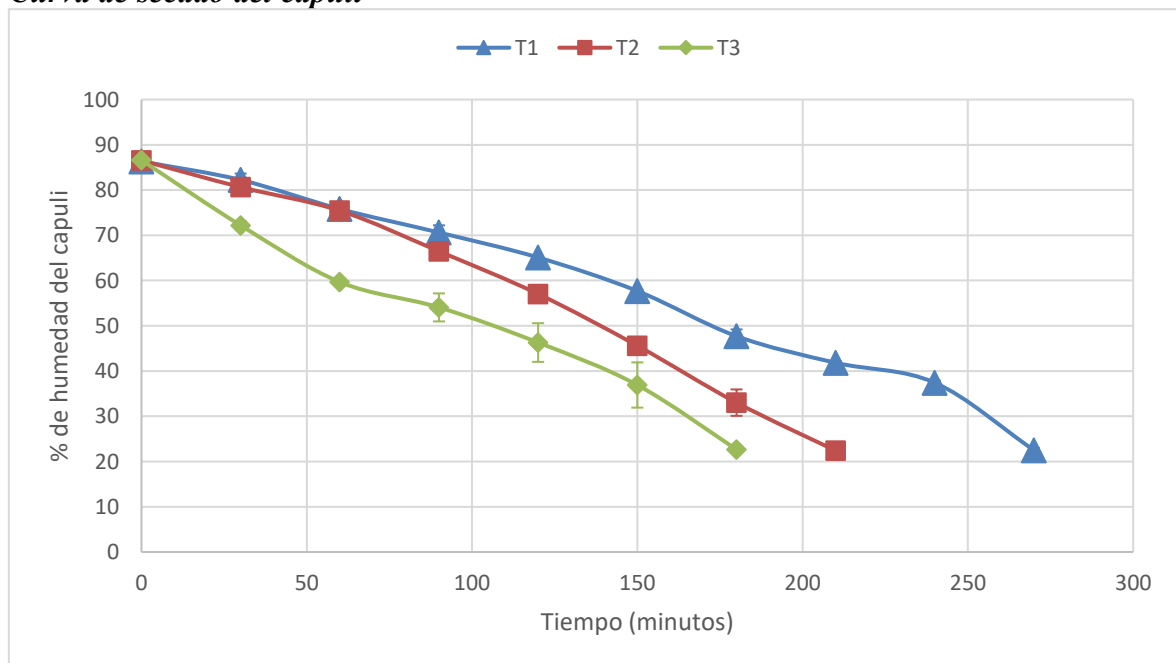


Tabla 1.

Regresión Lineal Por Temperatura

Tratamiento	Pendiente	Coeficiente
t1	$-0,2338 \pm 0,004$	$0,9835 \pm 0,002$
t2	$-0,3166 \pm 0,003$	$0,9818 \pm 0,001$
t3	$-0,3470 \pm 0,005$	$0,9903 \pm 0,001$

El análisis de regresión lineal aplicado a los datos de deshidratación del capulí evidenció una relación inversamente proporcional entre el tiempo de secado y el contenido de humedad para los tres tratamientos térmicos (60 °C, 70 °C y 80 °C). Todos los valores de pendiente en el gráfico fueron negativos, lo que indica una disminución constante del contenido de humedad de la fruta a lo largo del tiempo. El tratamiento a 80 °C (T3) presentó la pendiente más pronunciada (-0,347 kg/h), lo que indica una rápida pérdida de humedad y, por lo tanto, una mayor eficiencia de transferencia de masa durante el proceso de secado.

En comparación, la pendiente más baja se registró a 60 °C (T1): -0,234 kg/h, lo que indica un proceso más lento, mientras que a 70 °C (T2) se obtuvo un valor intermedio de -0,317 kg/h. Estas cifras de secado son consistentes con lo reportado por Bazurto-Vera et al. (2020) en uva (*Vitis vinifera* L.), quienes encontraron una velocidad de 0,0959 kg/h bajo condiciones de secado convectivo a 60 °C, mostrando una relación directa entre el incremento de temperatura y la rapidez en la eliminación de humedad. De forma similar, Navarrete-Carranza et al. (2015) notaron que el aumento de temperatura de 40 °C a 60 °C en lúcumo redujo el tiempo de secado en más del 30 por ciento.

