UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA

CARRERA DE ALIMENTOS

Tema: Aprovechamiento de fresa (*Fragaria* sp.) de calidad no comercial para el desarrollo de una lámina de fruta

---

Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Propuesta Tecnológica, previo a la obtención de título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Autor: Welington Michael Lema Guanoluisa

Tutor: Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

Ambato – Ecuador

Febrero - 2025

APROBACIÓN DEL TUTOR

Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

CERTIFICA:

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

Ambato, 17 de enero de 2025



Firmado electrónicamente por:
MIRARI YOSUNE
ARANCIBIA SORIA

Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

1802142461

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Wellington Michael Lema Guanoluisa, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final del Trabajo de Titulación, Opción Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas bibliográficas.



Welington Michael Lema Guanoluisa

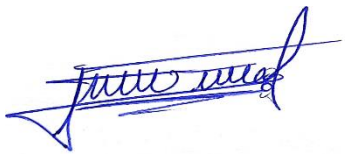
O5O3172603

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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



Welington Michael Lema Guanoluisa

O5O3172603

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

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

Para constancia firman:

Firmado electrónicamente por:
ESTEBAN MAURICIO FUENTES PEREZ

Presidente del Tribunal

Firmado electrónicamente por:
JACQUELINE DE LAS MERCEDES ORTIZ ESCOBAR

Dra, Jaqueline de la Mercedes Ortiz Escobar

1802171353

Firmado electrónicamente por:
LILIANA ALEXANDRA CERDA MEJIA

Dra, Liliana Alexandra Cerda Mejía

1804148086

Ambato, 30 de enero del 2025

DEDICATORIA

A mis padres Fernando y Susana por el apoyo incondicional brindado en toda mi trayectoria académica, a mi persona por no rendirme y ser constante para cumplir el sueño que tanto anhelado.

A mi Tía Celestina que siempre estuvo pendiente de mis estudios.

AGRADECIMIENTO

A Dios por brindarme salud y vida, lo que me ayudo a culminar con éxito mis estudios, me ayudo a levantarme en mis peores momentos y siempre estaré agradecido.

A la Facultad de ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología por permitirme formar académicamente y adquirir muchos conocimientos.

A todos mis docentes de la carrera de Ingeniería en Alimentos quienes con su experiencia me implementaron sabiduría en el proceso de cada clase.

A mis padres por el amor y esfuerzo que hicieron por darme los estudios que día a día sembraron mucha esperanza en mi ser, para poder obtener mi título universitario, siendo una fuente de inspiración en mi formación académica.

A mi amigo Santiago que fue mi compañero de aula y por ser el único que me apoyo en mis momentos difíciles de la carrera.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR i
AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN ii
DERECHOS DE AUTOR iii
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO iv
DEDICATORIA v
AGRADECIMIENTO vi
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS vii
ÍNDICE DE TABLAS ix
ÍNDICE DE FIGURAS x
RESUMEN EJECUTIVO xi
ABSTRACT xii
CAPITULO 1 MARCO TEORICO 1
1.1. Antecedentes investigativos 1
1.1.1. Justificación 1
1.1.2. Impactos económicos y ambientales 2
1.1.3. Fundamentación teórica 2
1.1.3.1. La fresa 2
1.1.3.2. Mercado nacional de la fresa 4
1.1.3.3. Fresas de calidad no comercial. 4
1.1.3.4. Desperdicio de alimentos en Ecuador 4
1.1.3.5. Láminas de fruta 4
1.1.4. Propiedades de textura y Elasticidad 6
1.1.4.1. Técnicas de secado e influencia en las propiedades sensoriales 6
1.2. Objetivos 8
1.2.1. Objetivo general 8
1.2.2. Objetivos específicos 8
CAPITULO II.- METODOLOGIA 9
2. Metodología 9
2.1. Métodos 9
2.1.1. Elaboración de la lámina de fresa 9
2.1.2. Preparación de materia prima 10
2.1.3. Deshidratación y empacado 10
2.1.4. Análisis sensorial 11

2.2. Determinación del mejor tratamiento 11
2.2.1. Diseño experimental 11
2.3. Análisis Físicos químicos 11
2.3.1. Contenido de Humedad, acidez titulable, pH y sólidos solubles 11
2.4. Contenido de ceniza 12
2.5. Contenido de grasa 13
2.6. Contenido de proteína 13
2.7. Contenido de carbohidratos 14
2.8. Contenido de fibra dietética. 14
2.8.1. Análisis de textura, color y espesor 15
2.8.2. Calidad microbiológica de las láminas de fruta. 15
Capitulo III.- RESULTADOS Y DISCUCIÓN 16
3.1. Selección del mejor tratamiento 17
3.1.1. Color 17
3.1.2. Olor 17
3.1.3. Textura 18
3.1.4. Sabor 18
3.1.5. Aceptabilidad general 18
3.2. Resultados obtenidos en la lámina deshidratada a 50 °C. 19
3.2.1 Textura 19
3.2.2. Color 20
3.2.3. Espesor 20
3.3. Parámetros fisicoquímicos 21
3.3.1. pH, Acidez titulable y solidos solubles. 21
3.4. Análisis microbiológicos 22
CAPITULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 23
4.1 Conclusiones 23
4.2. Recomendaciones 23
BIBLIOGRAFÍA 24

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Composición química y nutricional de la fresa. 3
Tabla 2. Formulación utilizada para el desarrollo de las láminas de fresa. 10
Tabla 3. Codificación de las muestras elaboradas. 11
Tabla 4. Análisis sensorial de lámina de fresa con tres temperaturas diferentes. 19
Tabla 5. Análisis de textura de lámina de fresa. 20
Tabla 6. Análisis de color de la lámina de fresa del mejor tratamiento**.** 20
Tabla 7. pH, Acidez titulable y solidos solubles. 21

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama de fl16ujo de la elaboración de la lámina de fresa. 9
Figura 2. Fotografía de las muestras de la lámina de fruta secadas a diferentes temperaturas… .. 16
Figura 3. Análisis sensorial obtenido de la lámina de fresa. 19

RESUMEN EJECUTIVO

Ecuador es reconocido por su rica diversidad frutícola y enfrenta el desafío de gestionar la sobreproducción estacional de frutas. El problema del desperdicio en frutas dentro de la cadena de suministros y consumo tiene un impacto socio-ambiental importante que afecta la población. Este estudio se enfocó en la revalorización de frutas de descarte como alternativa de prevención al desperdicio frutícola. A partir de este material de descarte se obtuvo láminas con excelentes características sensoriales y nutricionales mediante el secado por convección a diferentes temperaturas. Mediante un análisis de varianza se determinó que la mejor combinación temperatura y tiempo para el secado es 50 grados centígrados durante 8 horas. Este producto innovador presenta un gran potencial para la industria alimentaria, ofreciendo una alternativa saludable y sostenible. La producción de láminas de fresa deshidratada a partir de frutas no comerciales representa una solución viable para reducir el desperdicio alimentario y generar valor agregado. La cadena productiva debe escalar la producción y explorar nuevas aplicaciones de las láminas de fresa en la industria alimentaria.

Palabras clave: Fresa, pulpa de frutas, láminas de fruta, secado de alimentos, Evaluación sensorial, Análisis de alimentos.

ABSTRACT

Ecuador is recognized for its diverse fruit biodiversity and confronts the challenge of managing seasonal fruit overproduction. The issue of fruit waste in the supply and consumption chain has a significant socio-environmental impact that affects the population. This study focused on the revaluation of discarded fruit as an alternative to mitigate fruit waste. From this discarded material, sheets with excellent sensory and nutritional characteristics were obtained through convection drying at various temperatures. Through an analysis of variance, it was determined that the optimal combination of temperature and time for drying was 50 degrees Celsius for 8 hours. This innovative product demonstrates considerable potential for the food industry, offering a nutritious and sustainable alternative. The production of dehydrated strawberry slices from non-commercial fruits represents a viable solution to reduce food waste and generate added value. The production chain should scale up production and investigate novel applications for strawberry slices in the food industry.

Keywords: Strawberry, fruit pulp, fruit slices, food drying, Sensory evaluation, Food analysis.

CAPÍTULO I . -MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes investigativos

1.1.1. Justificación

En Ecuador, los productos agrícolas no comerciales representan una oportunidad significativa para abordar desafíos en sustentabilidad e innovación alimentaria. Diversos estudios han evidenciado que el aprovechamiento de frutas de menor calidad puede reducir el desperdicio alimentario, especialmente en frutas altamente perecederas como fresas, moras, mangos y peras. Este enfoque no solo contribuye a la sostenibilidad ambiental, sino que también mejora los ingresos de los productores, fomentando una economía circular y equitativa.

La riqueza frutícola del país enfrenta el desafío de gestionar la sobreproducción estacional. Una parte considerable se desperdicia debido a un bajo consumo local, lo que genera pérdidas económicas significativas y obstaculiza el avance de la economía circular **(Moreno & Dries, 2024).** Para mitigar este problema, se han explorado estrategias para transformar frutas no comercializadas en productos procesados como jugos, mermeladas y snacks. Estas iniciativas no solo reducen el desperdicio alimentario, sino que también promueven la sostenibilidad y crean nuevas oportunidades de negocio **(Pilaquinga, 2020).**

El uso de fresas (*Fragaria* sp.) de calidad no comercial para elaborar láminas de fruta es una de las estrategias más prometedoras. Según **Giacalone et al. (2019),** este enfoque aumenta la eficiencia en el uso de cultivos, aunque enfrenta retos relacionados con la estandarización de la calidad y el acceso a mercados. Por su parte, **Pacheco et al. (2022)** destacan que el desarrollo de tecnologías alimentarias adecuadas ha mejorado parcialmente la competitividad de estos productos, abriendo nuevas oportunidades en el mercado.

