

UNIVERSIDAD DE PANAMÁ

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA DE EDUCACIÓN PARA EL HOGAR

**DESARROLLO DE LICOR CREMOSO DE FRESA CON BASE
LÁCTEA MEDIANTE FERMENTACIÓN Y MACERACIÓN**

NILKA EDITH NG PACHECO

8-982-2450

PANAMÁ, PANAMÁ

REPUBLICA DE PANAMÁ

2025

**DESARROLLO DE LICOR CREMOSO DE FRESA CON BASE
LÁCTEA MEDIANTE FERMENTACIÓN Y MACERACIÓN**

TESIS DE GRADO

**SOMETIDA PARA OPTAR POR EL TITULO DE LICENCIADA EN
GASTRONOMIA**

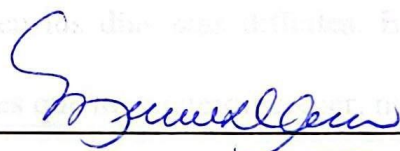
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS

ESCUELA EDUCACIÓN PARA EL HOGAR

**PERMISO PARA SU PUBLICACIÓN, REPRODUCCIÓN TOTAL O
PARCIAL DEBE SER OBTENIDA EN LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGROPECUARIAS.**

APROBADO:

MGTER. MINERVA ARROCHA



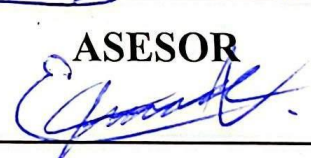
DIRECTORA

MGTER. ELOY JARAMILLO



ASESOR

MGTER. ERICK TRUJILLO



ASESOR

PANAMÁ, PANAMÁ

REPUBLICA DE PANAMÁ

2025

DEDICATORIA

Dedico este trabajo, a mi padre, por ser ejemplo de constancia y esfuerzo, por su apoyo firme en cada etapa y por enseñarme, con su vida, que los sueños se construyen con trabajo y determinación.

A mis abuelos, por su amor incondicional, su paciencia y sus sabias palabras, que me acompañaron en silencio durante este proceso. Su legado vive en cada uno de mis logros.

A mis hermanos, por su compañía, sus gestos sencillos pero significativos, y por recordarme siempre que no estoy solo en el camino.

A mis profesores asesores, por compartir su conocimiento con generosidad, por su orientación crítica y por motivarme a superar mis propios límites académicos. Su guía ha sido fundamental para dar forma y profundidad a este trabajo.

Y a mi propio esfuerzo, que se sostuvo incluso en los días más difíciles. Esta tesis es también un reflejo de las horas, dudas y aprendizajes que me hicieron crecer, no solo como estudiante, sino como persona.

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a quienes han sido pilares fundamentales en mi vida y en este proceso. A mi padre, por su apoyo incondicional, su ejemplo de constancia y por enseñarme el valor del trabajo bien hecho, y que las cosas buenas nunca son fáciles. A mis abuelos, que, aunque ya no están físicamente, su recuerdo, sabiduría y amor siguen guiando mis pasos; esta meta también es para ellos. A mis hermanos, por estar siempre presentes con su cariño, su paciencia y su compañía en los momentos difíciles. Y a mí misma, por no rendirme ante las dificultades, por confiar en mis capacidades y por cada madrugada en vela, cada esfuerzo y cada pequeño paso que hoy se convierten en logro. Gracias a todos por ser parte de este camino

ÍNDICE

DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INTRODUCCIÓN	¡Error! Marcador no definido.
1.1 Planteamiento del problema.....	10
1.2. Antecedentes del problema	11
1.3. Justificación.....	18
1.4. Objetivos generales	22
1.5. Objetivos específicos.....	23
II. Marco teórico.....	23
2.1 Factores que afectan la fermentación (temperatura, tiempo, sustratos)	23
2.1.1 Procesos bioquímicos de la fermentación	23
2.1.2 Microorganismos involucrados	27
2.1.3 Levaduras no convencionales.....	28
2.1.4 Bacterias en la fermentación alcohólica.....	29
2.1.5 Interacción y sinergia entre microorganismos.....	29
2.2 Factores que afectan la fermentación (temperatura, tiempo, sustratos)	30
2.2.1 Temperatura	30
2.2.2 Tiempo de fermentación.....	31
2.2.3 Sustratos	32
2.2.4 Otros factores complementarios	33
2.3 Maceración.....	34
2.4 Bases lácteas en licores cremosos	38
2.4.1 Composición de las bases lácteas	38
2.4.2 Interacción con el alcohol y estabilidad del producto	39
2.4.3 Propiedades sensoriales y textura en productos lácteos fermentados.....	39
2.4.4. Propiedades fisicoquímicas del licor cremoso de fresa.....	40
2.5 Viabilidad comercial del licor cremoso de fresa	40
III Marco metodológico.....	42
3.1. Diseño de la investigación.....	42
3.2. Delimitación de la investigación	43
3.3. Variables del estudio	44