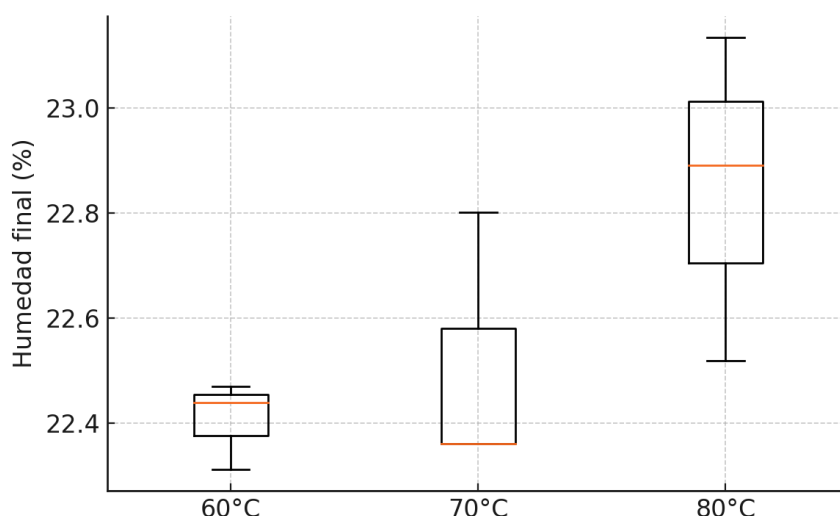
El coeficiente de determinación ($R^2 > 0,98$) indica que el modelo lineal se ajusta muy bien a los datos experimentales, lo que confirma que la reducción del contenido de humedad está significativamente relacionada con el tiempo. Este comportamiento es coherente con los principios básicos de la transferencia de masa en los procesos de deshidratación, donde el calor promueve la migración de humedad desde el interior del producto hacia la superficie, acelerando así la evaporación (Fellows, 2017; Mujumdar, 2014). Un análisis de varianza (ANOVA) aplicado al tiempo de secado reveló un efecto altamente significativo en el contenido de humedad final de la cápsula ($F = 115,88$; $p < 0,0001$), lo que confirma que una mayor exposición al calor reduce directamente el contenido de agua de la fruta. Antes de realizar el análisis de varianza (ANOVA), se verificaron los supuestos del modelo:

La normalidad de los residuos se analizó mediante la prueba de Shapiro-Wilk y la homogeneidad de las varianzas se evaluó mediante la prueba de Bartlett; ambas pruebas arrojaron resultados satisfactorios para la robustez del análisis.

A continuación, se utilizó la prueba de diferencia mínima significativa (LSD) como método post hoc para identificar diferencias significativas entre tratamientos, lo que permitió determinar con mayor precisión qué niveles de temperatura ejercen diferentes efectos en la cinética de secado. Estos hallazgos concuerdan con los principios de transferencia de masa descritos por Fellows (2017) y Mujumdar (2014), quienes enfatizan que la energía térmica promueve la migración de humedad desde el interior del producto hacia su superficie, aumentando así la tasa de evaporación.

Figura 3.

Diagrama de cajas del promedio de humedad final por temperatura de secado



La Figura 3 muestra la distribución final de la humedad de las pasas Capuli deshidratadas a diferentes temperaturas. El tratamiento a 60 °C presentó el valor medio más bajo y la menor variabilidad, lo que indica un secado más uniforme, aunque a una velocidad menor. A 70 °C, el valor medio se mantuvo casi idéntico al de 60 °C, mostrando solo un ligero aumento, mientras que la variabilidad aumentó ligeramente, lo que indica un secado menos uniforme. En comparación, el tratamiento a 80 °C presentó un valor medio significativamente mayor y la mayor varianza entre los tres métodos. Esto se explica por el proceso de secado más rápido, que, si bien reduce el tiempo de procesamiento, no garantiza una uniformidad suficiente del contenido de humedad final.

Teóricamente, este comportamiento se explica por el hecho de que la velocidad de deshidratación aumenta con la temperatura, ya que una mayor energía térmica rompe los enlaces que atraen el agua en los tejidos del fruto, facilitando la evaporación del agua libre y acelerando su ascenso a la superficie. Este principio fue descrito en detalle por Krokida y Maroulis (2000) y confirmado por Vega-Gálvez et al. (2009) para pimientos rojos y Araya et al. (2018) para arándanos, quienes informaron que el aumento de la temperatura reduce significativamente el tiempo de secado y mejora la eficiencia de transferencia de masa sin comprometer la integridad estructural cuando se opera en condiciones controladas.

De igual manera, Lewicki (2006) y Doymaz (2017) destacan que un mayor gradiente de temperatura entre el aire y el producto promueve la difusión interna de la humedad, optimizando así la fase de secado característica de los materiales biológicos. Los resultados obtenidos en esta investigación coinciden con esta tendencia, ya que el incremento de la temperatura de 60 °C a 80 °C provocó una reducción más rápida del contenido de humedad en el capulí, evidenciando un proceso convectivo eficiente y en concordancia con lo señalado en estudios previos.

De igual manera, estos resultados coinciden con los de Bazurto-Vera et al. (2020), quienes informaron que en uvas (*Vitis vinifera*), el aumento de temperatura acelera significativamente la cinética de deshidratación sin afectar negativamente la calidad del producto. Asimismo, Navarrete Carranza et al. (2015) demostraron que las temperaturas elevadas durante el secado de la lúcuma mejoran la eficiencia del proceso y preservan las propiedades funcionales de la fruta, siempre que se controlen adecuadamente el tiempo y el flujo de aire.