La documentación científica coincide en que la reducción del desperdicio alimentario es una prioridad global. Sin embargo, la innovación en este campo también depende de comprender las preferencias de los consumidores. Según **Ciurzyńska et al. (2019),** los consumidores valoran productos que, además de ser prácticos, ofrezcan beneficios nutricionales. Esto sugiere que transformar frutas de menor calidad en snacks atractivos y saludables podría aumentar su aceptación y consumo **(Estrada et al., 2020).**

1.1.2. Impactos económicos y ambientales

Los beneficios económicos del aprovechamiento de frutas no comerciales son significativos. Estudios como el de **Prana et al. (2017)** subrayan que las frutas rechazadas por no cumplir estándares de mercado encierran un potencial nutritivo y económico considerable. Su transformación en productos innovadores no solo genera nuevas fuentes de ingreso para los pequeños agricultores, sino que también disminuye la dependencia de intermediarios y fomenta la equidad entre productores de diferentes escalas **(Carrera & Angélica, 2018).**

Por otro lado, la producción de fresas no está exenta de impactos ambientales. Estudios recientes indican que el cultivo de fresas contribuye significativamente al agotamiento de recursos naturales y a la emisión de gases de efecto invernadero, como el metano, lo que acelera el cambio climático. Estas evidencias resaltan la necesidad de adoptar modelos sostenibles que integren prácticas agrícolas responsables y estrategias de aprovechamiento de frutas no comerciales.

En conclusión, el aprovechamiento de frutas no comerciales, como las fresas de menor calidad, representa una vía prometedora para reducir el desperdicio alimentario, promover la sustentabilidad y generar valor económico. No obstante, persisten desafíos relacionados con la aceptación del consumidor, la estandarización de procesos y la mitigación de impactos ambientales, lo que abre un campo amplio para la investigación y la innovación.

1.1.3. Fundamentación teórica

1.1.3.1. La fresa

La fresa (*Fragaria* sp.) es una planta botánica perteneciente a la familia de las rosáceas. Su fruto, de un característico color rojo brillante, es dulce, carnoso y presenta un aroma distintivo que lo hace altamente atractivo para los consumidores **(Saldaña, 2023).** Es originaria de zonas templadas de América, Asia y Europa **(Kirschbaum, 2022).**

En Ecuador, la producción de fresas alcanza un promedio de 16,27 toneladas por hectárea (T/Ha), concentrándose principalmente en la región sierra, a altitudes que van desde los 1.300 hasta los 3.600 metros sobre el nivel del mar (m.s.n.m.) y temperaturas promedio de 15 °C. Entre las variedades cultivadas destacan Oso Grande, Diamante, Albión y Monterrey, que comparten características similares en peso y textura. La mayor área de cultivo se encuentra en la provincia de Pichincha, con

400 hectáreas, seguida de Tungurahua con 240 hectáreas, y otras provincias como Imbabura, Cotopaxi, Chimborazo y Azuay, que cuentan con aproximadamente 40 hectáreas cada una **(La frutilla es un cultivo rentable, 2011).**

La fresa es una fruta con numerosos beneficios para la salud. Es rica en vitamina C (20 a 70 mg por 100 g) (Tabla 1.), tiene un bajo aporte calórico y contribuye al equilibrio fisiológico. Además, su consumo regular ayuda a reducir el riesgo de enfermedades crónicas como la diabetes y ciertos tipos de cáncer. Sin embargo, su valor nutricional varía dependiendo de factores como la variedad, las condiciones climáticas y la calidad del suelo **(Mixquititla et al., 2020).**

Tabla 1.

Composición química y nutricional de la fresa.

Componente	Valor para 100 g de fruto
Agua	84-89
Hidratos de carbono	5-10
Proteína	0,5-0,9
Grasa	0,1-0,4
Cenizas	1-3
Calorías	37 kcal
Vitamina A	60 UI
Vitamina C	20-70mg
Tiamina	0,03mg
Riboflavina	0,07mg
Niacina	0,6mg
Hierro	1 mg
Sodio	1mg
Potasio	164mg
Calcio	21mg
Fósforo	21mg

Fuente:(Silvia & Robert, 2013)

1.1.3.2. Mercado nacional de la fresa

En Ecuador, el 55% de la producción de fresas se distribuye en su estado fresco, lo que equivale aproximadamente a 45.000 toneladas. Un 25% de la producción está destinado a mercados de pulpas y deshidratados, mientras que el 20% restante se comercializa para la elaboración de mermeladas y otros productos procesados. Sin embargo, debido a su corta vida útil, la comercialización de fresas enfrenta desafíos significativos. En este contexto, la implementación de cadenas de frío, junto con nuevas tecnologías de procesamiento y conservación, se presenta como una solución estratégica para optimizar la distribución tanto de fresas de calidad comercial como de aquellas consideradas no comerciales **(El Campo es de todos, 2021).**

1.1.3.3. Fresas de calidad no comercial.

A pesar de no cumplir con los estándares estéticos exigidos por los mercados premium, el valor nutricional de las fresas no comerciales es equivalente al de las fresas de alta calidad. La diferencia radica únicamente en el aspecto visual, aunque factores como las condiciones de crecimiento, madurez y un control riguroso durante la postcosecha resultan cruciales para obtener productos destinados a supermercados exclusivos. Estas características no afectan el contenido nutricional del producto, pero destacan la oportunidad de explorar nuevos mercados y aplicaciones para estas fresas **(Guenera, 2021).**

1.1.3.4. Desperdicio de alimentos en Ecuador

Según datos de la **FAO. (2023)** a nivel mundial se desperdicia aproximadamente un 14% de los alimentos durante los procesos de comercialización y un 17% en los hogares, debido principalmente a condiciones de almacenamiento inadecuadas. Estas pérdidas afectan especialmente a alimentos ricos en nutrientes, como frutas y verduras **(FAO, 2019).**

1.1.3.5. Láminas de fruta

Las láminas de fruta, conocidas también como barras de fruta o rollos vegetales, son productos de confitería elaborados a partir de pulpas o concentrados de frutas. Pueden fabricarse utilizando una sola fruta o mezclando diferentes variedades, con o sin la adición de espesantes. Estas láminas se

posicionan como un refrigerio práctico y saludable, cuya producción se puede optimizar incorporando ingredientes como almidón, gomas, alginato, gelatina, pectina o derivados de celulosa. Estos aditivos facilitan la extensión de la pulpa y mejoran el proceso de secado. Además, el uso de conservantes como el ácido sórbico, junto con aditivos funcionales como prebióticos, contribuye a la estabilidad del producto, mejorando sus propiedades fisicoquímicas, nutricionales y sensoriales **(Muriel, 2013)**. Con un bajo contenido de humedad (5,4-25% en base húmeda), actividad de agua intermedia (0,31-0,71) y un pH que varía entre 3,2 y 5,8, las láminas de fruta ofrecen una textura masticable similar a la de la fruta deshidratada. Estas láminas son naturalmente bajas en grasa, ricas en fibra, carbohidratos, minerales, vitaminas y antioxidantes. Su ligereza, junto con su facilidad de empacado y almacenamiento, las convierten en un producto atractivo para el mercado **(Diamante et al., 2014a; Madubashini et al., 2022).**

1.1.3.6. Una solución sostenible para frutas no comercializadas

Las láminas de fruta representan una alternativa económica e innovadora para el aprovechamiento de frutas no comercializadas, reduciendo el desperdicio alimentario al tiempo que añaden valor nutricional. Su elaboración comienza con la pulpa de fruta y un edulcorante, que se procesan mediante técnicas de vertido y secado para formar láminas delgadas de fruta deshidratada. Durante su producción, factores fisicoquímicos como el color, la actividad de agua y la textura pueden verse influenciados por las condiciones de secado y la temperatura. Asimismo, el contenido nutricional, que incluye antioxidantes, compuestos fenólicos y vitamina C, puede alterarse dependiendo del proceso empleado. La calidad de las láminas de fruta se evalúa mediante parámetros como el pH, la acidez total, los grados Brix, la humedad, los azúcares reductores y el contenido total de compuestos fenólicos. Además, las propiedades sensoriales —olor, sabor y textura— son determinantes para su aceptación por parte de los consumidores. Evaluar estos aspectos resulta esencial para garantizar la producción de láminas de fruta de alta calidad y competitividad en el mercado **(Sparsh & Neha, 2023).**

1.1.3.7. Miel de abeja como edulcorante y conservante natural

Para enriquecer las propiedades nutricionales y funcionales de las láminas de fruta, la miel de abeja se presenta como un ingrediente valioso. Este alimento, compuesto por un 38% de fructosa, un 31% de glucosa, agua, enzimas, proteínas, aminoácidos, vitaminas, ácidos orgánicos, carotenoides y compuestos fenólicos, no solo actúa como un edulcorante natural, sino que también ofrece beneficios

terapéuticos **(Castilla & Alvarado, 2016; Mera et al., 2022)** . La miel es una rica fuente de antioxidantes, tanto enzimáticos como no enzimáticos, incluyendo ácido ascórbico, tocoferoles, catalasa (CAT), dismutasa de peróxido (SOD), glutatión reducido (GSH) y flavonoides como la quercetina, además de ácidos fenólicos. Investigaciones han demostrado que las mieles oscuras poseen un mayor poder antioxidante debido a su alta concentración de flavonoides y taninos **(Castilla & Alvarado, 2016).**