3.3.1 Variables	46
3.4 Población y muestra	48
IV. Recolección, análisis e interpretación de los datos	50
4.1. Determinar las condiciones óptimas de fermentación y maceración (tiempo, temperatura y proporción de ingredientes) para potenciar el perfil sensorial del licor	50
Importancia de la Optimización de la Fermentación y Maceración.....	50
Variables Críticas: Tiempo, Temperatura y Proporción de Ingredientes	51
Metodología y Diseño Experimental para la Optimización	54
Resultados Esperados y Relevancia del Proceso.....	55
4.2. Evaluar las propiedades fisicoquímicas del licor (ph, grado alcohólico) para garantizar su estabilidad.....	57
Análisis de la Viscosidad y su Impacto en la Percepción Sensorial y Estabilidad del Producto	60
Integración de los Resultados y su Interpretación Global	61
Consideraciones Finales y Perspectivas a Futuro.....	62
4.3. Analizar la viabilidad comercial mediante estudios de aceptación de mercado y análisis de costos de producción.....	64
4.3.1 Estudio de Aceptación de Mercado.....	64
4.4 Resultados Preliminares y Percepción del Consumidor.....	64
Cuadro #1.....	66
Cuadro #2.....	67
Cuadro #3.....	68
Cuadro #4.....	69
Cuadro #5:.....	70
Cuadro #6.....	71
Cuadro #7	72
Cuadro #8.....	73
Cuadro #9.....	74
Cuadro #10.....	75
Recomendaciones y Perspectivas Futuras.....	76
Conclusión.....	77
Anexos	78
Referencias bibliográficas	82

INTRODUCCIÓN

Las bebidas alcohólicas han acompañado a la humanidad a lo largo de la historia, desempeñando un papel fundamental en la gastronomía, la cultura y la economía de diversas sociedades. Desde tiempos ancestrales, la producción y consumo de licores ha evolucionado gracias a la experimentación con ingredientes, técnicas y métodos de elaboración. En este contexto, los licores cremosos han adquirido gran aceptación en el mercado debido a su textura aterciopelada, su balance entre dulzura y acidez, y su versatilidad tanto en coctelería como en repostería.

Dentro de esta categoría, la combinación de productos lácteos con frutas ha resultado en bebidas con un atractivo sensorial único. Entre estas frutas, la fresa destaca por su perfil aromático, su característico color rojo vibrante y su equilibrio entre dulzura y acidez, lo que la convierte en un ingrediente ideal para la elaboración de licores. Además, las fresas son ricas en compuestos bioactivos como antocianinas y polifenoles, los cuales no solo influyen en el color y el sabor, sino que también aportan propiedades antioxidantes que pueden impactar en la calidad y estabilidad del producto final.

El presente trabajo tiene como propósito desarrollar un licor cremoso de fresa con base láctea, empleando dos técnicas clave: la fermentación y la maceración. La fermentación es un proceso biológico ampliamente utilizado en la producción de bebidas alcohólicas, en el cual microorganismos como levaduras transforman los azúcares en alcohol y otros compuestos volátiles que enriquecen el perfil sensorial de la bebida. Por otro lado, la maceración es un método esencial para extraer los compuestos aromáticos, pigmentos y

otros elementos solubles presentes en la fruta, lo que permite intensificar el sabor y el color del licor sin necesidad de aditivos artificiales.