De manera similar, Araya et al. (2018) observaron una mejora en la retención de antioxidantes y color en arándanos sometidos a secado convectivo controlado a temperaturas medias-altas. Vega-Gálvez et al. (2009) señalaron que un secado térmico adecuadamente controlado permite conservar tanto las propiedades sensoriales como las características químicas de frutas como la manzana y la pera. No obstante, Leon Patrick et al. (2020) advierten que, aunque las altas temperaturas pueden mejorar la eficiencia del proceso, también pueden afectar negativamente la estabilidad fisicoquímica y microbiológica de determinados frutos como la guayaba, reduciendo su aceptabilidad. Asimismo, Gutiérrez y Ramírez (2016) reportaron que exposiciones prolongadas al calor pueden ocasionar la desnaturalización de proteínas y la pérdida de compuestos funcionales, lo que compromete la calidad nutricional del producto final.

4.2 Resultados de las propiedades nutricionales

Tabla 2.

Resultado de los análisis nutricionales del capulí fresco y las pasas de capulí

PARAMETROS	CAPULI FRESCO	PASAS DE CAPULI (80°C)
Humedad %	86,16 ± 0,12	21,40 ± 0,20
Materia seca %	13,76 ± 0,15	78,30 ± 0,26
Proteína %	1,56 ± 0,31	7,33 ± 0,57
Grasa %	0,45 ± 0,28	1,34 ± 0,04
Fibra %	0,53 ± 0,06	3,87 ± 0,07
Ceniza %	0,72 ± 0,04	5,55 ± 0,09
Materia Orgánica %	13,13 ± 0,11	73,05 ± 0,14
Extractos libres de nitrógeno	11,03 ± 0,40	60,51 ± 0,64

Los resultados de la tabla 2 demuestran que existe una disminución en el contenido de humedad del capulí tras el proceso de deshidratación, pasando de 86,16 ± 0,12 % en el fruto fresco a 21,40 ± 0,20 % en las pasas. Como resultado, el contenido de materia seca

aumentó a $78,30 \pm 0,26$ %. Esta concentración también incrementó los niveles de proteína, fibra, grasa, cenizas y materia orgánica.

Esta tendencia concuerda con la base teórica de la deshidratación, que elimina el agua libre y concentra el contenido total de materia seca. Vázquez et al. (2018) indican que este fenómeno contribuye a un mayor valor nutricional de las frutas, a veces con un procesamiento mínimo. De igual forma, Pineda et al. (2020) observaron un patrón similar en frutos como el mortiño, donde el secado incrementó la proporción relativa de componentes estructurales.

En lo referente a la composición nutricional, el proceso de deshidratación ocasionó un aumento aproximado del 370 % en el contenido de proteínas y del 630 % en la fibra cruda, evidenciando el efecto de concentración generado por la eliminación de agua. Asimismo, la grasa mostró un incremento del 197 %, mientras que las cenizas aumentaron cerca del 670 %, reflejando la concentración de minerales y otros compuestos estructurales del fruto. En contraste, el contenido de humedad se reduce aproximadamente en un 75%, alcanzando niveles adecuados para productos deshidratados. Este comportamiento concuerda con los hallazgos de Martínez-Las-Heras et al. (2021), quienes afirman que el secado con aire caliente preserva la integridad de la fibra y las proteínas a temperaturas controladas. Además, Freire (2020) descubrió que la papaya tiene una matriz celular compacta que responde favorablemente al procesamiento térmico, lo que le permite conservar sus compuestos funcionales.

Sin embargo, varios estudios advierten sobre posibles efectos adversos si las condiciones del proceso no se controlan adecuadamente. Gutiérrez y Ramírez (2016) señalan que la exposición prolongada al calor puede causar la desnaturalización de las proteínas y reducir el valor nutricional del producto. De igual manera, Arce et al. (2017) reportaron pérdidas de nutrientes en la papaya deshidratada cuando se utilizaron temperaturas superiores a 80 °C.

En cuanto al contenido de cenizas, este experimentó un incremento significativo tras el secado, alcanzando un valor de $5,55 \pm 0,09$ %. Este aumento se relaciona con la concentración de minerales y otros compuestos orgánicos al reducirse la cantidad de agua. Ramírez et al. (2019) destacan que la deshidratación por circulación de aire caliente es una alternativa adecuada para frutas andinas debido a su viabilidad técnica y bajo costo. No obstante, Hernández et al. (2014) advierten que un control deficiente del proceso puede generar reacciones de pardeamiento no enzimático, afectando tanto la apariencia del producto como la biodisponibilidad de ciertos minerales.