Además de sus propiedades nutricionales, la miel actúa como conservante natural al inhibir el pardeamiento en frutas y vegetales y retardar la oxidación lipídica en productos de origen animal. Por estas razones, su uso en la elaboración de alimentos ha aumentado significativamente, no solo para mejorar la calidad y frescura de los productos, sino también para prolongar su vida útil y satisfacer las demandas de los consumidores **(Cajacuri et al., 2017).**

1.1.3.8. Pectinas: estructura y funcionalidad

Las pectinas, compuestos presentes en las paredes celulares de frutas y plantas, se forman durante su desarrollo y desempeñan un papel clave en la estructura de los tejidos vegetales. En presencia de azúcares, calor y un medio ácido débil, las pectinas tienen la capacidad de generar gelatinas, lo que las convierte en un ingrediente esencial para mejorar la textura de las láminas de fruta **(Escudero & González, 2006)**. Al interactuar con la celulosa, las pectinas permiten que las paredes celulares absorban grandes cantidades de agua **(Ippa, 2021).** Mientras que la celulosa aporta rigidez, las pectinas confieren flexibilidad y textura, lo que resulta crucial para la calidad final del producto **(Montilla, 2022).**

1.1.4. Propiedades de textura y Elasticidad

1.1.4.1. Técnicas de secado e influencia en las propiedades sensoriales

La textura elástica de la lámina de fruta está influenciada por la formación de un gel compuesto de pectina, ácido, agua y azúcar. Esta mezcla previene su endurecimiento durante el almacenamiento, proporcionando una textura elástica, un sabor distintivo y un contenido de humedad específico. Este tratamiento es particularmente beneficioso para alimentos mínimamente procesados, ya que permite conservar la firmeza y la textura ideal de la lámina de fruta. La elasticidad se define como la capacidad del producto para comprimirse, deformarse y luego recuperar su forma original tras la compresión **(Sukasih & Widayanti, 2022b).**

La lámina de fruta se elabora a partir de fresas frescas, sanas, maduras y previamente desinfectadas, que son trituradas, coladas y posteriormente empacadas y almacenadas en condiciones higiénicas. Tras un proceso de pasteurización, el producto adquiere un color rojo homogéneo característico, aunque pueden observarse ligeros cambios por oxidación. Su aroma evoca fresas maduras y saludables, mientras que su sabor combina armoniosamente notas ácidas y dulces.

El contenido de humedad de la lámina de fruta varía entre el 10% y el 20%, con una actividad de agua inferior a 0,7. Estas características le confieren una textura masticable, adecuada para su consumo directo. Para la elaboración de láminas de fruta tradicionales, se emplean técnicas de secado como la exposición a la luz solar, uno de los métodos más comunes. Entre los procesos más utilizados destaca el secado por deshidratación, que consiste en la eliminación de humedad del alimento. Este procedimiento puede realizarse mediante secado solar, al vacío, por microondas o en horno caliente. Es crucial realizar el secado a temperaturas inferiores a 80 °C para garantizar una mejor calidad en el producto final, conservando tanto los compuestos nutricionales como las propiedades sensoriales de la fruta. Además, este proceso inhibe el crecimiento de microorganismos y las reacciones enzimáticas que podrían deteriorar el alimento. Sin embargo, el calor puede tener efectos negativos, como la reducción del contenido de vitamina C y algunos compuestos fenólicos en las fresas **(Sukasih & Widayanti, 2022a).**

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

Desarrollar una lámina de fruta mediante el aprovechamiento de fresa (*Fragaria* sp.) de calidad no comercial.

1.2.2. Objetivos específicos

- Desarrollar una lámina de fruta a diferentes temperaturas de secado a partir de fresa.
- Evaluar la calidad sensorial de las láminas obtenidas.
- Determinar las propiedades fisicoquímicas y tecnofuncionales y microbiológicas de la lámina seleccionada a través de la evaluación sensorial.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2. Metodología

El presente trabajo de titulación se realizó en la planta piloto y laboratorios de Unidad Operativa de la Dirección de Investigación y Desarrollo (UODIDE-ICIA), Laboratorios de control y Análisis de Alimentos (LACONAL) y en los laboratorios académicos pertenecientes a la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología (FCIAB) de la Universidad Técnica de Ambato, a continuación, se enlista el material fungible, equipos y reactivos que se utilizaron durante la investigación. Se utilizó fresa (*Fragaria* sp.) de calidad no comercial para aprovechar sus características como aroma, sabor, color y textura jugosa **(Flórez & Montes, 2022)**. La fresa fue adquirida en el mercado mayorista de la ciudad Latacunga, luego fue lavada, se retiraron los pedúnculos y se pesó el material obtenido. La miel fue adquirida de un supermercado de la ciudad de Ambato.

2.1. Métodos

2.1.1. Elaboración de la lámina de fresa

El proceso se muestra en la Figura 1.

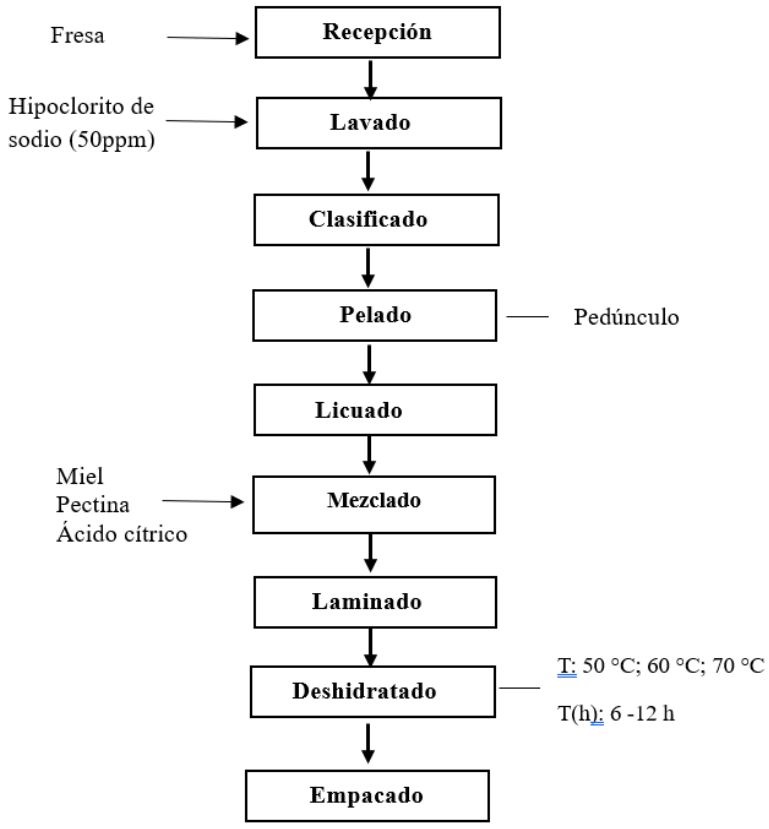


Figura 1. Diagrama de flujo para la elaboración de la lámina de fresa.

2.1.2. Preparación de materia prima

La fresa se lavó con solución acuosa de hipoclorito de sodio (10 ppm) durante 2 minutos. La fresa se trituró con ayuda de un procesador de alimentos hasta obtener un puré. Se mezcló el puré de fresa de calidad no comercial edulcorado con la miel de abeja, pectina y ácido cítrico en una proporción de 200: 40: 2: 1 (respectivamente) (Tabla 2) **(Lee and Hsieh, 2008).**

Tabla 2.
Formulación utilizada para el desarrollo de las láminas de fresa.

Tratamiento	Fresa (%)	Miel (%)	Pectina (%)	ácido cítrico (%)
$T_{1=}$	80% fresa	15% Miel;	4% Pectina	1% ácido cítrico
$T_{2=}$	80% fresa	15% Miel;	4% Pectina	1% ácido cítrico
$T_{3=}$	80% fresa	15% Miel;	4% Pectina	1% ácido cítrico

Elaborado por: Welington Lema

2.1.3. Deshidratación y empacado

La mezcla se extendió en una capa delgada sobre una bandeja de aluminio con un tapete antiadherente. Posteriormente se secó en un deshidratador por convección a 50 °C, 60 °C y 70 °C **(Lee and Hsieh, 2008).** El tiempo de secado se registró una vez alcanzado un contenido de humedad seguro del 12% (en peso), posteriormente se empacó en bolsas Ziploc® asignando códigos a cada muestra conforme la Tabla 3.

Tabla 3.

Codificación de las muestras elaboradas.

TRATAMIENTOS	CÓDIGO
T_1	LF-204
T_2	LF-302
T_3	LF-506

Elaborado por: Welington Lema

2.1.4. Análisis sensorial

Se llevó a cabo un análisis efectivo con la participación de 20 catadores semientrenados quienes probaron las muestras para determinar el nivel de aceptación. Cada panelista recibió tres muestras correspondientes a cada lámina de fruta con base a una encuesta en escala hedónica de 1 a 5 puntos, donde se describió las características de la lámina de fruta como aroma, sabor, textura y color con intervalos de (1) me disgusta mucho (2) me disgusta, (3) no me gusta ni me disgusta, (4) me gusta y (5) me gusta mucho **(Telenchana, 2017).**

2.2. Determinación del mejor tratamiento

2.2.1. Diseño experimental

El análisis estadístico se realizó con un diseño completamente al azar (DCA), considerando cada temperatura de secado como un tratamiento. Finalmente se realizó una prueba de comparaciones múltiples de Tukey.