En la actualidad, la demanda de productos innovadores y artesanales ha ido en aumento, impulsada por consumidores que buscan experiencias sensoriales únicas y alternativas a los productos comerciales convencionales. La elaboración de un licor cremoso a base de fresa y crema de leche representa una oportunidad para explorar nuevas opciones en el mercado de bebidas alcohólicas, combinando ingredientes naturales con procesos tradicionales que respetan la calidad y autenticidad del producto.

A través de este estudio, se analizarán los factores que influyen en la producción de este tipo de licor, incluyendo la selección de ingredientes, el control de la fermentación, los tiempos y condiciones de maceración, y la estabilidad del producto final. Se espera que esta investigación no solo contribuya al conocimiento sobre la fabricación de licores cremosos, sino que también sirva como base para futuros desarrollos en la industria gastronómica y enológica.

Con este estudio, se pretende no solo desarrollar una bebida con características organolépticas óptimas, sino también aportar información relevante sobre las técnicas de fermentación y maceración aplicadas a licores cremosos, brindando un enfoque innovador dentro del campo de la gastronomía y la ciencia de los alimentos. Por lo cual, el estudio estará estructurado de la siguiente manera:

Capítulo I: Planteamiento del problema: en el cual se planteará el problema, antecedentes, justificación, objetivos y delimitación.

Capítulo II: Marco teórico: en el cual se plantearán las bases teóricas que sustentan el estudio.

Capítulo III: Marco metodológico: en este se expone el tipo y diseño del estudio, población y muestra, además de las técnicas para la recolección de la información.

Capítulo IV: Análisis de resultados: en este se exponen la discusión de los resultados, seguido de las conclusiones y recomendaciones.

1.1 Planteamiento del problema

El licor cremoso de fresa con base láctea se presenta como una opción innovadora, en la cual se combinan procesos tradicionales como la fermentación y la maceración para obtener un producto final con un perfil organoléptico complejo y atractivo para el consumidor.

La fermentación y la maceración son procesos biotecnológicos fundamentales en la elaboración de productos alimentarios con valor sensorial y funcional. En el caso de bebidas alcohólicas cremosas que integran componentes lácteos y frutales, como el licor de fresa con base láctea, la aplicación conjunta de estos procesos representa una oportunidad innovadora, pero también plantea múltiples desafíos tecnológicos. La fermentación permite el desarrollo de compuestos volátiles y alcohólicos que enriquecen el perfil aromático del producto, mientras que la maceración contribuye a la extracción de compuestos fenólicos, pigmentos y azúcares presentes en la fruta. No obstante, la interacción entre estos procesos en matrices complejas puede afectar negativamente la estabilidad fisicoquímica del licor, provocar separación de fases o alteraciones en la textura, el color y el sabor.

Adicionalmente, la variabilidad en la composición de la materia prima —como las fresas— y la presencia de proteínas y lípidos de la crema de leche, generan reacciones no deseadas que comprometen la calidad y reproducibilidad del producto. A ello se suma la escasez de estudios que aborden la combinación de fermentación y maceración en productos con ingredientes lácteos, lo que limita el desarrollo de protocolos estandarizados y escalables.

La ausencia de investigaciones integrales impide optimizar variables críticas como la selección de cepas microbianas, el control de temperatura y pH, o los tiempos de maceración, lo cual resulta esencial para asegurar un producto sensorialmente atractivo y tecnológicamente viable.

En este contexto, la presente investigación se propone analizar y optimizar la interacción entre la fermentación y la maceración en la elaboración de un licor cremoso de fresa, considerando los factores que afectan la estabilidad, homogeneidad y calidad del producto final. Se busca establecer un protocolo reproducible que permita controlar las principales variables del proceso, con miras a su futura aplicación a escala piloto o industrial, aportando así al desarrollo de bebidas artesanales innovadoras y de alto valor agregado.

En virtud de lo anterior expuesto, se plantea la siguiente interrogante:

¿Es factible elaborar un licor cremoso de fresa con base láctea mediante la aplicación de técnicas combinadas de fermentación y maceración, de manera que se optimicen sus características sensoriales, estabilidad y viabilidad comercial?