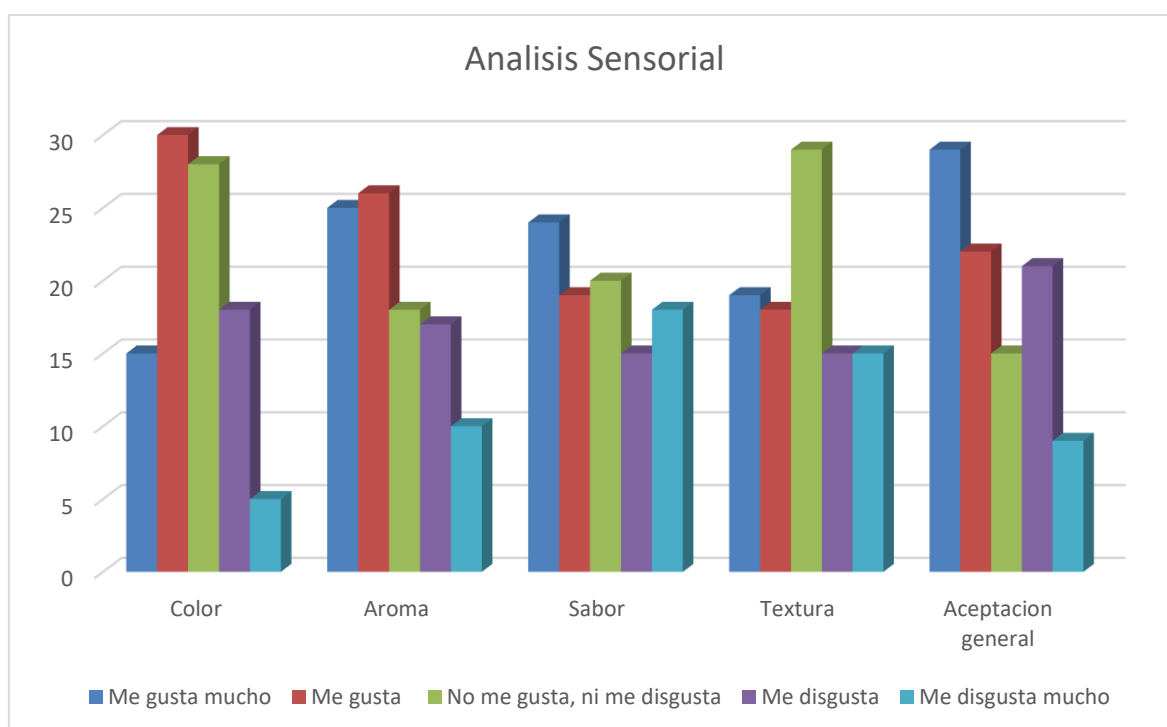
En cuanto a la materia orgánica, aumentó de $13,13 \pm 0,11$ % a $73,05 \pm 0,14$ %, mientras que los extractos libres de nitrógeno (ELN) constituido por azúcares, ácidos orgánicos y compuestos no proteicos solubles pasaron de $11,03 \pm 0,40$ % en el capulí fresco a $60,51 \pm 0,64$ % en las pasas. Esto indica una concentración significativa de componentes energéticos, lo que aumenta el valor calórico del producto. Martínez-Las Heras et al. (2021) señalan que este aumento en la cantidad de electrolitos inocuos durante la deshidratación

puede mejorar las propiedades organolépticas del producto. Además, Freire (2020) destaca que las cápsulas cuentan con una matriz bioquímica termoestable, lo que ayuda a preservar sus compuestos solubles.

4.3 Resultados de las pruebas sensoriales y encuestas mediante plataformas en línea.

Figura 4.

Histograma de datos de las encuestas realizadas por atributos.



Los datos obtenidos en la figura 4, se evidenciaron que el atributo mejor valorado fue la aceptación general, donde el 53,1 % de los participantes expresó agrado ("me gusta mucho" y "me gusta"), destacando el 30,2 % que seleccionó "me gusta mucho". Este resultado refleja una alta aceptación global del producto.

En cuanto al atributo color, el 46,9 % de los encuestados eligió las dos categorías superiores ("me gusta mucho" y "me gusta"), siendo el atributo con mayor índice de agrado individual. Estos resultados indican que el secado a 80 °C favoreció la preservación e incluso el realce de las características visuales del capulí, un aspecto determinante en la decisión de compra del consumidor. Este comportamiento coincide con lo descrito en investigaciones previas, donde se destaca la influencia de la temperatura en la estabilidad de los pigmentos naturales y en la conservación del atractivo visual del fruto (Vásquez, 2018; Martínez-Las Heras et al., 2021).

En cuanto al aroma, el 53,1 % de los encuestados expresó una percepción positiva, distribuyéndose de manera casi equitativa entre "me gusta mucho" (26,0 %) y "me gusta" (27,1 %). Esto evidencia que el método de secado no generó olores indeseables ni deterioro

aromático, probablemente debido a la conservación de compuestos volátiles a temperaturas moderadas y a la ausencia de pretratamientos químicos.