2.3. Análisis Físicos químicos

2.3.1. Contenido de Humedad, acidez titulable, pH y sólidos solubles

El contenido de humedad se determinó mediante secado de las láminas de fruta. Para ello se pesó de aproximadamente 10 g de muestra a 105 °C en una estufa de aire forzado **(Biobase, EE. UU.)** durante 24 horas **(AOAC. 925.10,2005).** La acidez titulable se determinó a partir de 10 ml de muestra diluida con 50 ml de agua, titulada con NaOH 0,1 N y calculada como porcentaje de ácido

cítrico. Los sólidos solubles totales se determinaron con un refractómetro Abbe a 20 °C y el pH se determinó utilizando un medidor de pH por solubilización en agua de la lámina de fruta obtenida **(NTE INEN-ISO 1842, 2013).**

$$\%Materia\ Seca = \frac{P_f - P_v}{Pm} + 100$$

Ecuación (1).

$$\%Humedad = 100 - \%Materia\ seca$$

Donde:

$\boldsymbol{P_f}$: Peso final de la placa más la muestra en g.

$\boldsymbol{P_v}$**:** Peso de la placa vacía en g.

$\boldsymbol{P_m}$: Peso del crisol más la muestra en g.

2.4. Contenido de ceniza

El ensayo se llevó a cabo conforme a la Norma Técnica Ecuatoriana **(INEN-ISO 5520, 2014)**. Las muestras se mantuvieron en frascos herméticos, limpios y secos. Luego, se calentó el crisol vacío en una mufla a 550 °C durante 30 minutos. Después, se dejó enfriar en un desecador y se pesó con una precisión de 0.1 mg. A continuación, se transfirió el crisol y se pesó 5 g de la muestra. El crisol con la muestra se colocó cerca de la puerta de la mufla durante varios minutos para evitar pérdidas por dispersión del material. Una vez que la muestra estuvo lista, se dejó en la mufla a 550 °C hasta que la ceniza sea de color blanco o gris claro. Finalmente, se colocó el crisol en un desecador hasta que se enfrió y se registró el peso. Este procedimiento se realizó al menos por triplicado y se calculó utilizando la ecuación correspondiente.

$$\%\ ceniza = \frac{C_3 - C_1}{C_2 - C_1} * 100$$

Ecuación (2).

Donde:

$\boldsymbol{C_1}$: Peso de crisol vacío(g).

$\boldsymbol{C_2}$: Peso del crisol + la muestra (g).

$\boldsymbol{C_3}$:Peso de crisol + Cenizas (g).

2.5. Contenido de grasa

Se pesó 5 gramos de la muestra ya desecada y se armó el cartucho, el cual se colocó en el interior del extractor Soxhlet. Luego, se secó en un matraz de 250 ml en una campana de desecación (CD). Posteriormente, se pesó y se adaptó al extractor. En el matraz, se agregó 80 ml de éter de petróleo y se conectó al Soxhlet. Se realizó la extracción por reflujo durante 5 horas. Luego, se destiló el éter y el contenido obtenido se colocó en un matraz, llevándolo a la estufa a 105 °C por 3 horas. Se dejó enfriar el matraz y se pesó el contenido. El matraz y su contenido se colocó nuevamente en la estufa por 30 minutos, hasta obtener un peso constante **(AOAC920.39,1990).**

$$\%\boldsymbol{G}rasa = \frac{P_1 - P_2}{P} * 100$$

Ecuación (3).

Donde:

$\boldsymbol{P_1}$: Peso en g del residuo de la grasa.

$\boldsymbol{P_2}$**:** Peso en g del matraz Soxhlet vacío.

P: Peso en g de la muestra.

2.6. Contenido de proteína

Se pesó 0,1 g de lámina de fruta y se colocó en un matraz Kjeldahl. Posteriormente, se pesó 1 g del catalizador y se añadió al matraz que contiene la muestra. Se agregó 3 ml de ácido sulfúrico y se agitó bien. Luego, el matraz se trasladó al digestor hasta que la solución adquiera una tonalidad verde esmeralda. En el siguiente paso se enfrió la solución y se destiló. Posteriormente, se colocó la solución destilada en un balón Kjeldahl. Se agregó 5 ml de ácido bórico al 14% a un matraz Erlenmeyer, junto con 3 gotas de rojo de metilo. En este proceso, se obtuvo un destilado de 50 ml que presentó un color amarillo. Para finalizar el proceso, se tituló con ácido clorhídrico 0,1 N y se observó un color rojo grosella., finalmente se registró los ml gastados y se calculó mediante la siguiente ecuación **(Castelo & Neciosup, 2016).**

$$\%N = \frac{V * N + Meq}{Peso\ de\ la\ muestra}$$

$$\%P = \%N * F$$

Ecuación (4).

Donde:

$\boldsymbol{V}$: ml gastado en la titulación.

$\boldsymbol{N}$: Normalidad de ácido clorhídrico.

$\boldsymbol{Meq}$: Miliequivalente del nitrógeno (0.014).

$\%\boldsymbol{N}$: Porcentaje de nitrógeno.

$\%\boldsymbol{P}$: Porcentaje de proteína.

$\boldsymbol{F}$: Factor de conversión del nitrógeno a proteína.

2.7. Contenido de carbohidratos

Los carbohidratos se determinaron por diferencia después de obtener los resultados de los principales componentes del alimento **(Salvatierra, 2015).**

$$\%Carbohidratos = 100 - \%H - \%P - \%L - \%M$$

Ecuación (5).

Donde:

$\%\boldsymbol{H}$: Porcentaje de Humedad.

$\%\boldsymbol{P}$: Porcentaje de proteína.

$\%\boldsymbol{L}$: Porcentaje de lípidos (grasa).

$\%\boldsymbol{M}$: Porcentaje de Minerales(ceniza).

2.8. Contenido de fibra dietética.

En la primera digestión se utilizó 1 g de la muestra extraída durante la extracción de grasa y se colocó en un vaso de precipitado de 500 ml. Se añadió 200 ml de ácido sulfúrico (H_2SO_4) al 1.25%, se calentó hasta llegar a punto de ebullición por 30 minutos. Después se pesó el papel que se filtró y se colocó en el equipo para filtrar. Se utilizó un embudo tipo Bush lavada con agua destilada para la filtración en un matraz y se neutralizó la acidez.

Para la segunda digestión se agregó 200 ml de N_aOH 1.25% y se trasladó a ebullición por 30 minutos. Luego se realizó un filtrado al vacío y se enjuagó con agua destilada caliente, seguidamente se colocó

en la estufa se a 105°C por 2 horas. Pasado el tiempo requerido se retiró la estufa y se llevó al desecador por 10 minutos, se pesó y se registró el peso1. Finalmente se llevó a la mufla a 550°C por 4 horas, y se registró el peso 2 **(Castelo & Neciosup, 2016).**

Para el cálculo se usa la siguiente ecuación:

$$\% \, Fibra = \frac{Peso \, de \, residuo - Peso \, de \, Ceniza}{Peso \, de \, muestra} * 100$$

Ecuación (6).

2.8.1. Análisis de textura, color y espesor

Se utilizó un analizador de textura con microsistema estable TX100 (Brookfield, EE. UU.) y se determinó la dureza (g/f). El color de la lámina se determinó en cuatro puntos de cada lado plano de la fruta utilizando un colorímetro Lovibond. El valor (L*) representará la luminosidad de la fruta, donde 0 = negro y 100 = blanco, pero el valor (a*) variante de la escala negativa (verde) a la positiva (roja) y el valor (b*) de negativo (azul) a positivo (amarillo). El espesor se determinará utilizando un micrómetro con mediciones en al menos 8 partes de la lámina de fruta **(AOAC 942.15, 2005).**

Donde:

$$A = \frac{(V_1 * N_1 * M) * 10}{V_2}$$

Ecuación (7).

$\boldsymbol{A}$: son los g del ácido en 100 ml del producto.

$\boldsymbol{V_1}$: Son los ml de hidróxido de sodio (N_aOH) parala titulación.

$\boldsymbol{N_1}$: La normalidad de hidróxido de sodio (N_aOH).

$\boldsymbol{M}$**:** Peso molecular del ácido utilizado como referencia.

$\boldsymbol{V_2}$: Volumen de la alícuota de la muestra.

2.8.2. Calidad microbiológica de las láminas de fruta.

Los ensayos para la determinación de la vida útil se realizaron mediante recuentos a los días 1 (204), 8(205) y 30 (206) momentos en cual se detuvo el experimento.