1.2. Antecedentes del problema

En virtud de la relevancia del tema diversos autores se han abocado a realizar estudios similares, entre los cuales, los más relevante de tipo internacional y nacional se mencionan a continuación:

Romero Lozano (2013), en su tesis titulada *Elaboración de macerados y mistelas con especies vegetales disponibles en la provincia del Azuay*, se propuso explorar el potencial de diversas especies vegetales locales para la producción de bebidas maceradas. Su

objetivo principal fue identificar las propiedades sensoriales y fisicoquímicas de estos macerados, aplicando técnicas tradicionales de maceración. Para ello, desarrolló un enfoque experimental que combinó análisis sensoriales con evaluaciones químicas, permitiendo determinar la aceptación del producto final por parte de un panel de catadores y la estabilidad de sus componentes. Los resultados evidenciaron que los macerados obtenidos presentaban un perfil de sabor y aroma favorable, lo que llevó al autor a concluir que es factible elaborar bebidas de calidad utilizando materias primas autóctonas. Este trabajo aporta al presente estudio al ofrecer un modelo metodológico en el uso de la maceración, el cual puede adaptarse y optimizarse en la elaboración de un licor cremoso de fresa con base láctea.

Ortíz Ramírez (2014), en su tesis *Desarrollo de licores macerados de fruta, con un sistema de comercialización no tradicional con mejora de procesos en la empresa Ron Catán*, se centró en mejorar tanto el proceso productivo como la estrategia comercial de licores macerados. El objetivo del estudio fue optimizar el proceso de maceración de frutas y diseñar un sistema de comercialización innovador que respondiera a las demandas del mercado actual. La metodología combinó ensayos experimentales en laboratorio—para evaluar variables del proceso de maceración—con análisis de mercado y entrevistas a expertos. Los hallazgos mostraron que la implementación de mejoras en el proceso de maceración incrementaba significativamente la calidad sensorial del producto y abría nuevas oportunidades comerciales. La conclusión del estudio resalta que la integración de técnicas de optimización de procesos con estrategias de marketing innovadoras puede potenciar la competitividad de los licores artesanales. Este antecedente es relevante para el

presente estudio, ya que ofrece estrategias tanto técnicas como comerciales que pueden ser adaptadas a la elaboración de un licor cremoso de fresa.

García (2018), en su tesis *Optimización de la producción de licor de fresa mediante técnicas de fermentación y maceración*, se enfocó en determinar las condiciones óptimas para la elaboración de un licor de fresa de alta calidad. El objetivo de su investigación fue identificar los parámetros críticos en las etapas de fermentación y maceración que influyen en el perfil sensorial y la estabilidad del licor. Mediante un diseño experimental factorial, se variaron variables como el tiempo de fermentación, la temperatura y la duración de la maceración, complementándolo con análisis sensoriales y evaluaciones fisicoquímicas. Los resultados permitieron establecer un conjunto de condiciones ideales para obtener un producto con un equilibrio adecuado entre sabor, aroma y textura, concluyendo que el control riguroso de estas variables es esencial para optimizar la calidad del licor. Este estudio aporta al actual trabajo al proporcionar un marco metodológico detallado y parámetros específicos que pueden ser adaptados para la elaboración de un licor cremoso de fresa con base láctea, integrando la fermentación y la maceración de manera eficaz.

Smith (2019), en su disertación *Development and Sensory Evaluation of Novel Fruit-Based Cream Liqueurs*, abordó el desafío de innovar en la creación de licores cremosos a partir de extractos de frutas. Su objetivo fue desarrollar un producto que integrara técnicas tradicionales de fermentación con métodos modernos de maceración, para obtener licores con perfiles sensoriales únicos y estables. La metodología utilizada incluyó un diseño experimental en el que se variaron las proporciones de ingredientes, condiciones de fermentación y tiempos de maceración, complementado con evaluaciones sensoriales realizadas por paneles de catadores y análisis de estabilidad química. Los resultados

mostraron que la combinación adecuada de estos procesos daba lugar a licores cremosos con características organolépticas muy apreciadas por los consumidores, y se concluyó que la sinergia entre fermentación y maceración es clave para la innovación en este tipo de productos. El aporte de este estudio al presente trabajo radica en sus innovadoras técnicas de integración de procesos, que pueden servir de referencia para desarrollar un licor cremoso de fresa con base láctea, potenciando tanto su calidad como su aceptación en el mercado.