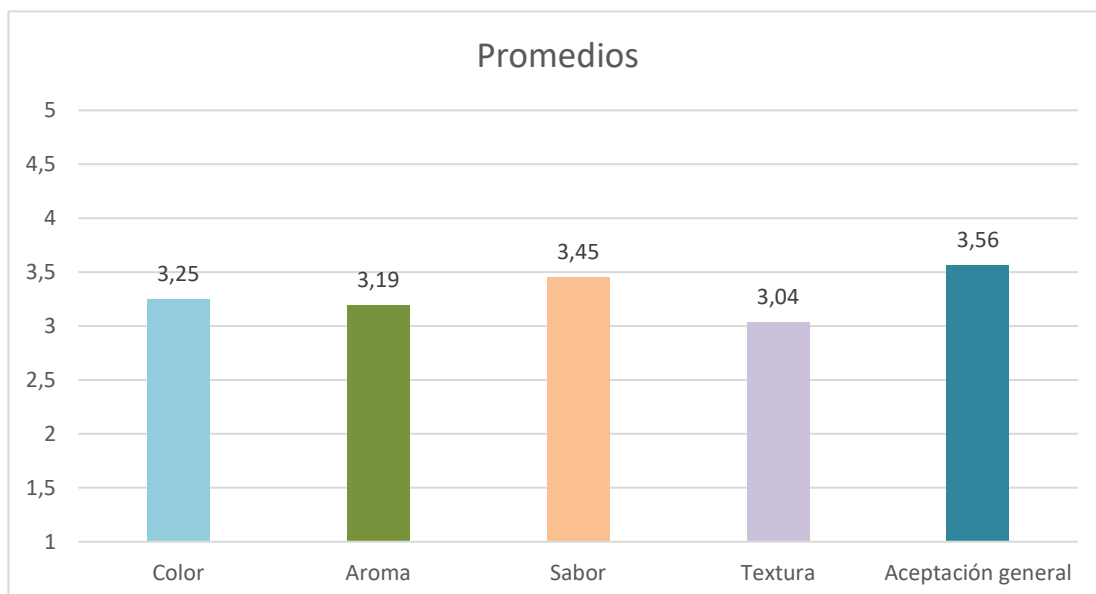
En cuanto al sabor, se alcanzó un nivel aceptable de aprobación: el 44,8% de las respuestas fueron positivas. Si bien este valor fue inferior al observado para el color y el aroma, es importante destacar que el 29,2% de los participantes eligió la opción neutra ("No me gusta ni me disgusta"), lo que indica potencial de mejora, posiblemente mediante pretratamientos como la deshidratación osmótica o el ajuste de la madurez de la fruta al momento del procesamiento.

La textura mostró calificaciones mixtas: el 38,5% expresó su aprobación, mientras que el 30,2% indicó una posición neutral. Esta distribución sugiere que la textura de los capulí deshidratados aún puede optimizarse, en particular ajustando el tiempo de secado o el grosor del corte, factores directamente relacionados con la firmeza final del producto. En términos de aceptabilidad general, el producto recibió una calificación favorable, alcanzando el 60% de respuestas positivas o neutras.

Esto demuestra que el capulí deshidratado posee características sensoriales competitivas para su ingreso al mercado, especialmente si se ajustan ciertos atributos específicos como el sabor y la textura.

Figura 5.

Diagrama de barras del promedio de la encuesta



Los resultados de la tabla 2 fueron obtenidos a partir de las encuestas sensoriales aplicadas en Google forms evidenciaron una alta aceptación general del producto deshidratado de capulí a 80 °C. Utilizando una escala hedónica de 5 puntos, los atributos mejor calificados según la tabla 3 fueron el sabor ($3,45 \pm 0,3$), seguido del color ($3,25 \pm 0,4$),

aroma ($3,19 \pm 0,2$) y la textura ($3,04 \pm 0,5$). La mayoría de los jueces indicaron que les gustaría consumir el producto nuevamente, destacando la aceptación general ($3,56 \pm 0,2$) y la naturalidad del sabor siendo agradable la consistencia de las pasas.

Desde la base teórica, la evaluación sensorial permite interpretar respuestas mediante herramientas estadísticas y psicológicas del consumidor, siendo fundamental en la aceptación del diseño de productos alimenticios. Fernández-Torres y Morales (2020) respaldan el empleo de encuestas digitales como herramientas válidas para la evaluación sensorial, siempre que estén diseñadas de manera clara y cuenten con mecanismos adecuados para controlar posibles sesgos. De manera similar, Herrera et al. (2019) evidenciaron que la deshidratación de frutas andinas permite conservar atributos sensoriales favorables, lo que incrementa su aceptación en mercados emergentes. De igual manera, García-Segovia et al. (2014) enfatizan que, cuando se aplica correctamente, la evaluación sensorial es una herramienta útil para identificar oportunidades de mejora en la formulación y presentación de alimentos funcionales. Por otro lado, Tárrega y Costell (2006) enfatizan el papel de las emociones y expectativas del consumidor en la percepción sensorial, particularmente al analizar productos innovadores a través de plataformas digitales.