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUCIÓN

La producción de láminas de fresa es un proceso que inicia con la selección de frutos maduros que no son comercializados en el mercado ecuatoriano. Posteriormente, se realiza una limpieza y desinfección con cloro a una concentración de 5 ppm para prevenir el crecimiento de agentes patógenos. El despulpado y la adición de conservantes son pasos esenciales para garantizar la preservación del producto. La deshidratación, llevada a cabo mediante aire caliente, es una etapa crítica para eliminar el agua y obtener el producto final. Factores como la temperatura y el tiempo de secado son determinantes, ya que impactan tanto la calidad sensorial como nutricional del producto**.** Según **Shere et al. (2023)**, se evaluaron tres temperaturas óptimas para este proceso: 50, 60 y 70 °C, logrando láminas de fresa con un contenido de humedad entre 16.32% y 19.13%. En la figura 2 se presentan las tres láminas obtenidas, las cuales no muestran diferencias visuales evidentes.

		
50 °C (T1)	60 °C (T2)	T3 (70 °C)

Figura 2. Fotografía de las muestras de la lámina de fruta secadas a diferentes temperaturas.

Según Naz (2019), el efecto del secado con aire caliente sobre el color y observó que las pérdidas en la actividad antioxidante en láminas de manzana, con y sin conservantes, dependen más de la temperatura de secado que del tiempo. El tratamiento 1 requirió 6 horas de secado, el tratamiento 2 tomó 7 horas y el tratamiento 3, 8 horas. Estas variaciones afectaron las propiedades sensoriales y funcionales del producto, aunque los cambios no fueron fácilmente perceptibles.

De acuerdo con **Diamante et al. (2014b)** temperaturas de secado elevadas, como 70 °C (T1), pueden destruir componentes clave como la vitamina C y alterar la textura. En un estudio sobre láminas de mango**, Chen & Martynenko. (2018)** observaron que temperaturas extremas de 300 - 400 °C en horno producen efectos indeseables en la calidad del producto. De ahí que el control de temperatura es crucial. Los cambios observados en el color, la textura, el sabor, el olor y las propiedades fisicoquímicas son consecuencia de múltiples reacciones químicas y bioquímicas, como la

desnaturalización de compuestos bioactivos **(Basdemir et al., 2024).** Durante el secado, las láminas experimentaron cristalización y encogimiento. Asimismo, un tiempo de secado excesivo provocó deterioro del producto. **Según Bandaru & Bakshi, (2020b),** la técnica de secado consiste en aplicar calor al material húmedo para provocar la vaporización de su humedad. Existen diversos métodos de secado basados en la transferencia de calor, pero el color sigue siendo uno de los parámetros más importantes para garantizar la aceptación del producto por parte de los consumidores **(Vu et al., 2023).**

3.1. Selección del mejor tratamiento

3.1.1. Color

La muestra de lámina (T1) recibió la puntuación más alta (4.3 ± 0.8426), lo que indica una apariencia superior (tabla 4). Entre las formulaciones experimentales, T2: LF-302 obtuvo una puntuación ligeramente superior (3,95±0.9420) que T3: LF-506 (3.75±0.9420). El color es un parámetro importante en el secado debido a que se pierde los pigmentos naturales como las antocianinas responsables del color rojo característico. Otro factor importante es la temperatura alta de secado, debido a que aceleran las recciones químicas y degradaciones de pigmentos **(Guanochanga, 2021).** La incorporación de miel y ácido cítrico demostró ser efectiva en la preservación del color, ya que no se observaron diferencias significativas en los tres tratamientos (figura 3).

3.1.2. Olor

La muestra del T1: LF 204 tuvo la calificación de olor más alta (4.1+ 0.9734), superando significativamente a T2: LF-302 (3.65±0.7921) (tabla 3). En T3: LF-506 (3.8±0.9797) obtuvo la calificación menor (1,9 ± 0,718), con una aceptabilidad intermedia. Dentro del rango de temperaturas evaluado, no se observaron variaciones significativas en las características olfativas de las muestras (figura 4). Esto es adecuado por las condiciones térmicas empleadas, favoreciendo a la volatilidad de los compuestos aromáticos y contribuyendo a la estabilidad del perfil sensorial a lo largo del tiempo **(Wexler & Alvarado, 2024).**

3.1.3. Textura

En la figura 3 el análisis no reveló diferencias significativas entre los tratamientos de secado. Las puntuaciones de textura fueron similares en todas las formulaciones. En la tabla 4 las puntuaciones oscilaron entre (3.95±0.8046), (3.7±0.9539) y (3.35±0,7921) lo que sugiere diferencias mínimas en la sensación en boca. Esto se debe posiblemente a la buena uniformidad de la pulpa deshidratada **(Alvis-Bermudez et al., 2016).** Es importante destacar que el proceso de secado convectivo inevitablemente induce cambios en la estructura celular de la fruta. Lo que puede alterar propiedades como la dureza y la gomosidad **(Gamboa & Campañone, 2018).**

3.1.4. Sabor

En la tabla 4 muestra que (T1) alcanzó la puntuación más alta (4.15±0.7921), superando significativamente a T2: LF-302 (3.9±0.7681). La muestra experimental T3: LF-506 obtuvo una puntuación menor respectivamente de (3.65±0.9096). Pero no existió diferencias significativas mediante el análisis estadístico (figura 3). Según **Salvador et al. (2022)** los ésteres, los ácidos orgánicos y compuesto volátiles se conservan mejor cuando el tratamiento de secado se realiza a bajas temperaturas.

3.1.5. Aceptabilidad general

En la tabla 4 se puede observar que existieron diferencias significativas. Utilizando el diseño completamente aleatorio (DCA), indicó que existen diferencias significativas entre los tres tratamientos, a través del análisis comparativo TUKEY. La muestra comercial (T1) obtuvo la puntuación más alta (4.1+0.7681), lo que refleja su perfil sensorial completo. Entre las formulaciones experimentales, T2: LF-302 (3.85+0.7262) obtuvo una puntuación ligeramente superior a T3: LF-506 (3.7+1.004) (figura 3). Los resultados obtenidos del análisis estadístico, aplicando un diseño completamente aleatorio (DCA), en láminas de fresa se obtuvieron diferencias significativas y se seleccionó la muestra LF-204 correspondiente a la temperatura de secado de 50 °C (tabla 4) para los ensayos de caracterización posteriores.

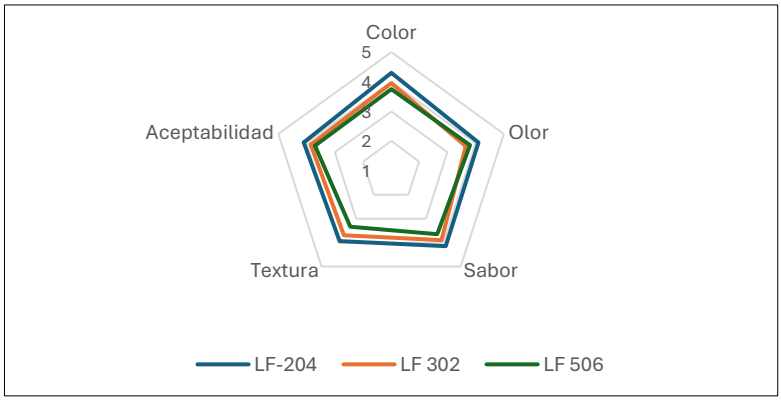


Figura 3. Resultados del análisis sensorial de la lámina de fresa a 50 °C.

Tabla 4.

Análisis sensorial de lámina de fresa con tres temperaturas diferentes.

Atributo	T1: LF-204	T2: LF-302	T3: LF-506
Color	4.3 ± 0.8426[a]	3,95±0.9420[b]	3.75±0.9420[b]
Olor	4.1+ 0.9734[a]	3.65±0.7921[b]	3.8±0.9797[b]
Sabor	4.15±0.7921[a]	3.9±0.7681[b]	3.65±0.9096[b]
Textura	3.95±0.8046[a]	3.7±0.9539[b]	3.35±0,7921[b]
Aceptabilidad	4.1+0.7681[a]	3.85+0.7262[b]	3.7+1.004[b]

Letras (a,b) distintas representan diferencias significativas entre muestras (p≤0,05).

3.2. Resultados obtenidos en la lámina deshidratada a 50 °C.

3.2.1 Textura

La **Tabla 5** muestra los resultados obtenidos al evaluar la fuerza de ruptura (N) y la elasticidad (mm) de las láminas de fresa. Se observó que estas láminas mostraron una mayor deformación, atribuida a su alto contenido de fibra, lo que les confiere mayor firmeza y dureza. El proceso de deshidratación contribuyó a este efecto al provocar el encogimiento de los tejidos vegetales, resultando en una textura más compacta y firme **(Telenchana et al., 2017) .** El pico de carga de 7,83 Newtons indica que las láminas son relativamente resistentes a la compresión, una característica que favorece su transporte y manejo. Sin embargo, la carga final, con valores de 0,05 ± 0,065 Newtons, es significativamente menor. Esto se debe a que, durante la deshidratación, las láminas pierden parte de su capacidad para soportar cargas adicionales **(Ribes, 2020).** En cuanto a la elasticidad, se obtuvo un valor de 4.5 mm, inferior a lo reportado por **Cuevas, (2012),** para el tomate de árbol (152.5 g y -

4.99 mm). Esta diferencia podría explicarse por la presencia de aquenios en las fresas, los cuales afectan su resistencia a la tensión, haciéndolas menos elásticas en comparación con otras frutas.

Tabla 5.

Análisis de textura de lámina de fresa a 50 °C.