Sin embargo, varios autores señalan las limitaciones inherentes de las pruebas sensoriales en línea. Lazcano y Burgos (2017), por ejemplo, advierten que la falta de un entorno controlado puede generar variabilidad en las percepciones de los participantes, especialmente en atributos como el aroma y la textura. De igual manera, Ortega et al. (2018) señalan que los datos recopilados digitalmente pueden verse distorsionados por factores como la iluminación ambiental, las condiciones de almacenamiento del producto o la interferencia con la comunicación del evaluador. Coincidiendo con esta postura, Deliza y MacFie (2001) advierten que la percepción sensorial está influenciada por estímulos externos no controlados que alteran la evaluación objetiva, sobre todo en entornos no presenciales. También, Ares y Jaeger (2015) señalan que la interpretación de escalas hedónicas puede variar significativamente entre individuos dependiendo del contexto, lo que puede afectar la comparabilidad de los resultados obtenidos por medios remotos.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- El proceso de deshidratación por circulación de aire permitió obtener pasas de capulí con características físicas, nutricionales y sensoriales adecuadas para su consumo. Entre los tratamientos evaluados, la temperatura de 80 °C durante 180 minutos resultó ser la mejor para reducir la humedad hasta niveles seguros para su conservación, generando un producto estable y con buena aceptación por parte de los consumidores.
- Al analizar las circunstancias de deshidratación, se observó que una temperatura de 80 °C facilitó la mayor tasa de pérdida de humedad, lo cual se manifestó en la inclinación pronunciada de la regresión lineal y en los valores de R^2 que superaron 0.98. Bajo esta condición, se logró un contenido final de humedad de 22.74 %, dentro de los límites establecidos para frutas deshidratadas, lo que confirma que esta temperatura es la opción más efectiva para producir pasas de capulí con un secado uniforme y eficiente.
- En cuanto a la evaluación nutricional, se observó que el proceso de deshidratación tiene un efecto de concentración de nutrientes. Las pasas Kapuli mostraron un aumento significativo en el contenido de proteína (7,33%), fibra (3,87%), grasa y cenizas en comparación con la fruta fresca. Esta transformación mejora el valor nutricional del producto final, lo que indica un gran potencial como alimento funcional con beneficios para la salud.
- Finalmente, en relación con la aceptación del producto deshidratado, se comprobó mediante encuestas sensoriales ($n = 96$) que el capulí deshidratado a 80 °C presenta una aceptación general positiva. Los atributos mejor valorados fueron el sabor (3,45/5) y la textura (3,04/5), lo cual indica un alto potencial de aceptación comercial.

5.2 Recomendaciones

- Se sugiere profundizar en la caracterización de compuestos bioactivos (antocianinas, polifenoles, flavonoides) del capulí deshidratado, a fin de validar científicamente su potencial antioxidante y funcionalidad como alimento saludable.
- Se recomienda implementar el tratamiento térmico a 80 °C durante 180 minutos como parámetro estándar para la producción de pasas de capulí, ya que demostró ser el más eficiente en reducir el contenido de humedad sin afectar negativamente la calidad sensorial y nutricional del producto.

BIBLIOGRAFÍA

- Amable, M., Alvarado, A., & Rengifo, C. (2020). Compota Nutricional a base de capulí. USIL. <https://repositorio.usil.edu.pe/server/api/core/bitstreams/2d90c4a9-33ce-4182-a3aa-7adc36279422/content>
- Chalán, V., Torres, D., & Espinoza, M. (2019). Componentes bioactivos y antimicrobianos del capulí (*Prunus serotina*). <https://doi.org/10.19136/era.a6n16.1947>.
- Falcón, M., & Aguirre, M. (2020). Obtención y caracterización de una bebida fermentada elaborada con capulí. Polo del Conocimiento.
- González, R. (2019). Actividad antioxidante del extracto glicólico de la cáscara de *Prunus serotina* “guinda”. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga.
- Hernández, A., Pérez, J., & Ríos, L. (2019). Antioxidant capacity of capulin fruit at different stages of ripening. Ecosistemas y recursos agropecuarios.
- López, N. (2012). Beneficial health properties of iridoids terpenes. Revista de Nutrición Clínica.
- Ortiz, F. (2024). Elaboración de una revisión bibliográfica sobre las propiedades activas del capulí (*Prunus serotina*) y su potencial aplicación en la agroindustria. UNACH.
- SETLAB. (2025). Reporte de Resultados bromatológicos de pasas de capulí. Riobamba.
- Bazurto-Vera, K., López, M., & Chávez, M. (2020). *Cinética de deshidratación de la uva (*Vitis vinifera* L.)*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
<https://repositorio.uteq.edu.ec/handle/43000/5715>
- Navarrete Carranza, A., Gamarra, S., & Cárdenas, M. (2015). *Efecto de la cantidad de pulpa fresca y la temperatura del aire de secado en la obtención de harina de lúcuma (*Pouteria obovata*)*. Universidad Nacional Agraria La Molina.
[<https://repositorio.lamolina.edu.pe/handle/20.500.12996/1638>]
- Leon Patrick, J., Mera, V., & Yaguachi, P. (2020). *Evaluación del efecto de tres diferentes métodos de secado sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de la guayaba (*Psidium guajava*)*. Universidad Técnica de Manabí.
(<https://repositorio.utm.edu.ec/handle/123456789/4467>)

- Serpa, A., Rodríguez, H., & Paredes, C. (2015). *Comparación entre liofilización y secado por convección forzada en frutas tropicales*. Revista Colombiana de Tecnología Agroindustrial, 16(1), 45–52.
- [https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:26](https://doi.org/10.21930/rcta.vol16_num1_art:26)
- Fellows, P. (2017). *Tecnología del procesamiento de alimentos. Principios y práctica* (4ª ed.). Acribia.
- Vásquez, F. (2018). *Procesos de conservación de frutas por deshidratación*. Instituto de Investigaciones Agroindustriales.
- <https://repositorio.iiia.edu.ec/handle/123456789/1021>
- Freire, D. (2020). Evaluación del potencial antioxidante de extractos metanólicos de cáscara y pulpa de capulí [Tesis de pregrado, Universidad Agraria del Ecuador].
- Gutiérrez, R., & Ramírez, H. (2016). Cambios estructurales y nutricionales en frutas sometidas a procesos térmicos. Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos, 7(1), 23–30.
- Guzmán, F., Herrera, M., & Castillo, J. (2020). Estudio morfológico y potencial agroindustrial del capulí (*Prunus salicifolia* D. Don). Revista Agroindustrial Andina, 12(1), 45–52.
- Hernández, A., Pérez, J., & Ríos, L. (2014). Reacciones de pardeamiento no enzimático en alimentos deshidratados: implicaciones sobre su calidad. Revista Chilena de Nutrición, 41(1), 42–49.
- Martínez-Las Heras, R., Esteve, M. J., & Frígola, A. (2021). Impacto del secado convectivo sobre compuestos funcionales y la calidad nutricional de frutas. Food Science and Nutrition, 9(2), 1045–1053.
- Pineda, D., Torres, M., & Zambrano, A. (2020). Concentración de nutrientes por deshidratación en frutos del páramo: caso mortiño (*Vaccinium floribundum*). Revista Politécnica, 45(3), 56–62.

- Ramírez, A., Rodríguez, L., & Torres, J. (2019). Deshidratación de frutas: una estrategia para la conservación de alimentos en zonas rurales. *Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 20(3), 45–58.
- Vásquez, P., Romero, M., & Delgado, G. (2018). Evaluación nutricional de frutas mínimamente procesadas: efecto de la concentración por deshidratación. *Revista Colombiana de Química Aplicada*, 50(2), 98–105.
- Fernández-Torres, L., & Morales, C. (2020). Evaluación sensorial en tiempos de pandemia: Aplicación de plataformas digitales. *Revista de Investigación en Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 12(2), 55–63.
- Herrera, M., Chávez, J., & Córdova, F. (2019). Aceptabilidad de productos deshidratados a base de frutas andinas. *Revista Agroindustrial Ciencia y Tecnología*, 7(1), 48–57.
- Lascano, P., & Burgos, E. (2017). Limitaciones metodológicas en pruebas sensoriales realizadas de forma remota. *Revista Chilena de Tecnología de los Alimentos*, 13(2), 101–110.
- Ortega, J., Vargas, L., & Moreira, A. (2018). Influencia del entorno en la percepción sensorial: desafíos en la evaluación digital de alimentos. *Revista Colombiana de Ciencias Alimentarias*, 10(3), 89–96.
- Krokida, M. K., & Maroulis, Z. B. (2000). Quality changes during drying of food materials. *Drying Technology*, 18(9), 2009–2044. <https://doi.org/10.1080/07373930008917762>
- Mujumdar, A. S. (2014). *Handbook of Industrial Drying* (4th ed.). CRC Press.
- Araya, E., Vega-Gálvez, A., & Di Scala, K. (2018). Convective drying of blueberries: Effect on antioxidant capacity, total phenolic content and quality parameters. *International Journal of Food Engineering*, 14(1–2), 1–10. <https://doi.org/10.1515/ijfe-2017-0169>
- Vega-Gálvez, A., Di Scala, K., Rodríguez, K., Lemus-Mondaca, R., Miranda, M., López, J., & Perez-Won, M. (2009). Effect of air-drying temperature on the quality of rehydrated dried red bell pepper (*Capsicum annuum* L.). *Food Chemistry*, 117(4), 647–653. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.05.061>

- Arce, L., Palacios, E., & Carrera, C. (2017). Efecto del secado en la calidad nutricional de papaya (*Carica papaya*) deshidratada. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 18(3), 55–62. https://doi.org/10.21930/rcta.vol18_num3_art:6
- Leal, M., Ramírez, C., & López, A. (2014). Optimización del proceso de deshidratación osmótica de la uva Crimson Seedless. *Revista Ciencia y Tecnología Agropecuaria*, 15(3), 55–62.
- Giraldo, G., Osorio, C., & Mejía, M. (2005). La deshidratación osmótica como pretratamiento en la conservación de mora y uchuva. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 58(2), 1023–1035.
- Enríquez, M. Á. (2019). Obtención de productos frutícolas deshidratados mediante el empleo de un secador solar con colector plano. Universidad Técnica Estatal de Quevedo.
- Codex Alimentarius. (1981). CODEX STAN 130-1981: Norma para las pasas (revisión 2013). FAO/OMS, Roma.
- Codex Alimentarius. (1985). CODEX STAN 1-1985: Norma general para el etiquetado de los alimentos preenvasados. FAO/OMS, Roma.
- Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (2012). INEN 2337: Frutas deshidratadas. Requisitos. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP). (2013). Reglamento Sanitario de Alimentos. Registro Oficial N.º 349. Quito, Ecuador.
- Ministerio de Salud Pública del Ecuador (MSP). (2015). Manual de Buenas Prácticas de Manufactura para Alimentos Procesados. Quito, Ecuador
- Ministerio de Agricultura y Ganadería del Ecuador (MAG). (2023). Boletín estadístico de producción frutícola nacional 2023. Quito: MAG.