Textura	**Pico carga± DE**	**Carga final± DE**
Promedio	7.83±0.30	0.05±0.065

Nota: Valores expresados como media ± desviación estándar, N=20

3.2.2. Color

En la **tabla 6** se muestra el análisis de color dónde L^* representa la luminosidad, a^* representa la tendencia al color verde y b^* la tendencia al color amarillo del producto. Los resultados obtenidos son similares a los descritos por **Brudzyńska et al. (2022)** donde las muestras se tomaron antes del almacenamiento y después del almacenamiento.

Tabla 6.

Análisis de color de la lámina de fresa del mejor tratamiento**.**

Color	Promedio± DE
L^*	31.73 ± 2.2
a^*	33.32 ± 2.88
b^*	15.5 ± 2.86

Nota: Valores expresados como media ± desviación estándar, N=12

3.2.3. Espesor

Para determinar el espesor de las láminas de fresa, se realizaron mediciones con un micrómetro, en 20 puntos diferentes, obteniendo una media de 0.8255 mm. Estos resultados fueron similares a los reportados por **Cerquera-Peña et al. (2013).** La lámina producida tiene una estructura delgada y plana, caracterizándose por ser sólida y flexible. Además, adopta diferentes formas rectangulares o cuadradas, con un espesor relativamente pequeño en comparación con sus dimensiones de largo y ancho **(López, 2024).**

Según **Janowicz et al. (2023)** el espesor de una película fina oscila entre (0,050–0,250 mm), mientras que las láminas tienen un espesor mayor (>0,250 mm), lo que las hace más gruesas. Los resultados obtenidos en esta investigación son coherentes con estas categorías. Por lo tanto, el

espesor promedio de 0.8255 mm se considera ideal para lograr una consistencia adecuada. Lo cual es crucial para garantizar una textura óptima y una experiencia sensorial favorable para el consumidor.

3.3. Parámetros fisicoquímicos

3.3.1. pH, Acidez titulable y sólidos solubles.

Los resultados obtenidos para las láminas de fresa se presentan en la tabla 7**.** Se registró un pH de 3.08 ± 0.005, una acidez titulable (AT) de 24,36 ± 0,092 y sólidos solubles totales (SST) de 5 ± 0,01. Estos valores indican un nivel de acidez adecuado para el producto. Los datos obtenidos son consistentes con los obtenidos por **García et al. (2020),** con excepción de los SST, que en su estudio alcanzaron un valor de 9,7 ± 1,1. La diferencia en los SST sugiere un contenido moderado de azúcares y otros compuestos solubles en agua en las láminas analizadas.

Tabla 7.

Análisis de pH, acidez titulable y sólidos solubles de la lámina a 50 °C.

MUESTRA	pH	ACIDEZ TITULABLE (%)	Sólidos solubles
204	3,08 ±0,005	24,36 ± 0,092	5 ± 0,01

Nota: Resultados promedio ± desviación estándar (n=3)

El bajo contenido de humedad (8,08%) indica un adecuado proceso de secado. Lo cual contribuye a prolongar la vida útil del producto y a prevenir el desarrollo de microorganismos. La presencia de cenizas (1,38%) sugiere un aporte moderado de minerales esenciales. Mientras que el contenido de proteína (2,03%) y grasa (1,37%) se encuentra dentro de los rangos típicos para este tipo de productos. Según Ramírez, (2020) estos valores, en conjunto, indican que las láminas de fresa analizadas son una fuente nutritiva. Como vitaminas, minerales y fibra dietética, convirtiéndolas en un ingrediente versátil en diversas aplicaciones alimentarias.

3.4. Análisis microbiológicos

Los resultados del análisis microbiológicos se muestran en la tabla 8. Según **Safaei et al. (2019)**, la norma para aerobios mesofilos debe ser inferior a 200 células por gramo, esto indica que el producto desarrollado está dentro de la norma con un recuento bajo en aerobios mesófilos para las tres muestras. De igual forma, los recuentos de mohos y levaduras estaán por debajo del límite del requerido **(Juthong et al., 2019)**. Sin embargo, es necesario realizar ensayos microbiológicos por un periodo de tiempo prolongado para establecer la vida útil. De los resultados obtenidos, la lámina tiene una duración de preliminar de 30 días.

Tabla 8.

Resultados del análisis microbiológico del producto a los días 1 (204), 8 (205) y 30 (206) de conservación en bolsa Ziploc® a temperatura ambiente (≈ 18 °C).

Parámetro	204 UFC /ml	205 UFC/ ml	206 UFC/ml
Aerobios mesofilos	$2*10^1$	$4*10^1$	$3{,}36*10^2$
Mohos y levaduras	0	0	$7*10^1$

UFC/ml: Unidades formadoras de colonias por mililitro.

El almacenamiento en condiciones secas es fundamental para prolongar la vida útil del producto. Según **Janowicz et al. (2023),** el deshidratado de frutas es un método tradicional desarrollado en la década de 1970, que permite extender la vida útil gracias a que permite alcanzar una actividad de agua intermedia, un bajo contenido de humedad y un pH reducido, lo que garantiza la estabilidad frente a agentes microbianos. Factores como la variedad de fresa, su grado de madurez en el momento de la cosecha, las condiciones de cultivo y los métodos de procesamiento influyen significativamente en las propiedades finales de las láminas, incluyendo el color, el sabor y la textura. Estas láminas tienen múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, desde la decoración de postres hasta la elaboración de snacks saludables **(Rosero,2022).**

CAPÍTULO IV.-CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

Se comprobó que es factible utilizar fresa considerada como rechazo para el desarrollo de láminas de fruta las temperaturas y que el proceso de secado convectivo influye significativamente en las características sensoriales de las láminas de fresa (Fragaria sp.). Aunque los tres tratamientos evaluados presentaron atributos sensoriales similares en términos de color, olor, sabor y aceptabilidad, el tratamiento LF-204, realizado a 50 °C, destacó por su preferencia entre los evaluadores, consolidándose como el mejor tratamiento para obtener un producto con alta calidad sensorial.

La lámina de fresa seleccionada (LF-204) demostró propiedades fisicoquímicas, tecnofuncionales y microbiológicas que cumplen con los estándares de calidad establecidos para conservas de fruta. Su contenido de humedad, cenizas, grasa y carbohidratos se encuentra dentro de rangos aceptables, y su tiempo de vida útil de 30 días fue validado mediante análisis microbiológicos, que confirmaron niveles de aerobios mesófilos, mohos y levaduras por debajo de los límites permitidos, posicionándola como un alimento seguro y adecuado para el consumo humano.

4.2. Recomendaciones

Se sugiere explorar diferentes formulaciones utilizando gelificantes como gomas naturales para mejorar la calidad, textura y estabilidad de las láminas de fruta. Estas investigaciones podrían enfocarse en optimizar propiedades sensoriales y tecnofuncionales, garantizando un producto más competitivo y atractivo para los consumidores.

Es recomendable investigar los efectos de diferentes condiciones de almacenamiento empleando envases biodegradables o reciclables, diferentes temperaturas o humedad relativa de tal manera que ofrezcan una idea clara sobre la adecuada conservación del producto, preservando su calidad microbiológica, sensorial y fisicoquímica. Este enfoque no solo mejorará la vida útil del producto, sino que también reforzará su sostenibilidad y aceptación en mercados conscientes del impacto ambiental.

BIBLIOGRAFÍA

Alvarado, Y., Mendoza, R., Sandoval, A., Chávez, J., & Franco, I. (2020). *Physicochemical and sensory quality of strawberries fruits obtained in two cultivation systems* (Vol. 8, Issue 43). www.riiit.com.mx

Alvis-Bermudez, A., García-Mogollon, C., & Dussán-Sarria, S. (2016). Cambios en la textura y color en mango (Tommy Atkins) pre-secado por deshidratación osmótica y microondas. *Informacion Tecnologica*, *27*(2), 31–38. https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000200005

AOAC 942.15. (2005). *Determinación de acidez total en productos de frutas método potenciométrico sección química de alimentos y nutrición*.

AOAC920.39. (1990). *Determinación de Grasa total - Unidad de Innovación*. https://www.um.es/web/innovacion/plataformas/ocw/listado-de-cursos/higiene-inspeccion-y-control-alimentario/practicas/determinacion-de-grasa-total

Bandaru, H., & Bakshi, M. (2020a). Fruit Leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *9*(6), 1699–1709. https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i6y.13192

Bandaru, H., & Bakshi, M. (2020b). Fruit Leather: Preparation, packaging and its effect on sensorial and physico-chemical properties: A review. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, *9*(6), 1699–1709. https://doi.org/10.22271/phyto.2020.v9.i6y.13192

Basdemir, E., Ince, A. E., Kizgin, S., Ozel, B., Ozarda, O., Sumnu, S. G., & Oztop, M. H. (2024). Physicochemical and sensorial properties of tomato leathers at different drying conditions. *Journal of Food Science*, *89*(5), 2659–2671. https://doi.org/10.1111/1750-3841.17061

Brudzyńska, P., Sionkowska, A., & Grisel, M. (2022). Leather Dyeing by Plant-Derived Colorants in the Presence of Natural Additives. *Materials*, *15*(9). https://doi.org/10.3390/ma15093326

Cajacuri, A., Rossana, O., & Rony, J. (2017). *Estudio comparativo de la capacidad antioxidante y compuestos fenólicos de la miel de abeja procedentes del departamento de Junín*.

Carrera, P., & Angélica, O. (2018). *Universidad Andina Simón Bolívar Sede Ecuador Área de Estudios Sociales y Globales La dependencia de los pequeños productores agroalimentarios frente a las cadenas de valor y sus efectos sobre la vulnerabilidad climática*.

Castelo, L., & Neciosup, I. (2016). *"Formulación de una película y un recubrimiento comestibles a partir del aprovechamiento de lactosuero vacuno en la región Lambayeque."*

Castilla, C., & Alvarado, J. (2016). *Oxidative Stability in Almonds of Bertholletia Excelsa Accelerated Deterioration of The Dry Fruits Under Thermal Conditions | PDF | Omega 3 Fatty Acid | Chemical Reactions*. https://es.scribd.com/document/318379187/OXIDATIVE-STABILITY-IN-ALMONDS-

OF-BERTHOLLETIA-EXCELSA-ACCELERATED-DETERIORATION-OF-THE-DRY-FRUITS-UNDER-THERMAL-CONDITIONS

Cerquera-Peña, N. E., Parra-Coronado, A., & Camacho-Tamayo, J. H. (2013). Determinación de variables de secado en lámina para la deshidratación de pulpa de maracuyá. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *6*(2), 172–182. https://doi.org/10.17584/rcch.2012v6i2.1975

Chen, Y., & Martynenko, A. (2018). Combination of hydrothermodynamic (HTD) processing and different drying methods for natural blueberry leather. *LWT*, *87*, 470–477. https://doi.org/10.1016/J.LWT.2017.09.030

Ciurzyńska, A., Cieśluk, P., Barwińska, M., Marczak, W., Ordyniak, A., Lenart, A., & Janowicz, M. (2019). Eating habits and sustainable food production in the development of innovative "healthy" snacks (running title: Innovative and "healthy" snacks). In *Sustainability (Switzerland)* (Vol. 11, Issue 10). MDPI. https://doi.org/10.3390/su11102800

Diamante, L. M., Bai, X., & Busch, J. (2014a). Fruit Leathers: Method of Preparation and Effect of Different Conditions on Qualities. *International Journal of Food Science*, *2014*, 139890. https://doi.org/10.1155/2014/139890

Diamante, L. M., Bai, X., & Busch, J. (2014b). Fruit Leathers: Method of preparation and effect of different conditions on qualities. In *International Journal of Food Science* (Vol. 2014). Hindawi Publishing Corporation. https://doi.org/10.1155/2014/139890

El Campo es de todos. (2021). *Cadena de la Fresa*. chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://sioc.minagricultura.gov.co/Fresa/Documentos/2021-03-31%20Cifras%20Sectoriales.pdf

Enrique, J., & Arcos, D. (2013). *Evaluación físico química del fruto de fresa (fragaria vesca l.) en alma- cenamiento, en el cantón Cevallos de la Provincia de Tungurahua*.

Escudero, E., & González, P. (2006). La fibra dietética Correspondencia. *Nutr. Hosp*, 61–72.

Estrada, J., Cántu, J., Torres, F., & Barajas, E. (2020). *Factores que influyen en el consumidor para la adquisición de producto sustentables.* https://www.redalyc.org/journal/339/33962240006/html/

FAO. (2019). *Pérdida y desperdicio de alimentos | Portal de apoyo a las políticas y la gobernanza | Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura | Policy Support and Governance | Food and Agriculture Organization of the United Nations*. https://www.fao.org/policy-support/policy-themes/food-loss-food-waste/es/

FAO. (2023). *Columna de opinión - Pérdida y Desperdicio de Alimentos: una realidad inaceptable.* https://www.fao.org/ecuador/noticias/detail-events/en/c/1651620/

Flórez, E., & Montes, E. (2022). *Evaluación del efecto en la producción y calidad que tiene la aplicación de bacterias en el cultivo de fresa (Fragaria sp.) bajo dos sistemas de producción*.

Gamboa, J., & Campañone, L. A. (2018). Análisis digital de imágenes para evaluar el encogimiento de fresas sometidas a tecnologías emergentes de procesamiento. *Revista*

Colombiana de Investigaciones Agroindustriales, *5*(2), 33–51. https://doi.org/10.23850/24220582.1594

Gastelo, L., & Neciosup, I. (2016). Formulación de una peícula y recubrimiento comestible a partir del aprovechamiento de lactosuero vacuno en la región Lambayeque. *Tesis*, 233.

Giacalone, Da Silva M.T, Peano C, & Giuggioli N.R. (2019). *Development of fruitleatherfrom actinidia argutaby-product:quality assessment and shelf life studies*. https://www.itjfs.com/index.php/ijfs/article/view/1376/474

Guanochanga, J. (2021). *Diseño de un proceso tecnológico para la obtención de pulpa congelada a partir de orito (Musa acuminata AA) para la Planta Hortofrutícola Ambato PLANHOFA.* U.T.A.

Guenera, M. (2021). *Fresas: Producción Orgánica*. www.ncat.org

INEN-ISO 5520. (2014). *NTE INEN-ISO 5520*.

Ippa. (2021). *Archivos de pectina - Productores de pectina*. https://pectinproducers.com/category/pectin/

Janowicz, M., Galus, S., Ciurzyńska, A., & Nowacka, M. (2023). The Potential of Edible Films, Sheets, and Coatings Based on Fruits and Vegetables in the Context of Sustainable Food Packaging Development. In *Polymers* (Vol. 15, Issue 21). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). https://doi.org/10.3390/polym15214231

Juthong, T., Theppradit, R., Jitkaew, J., & Kasemsa, O. (2019). *Effect of pectin and maltodextrin and drying temperature on qualities of tamarind leather*. www.bioresearchcommunications.com

Kaleem, M., Mabood Qazi, I., Khan, A., Ali Khan, M., Hussain, I., Ayub, M., Shah Shinwari, A., Naz Shah, F., Ur Rehman, A., Abdul Wali Khan University Mardan, P., & Pakhtunkhwah, K. (2017). *Effect of Different Concentrations of Sucrose and Honey on the Physiochemical and Sensory Properties of Strawberry Leather*.

Kirschbaum, D. S. (2022). *Cultivo de la fresa*. www.bibliotecahorticultura.com

La frutilla es un cultivo rentable. (2011). *La frutilla es un cultivo rentable*. https://www.elcomercio.com/actualidad/negocios/frutilla-cultivo-rentable.html

Lee. G; Hsieh.F. (2008). *Thin-Layer Drying Kinetics of Strawberry Fruit Leather.* .

López, F. (2024). *Desarrollo de una lámina comestible a base de pulpa de Smallanthus sonchifolius "yacón" para su evaluación fisicoquímica y sensorial*.

Madubashini, K. A. C., Abeysinghe, D. T., & Weerakkody, N. S. (2022). *Development of fruit leather using underutilized fruits*.

Mera, L., Cuadros, F., García, J., & Párraga, C. (2022). Effect of honey (Apis mellifera) on the preservation of macadamia paste (Macadamia integrifolia). *Manglar*, *19*(1), 107–115. https://doi.org/10.17268/manglar.2022.014

Mixquititla, G., Villegas, O. G., Andrade, M., Sotelo, H., & Toshirric, A. (2020). *Crecimiento, rendimiento y calidad de fresa por efecto del régimen nutrimental*.

Montilla, D. (2022). *Pectina y oligosacáridos pécticos: Obtención, caracterización y propiedades funcionales | DIGITAL.CSIC*. https://digital.csic.es/handle/10261/309428

Moreno, C., & Dries, L. (2024). Circular economy intentions in the fruit and vegetable sector of Central Ecuador. *Ecological Economics*, *219*, 108056. https://doi.org/10.1016/J.ECOLECON.2023.108056

Muriel, A. (2013). *"Desarrollo de un producto alimenticio: láminas de fruta deshidratada, utilizando pulpa de mora y manzana para Frozen Tropic Cía. Ltda."*

Naz, R. (2019). Physical properties, sensory attributes and consumer preference of fruit leather. In *Pakistan Journal of Food Sciences* (Vol. 22, Issue 4).

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1529-5:2006 (2006). https://www.collegesidekick.com/study-docs/6379628

NTE INEN 1529-10. (2013). *1529-10-1R Mohos y Levaduras Viables PDF | PDF | Concentración | Organismos*. https://es.scribd.com/document/488093112/1529-10-1R-MOHOS-Y-LEVADURAS-VIABLES-pdf

NTE INEN-ISO 1842. (2013). *Productos vegetales y de frutas – determinación de ph (IDT).*

Pacheco, P., Almendra, P., Agrónomo Asesor, I., & Torres Lizárraga, I. (2022). *Tesis presentada por la Bachiller: Para optar el Título Profesional de*.