ANEXOS

Figura 6.

Deshidratación del capulí

Peso del capulí antes del lavado



Separacion del capuli que no cumpla con los requisitos mencionados



Cuartiamiento del fruto



Peso del fruto despulpado



Proceso de deshidratación a las diferentes temperaturas



Se puede observar las 3 repeticiones que se realizo en las diferentes temperaturas



Peso del capulí deshidratado para identificar la perdida de humedad



Figura 7.

Análisis nutricionales

Preparacion de la muestra para realizar los analisis nutricionales mencionados en el documento.

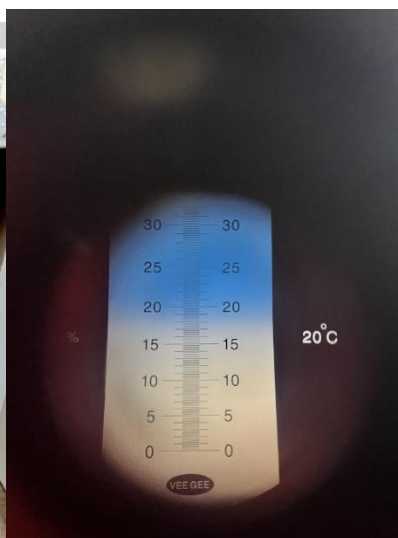




Figura 8.

Pruebas sensoriales

En la figura 8 se puede observar la manera en que se realizo la encuesta para determinar la aceptación del capulí deshidratado en la población mencionada anteriormente.



Se puede observar la encuesta sensorial que se aplico en una escala hedónica del 1 al 5

ENCUESTA DE EVALUACIÓN SENSORIAL DEL PRODUCTO

Instrucciones: A continuación, se le pide que evalúe las siguientes características del producto degustado. Marque con una 'X' la opción que mejor describa su percepción para cada atributo sensorial. Use la siguiente escala:

- 5 = Me gusta mucho
- 4 = Me gusta
- 3 = No me gusta ni me disgusta
- 2 = Me disgusta
- 1 = Me disgusta mucho

Atributo sensorial	1 Me disgusta mucho	2 Me disgusta	3 No me gusta ni me disgusta	4 Me gusta	5 Me gusta mucho
Color	☐	☐	☐	☐	☐
Aroma	☐	☐	☐	☐	☐
Sabor	☐	☐	☐	☐	☐
Textura	☐	☐	☐	☐	☐
Aceptación general	☐	☐	☐	☐	☐

Se adjunta el link de la encuesta realizada mediante la plataforma online de Google Forms, también se puede observar los resultado obtenido mediante la encuesta mencionada.

https://docs.google.com/forms/d/e/1FAIpQLSeVOK8z7aLQ0PLjZBKOnhjapo38f-lgx_w011Vp3elvOCst7Q/viewform?usp=header

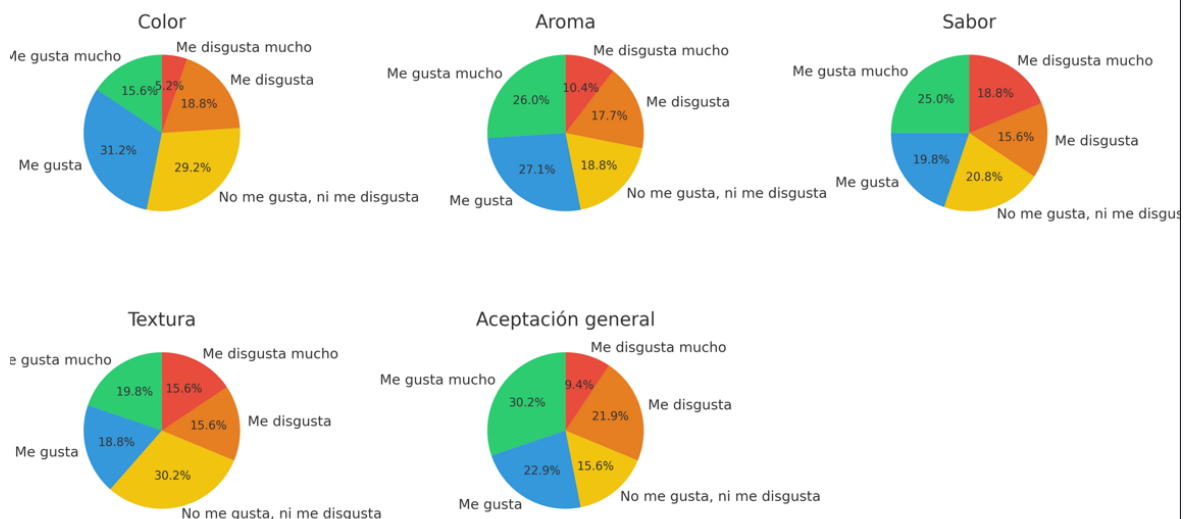


Figura 9.

Grafica de la regresión lineal