Pilaquinga, M. F. (2020). Revisión de la actividad antiviral in vitro de plantas sudamericanas como potencial tratamiento contra el virus SARS-CoV-2. *InfoANALÍTICA*, 14–47. https://doi.org/10.26807/ia.vi.180

Pillco Cochan, C. J., Guzmán Loayza, D., & Cuéllar Bautista, J. E. (2021). COMPOSICIÓN FÍSICO QUÍMICA Y ANÁLISIS PROXIMAL DEL FRUTO DE SOFAIQUE "Geoffroea decorticans (Hook. et Arn.)" PROCEDENTE DE LA REGIÓN ICA-PERÚ. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, *87*(1), 14–25. https://doi.org/10.37761/rsqp.v87i1.319

Prana, P., Sachin, M., & Bhaskar, K. (2017). *Fruit peel waste: characterization and possible uses in JSTOR*. https://www.jstor.org/stable/26294001

Safaei, P., Sadeghi, Z., & Jahed Khaniki, G. (2019). The Assessment of Physical and Microbial Properties of Traditional Fruit Leathers in Tehran. *Jundishapur Journal of Health Sciences*, *In Press*(In Press). https://doi.org/10.5812/jjhs.85814

Saldaña, karen. (2023). *Cultivos hidropónicos sostenibles en el Ecuador.* chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/14822/E-UTB-FACIAG-%20AGROP-000064.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Salvador, P., Rivera, L., Trujillo, S., & Macedo, L. (2022). *Secado por aspersión de jugo de mango (Mangifera indica L.).* http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_Secado_por_aspersion_de_jugo_de_mango_Mangifera_indica_L.html

Salvatierra, D. (2015). Determinación de la composición química proximal, carbohidratos totales, azúcares libres y fructanos del tipo Inulina - Fructooligosacáridos del Yacón. *Repositorio de La Universidad Peruana Cayetano Heredia*, 100.

Schencke, C., Vásquez, B., Sandoval, C., & del Sol, M. (2016). El Rol de la Miel en los Procesos Morfofisiológicos de Reparación de Heridas. *International Journal of Morphology*, *34*(1), 385–395. https://doi.org/10.4067/S0717-95022016000100056

Shere, P. D., Palve, A. A., & Ghodke, S. V. (2023). Effect of Drying on Nutritional Profile of Fruit Leathers. *Journal of Advances in Food Science & Technology*, 60–65. https://doi.org/10.56557/jafsat/2023/v10i38343

Sparsh, K., & Neha, S. (2023). New insights in the production of fruit leather. *The Pharma Innovation Journal*, *12*(5), 1140–1151. www.thepharmajournal.com

Sukasih, E., & Widayanti, S. M. (2022a). Physicochemical And Sensory Characteristics of Fruit Leather From Various Indonesian Local Fruits. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1024*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012035

Sukasih, E., & Widayanti, S. M. (2022b). Physicochemical And Sensory Characteristics of Fruit Leather From Various Indonesian Local Fruits. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *1024*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/1024/1/012035

Telenchana, C. P. (2017). *Caracterización físico-química y sensorial de láminas de fruta complementadas con polen*.

Telenchana, C. P., Escuela, T., Panamericana, A., & Honduras, Z. (2017). *Caracterización físico-química y sensorial de láminas de fruta complementadas con polen*.

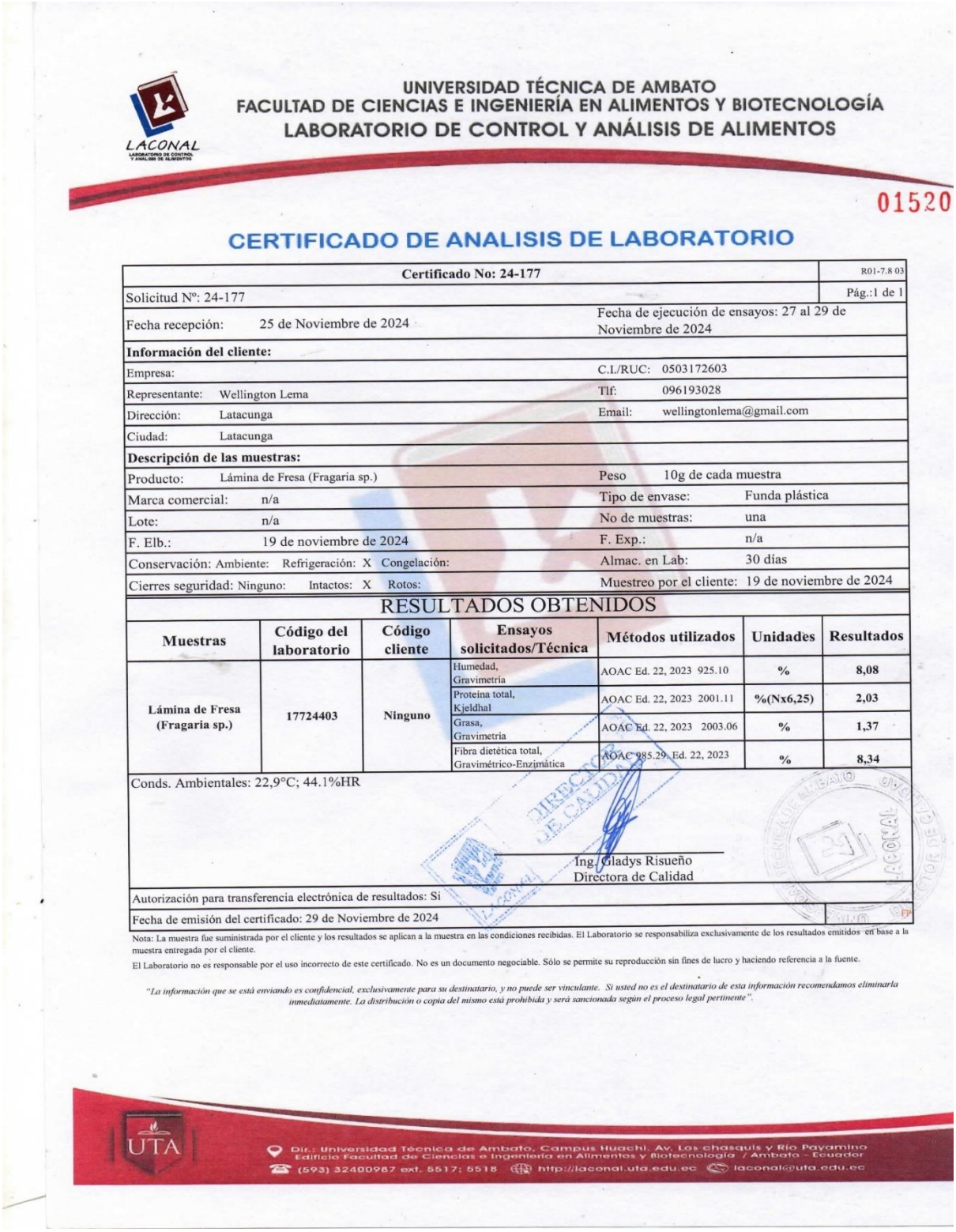
Vu, N. D., Nguyen, V. M., & Tran, T. T. (2023). Effects of pH, Total Soluble Solids, and Pectin Concentration on Color, Texture, Vitamin C, and Sensory Quality of Mango Fruit Bar. *International Journal of Food Science*, *2023*. https://doi.org/10.1155/2023/6618300

Wexler, L., & Alvarado, P. (2024). Fine and flavor cocoa: Key aroma compounds and their behavior during processing. In *Agronomia Mesoamericana* (Vol. 35). Universidad de Costa Rica. https://doi.org/10.15517/am.2024.59679

ANEXOS

Anexo 1.

Certificado de los análisis fisicoquímicos del major tratamiento (LF-204)



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGÍA
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

LACONAL
LABORATORIO DE CONTROL Y ANÁLISIS DE ALIMENTOS

01520

CERTIFICADO DE ANALISIS DE LABORATORIO

Certificado No: 24-177			R01-7.8 03
Solicitud Nº: 24-177			Pág.:1 de 1
Fecha recepción:	25 de Noviembre de 2024	Fecha de ejecución de ensayos: 27 al 29 de Noviembre de 2024	
Información del cliente:			
Empresa:		C.I./RUC:	0503172603
Representante:	Wellington Lema	Tlf:	096193028
Dirección:	Latacunga	Email:	wellingtonlema@gmail.com
Ciudad:	Latacunga		
Descripción de las muestras:			
Producto:	Lámina de Fresa (Fragaria sp.)	Peso	10g de cada muestra
Marca comercial:	n/a	Tipo de envase:	Funda plástica
Lote:	n/a	No de muestras:	una
F. Elb.:	19 de noviembre de 2024	F. Exp.:	n/a
Conservación: Ambiente:	Refrigeración: X Congelación:	Almac. en Lab:	30 días
Cierres seguridad: Ninguno:	Intactos: X Rotos:	Muestreo por el cliente:	19 de noviembre de 2024

RESULTADOS OBTENIDOS

Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados/Técnica	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Lámina de Fresa (Fragaria sp.)	17724403	Ninguno	Humedad, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 925.10	%	8,08
			Proteína total, Kjeldhal	AOAC Ed. 22, 2023 2001.11	%(Nx6,25)	2,03
			Grasa, Gravimetría	AOAC Ed. 22, 2023 2003.06	%	1,37
			Fibra dietética total, Gravimétrico-Enzimática	AOAC 985.29. Ed. 22, 2023	%	8,34

Conds. Ambientales: 22,9°C; 44.1%HR

Ing. Gladys Risueño
Directora de Calidad

Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si

Fecha de emisión del certificado: 29 de Noviembre de 2024

Nota: La muestra fue suministrada por el cliente y los resultados se aplican a la muestra en las condiciones recibidas. El Laboratorio se responsabiliza exclusivamente de los resultados emitidos en base a la muestra entregada por el cliente.

El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.

"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".

UTA
Dir.: Universidad Técnica de Ambato, Campus Huachi, Av. Los chasquis y Río Payamino
Edificio Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología / Ambato - Ecuador
(593) 32400987 ext. 5517; 5518 http://laconal.uta.edu.ec laconal@uta.edu.ec