A nivel nacional, Martínez, (2018) en su estudio: “Desarrollo y caracterización de un licor artesanal a base de fresa en Panamá”. Esta investigación se enfocó en el desarrollo de un licor artesanal elaborado a partir de fresa, cuya finalidad fue determinar las condiciones óptimas de fermentación y maceración para obtener un producto de alta calidad sensorial y aceptabilidad en el mercado panameño. El objetivo principal fue optimizar el proceso de elaboración del licor a partir de fresa utilizando técnicas tradicionales adaptadas a la realidad del país, considerando variables como la temperatura de fermentación, el tiempo de maceración y la proporción de fresa en la receta. La metodología combinó la realización de experimentos de laboratorio, donde se variaron sistemáticamente estas condiciones, con evaluaciones sensoriales a través de paneles de catadores locales y análisis fisicoquímicos del producto final, como contenido de alcohol, pH y niveles de azúcares residuales.

Los resultados indicaron que el licor obtenido bajo las condiciones óptimas presentó un perfil sensorial agradable, con un equilibrio adecuado entre dulzura y acidez, y una estabilidad física que lo hace apto para su comercialización. La conclusión del estudio resaltó la viabilidad de la producción artesanal de licor de fresa en Panamá, confirmando que la aplicación de técnicas de fermentación y maceración ajustadas a las condiciones

locales permite obtener un producto competitivo y de calidad. Este antecedente es relevante para el estudio actual ya que ofrece una base comparativa en la aplicación de técnicas tradicionales en la elaboración de bebidas a base de fresa, permitiendo ajustar y mejorar los procesos de producción para el licor cremoso de fresa con base láctea que se propone desarrollar.

El conjunto de estudios internacionales y nacionales demuestra que, históricamente, la calidad de un licor o bebida fermentada está estrechamente relacionada con el control de los procesos de fermentación y maceración. La literatura especializada señala que la actividad enzimática de las levaduras y la correcta aplicación de las técnicas de maceración no solo influyen en el contenido de alcohol, sino que también determinan la presencia y concentración de compuestos que afectan el sabor, el aroma y la textura del producto final (De Vuyst y Leroy, 2014). Además, la integración de metodologías experimentales y evaluaciones sensoriales, como se ha hecho en investigaciones realizadas en el ámbito nacional (Alameda Querevalú, 2016; Jiménez Rouviro, 2017), evidencia la importancia de adoptar un enfoque multidisciplinario para abordar los desafíos en la producción artesanal de licores.

Por otro lado, la revisión de antecedentes subraya la necesidad de estandarizar procesos que, en muchos casos, se realizan de forma artesanal y sin la debida optimización. Esto se traduce en variaciones significativas entre lotes, afectando tanto la calidad como la percepción del consumidor. En este sentido, los estudios de Torres (2012) y Paz Barreda y Tupia Uribe (2013) enfatizan la importancia de establecer protocolos estandarizados que permitan reproducir en forma constante las condiciones óptimas de fermentación y maceración. La evidencia acumulada sugiere que, para lograr una mayor eficiencia en la

conversión de azúcares y la obtención de perfiles sensoriales deseables, es fundamental controlar variables críticas como la temperatura, el tiempo y la proporción de materia prima, aspectos que han sido sistemáticamente estudiados en la literatura.

Actualmente, a pesar del sólido cuerpo de conocimientos que se ha generado a partir de estos antecedentes, se observa una brecha importante en la aplicación de estos procesos para el desarrollo de nuevos productos, en particular para la elaboración de licores cremosos a base de fresa con incorporación de bases lácteas. La creciente demanda de productos innovadores y de alta calidad en el mercado de bebidas alcohólicas impulsa la búsqueda de alternativas que integren técnicas tradicionales con enfoques modernos. Sin embargo, muchas de las prácticas actuales siguen siendo artesanales y presentan dificultades en la estandarización, lo que afecta la consistencia y la competitividad del producto final.

En el entorno panameño, por ejemplo, aunque se han realizado estudios para desarrollar licores artesanales a partir de frutas autóctonas (Martínez, 2018), la mayoría de estos trabajos se centran en métodos tradicionales y en la optimización de un único proceso, sin explorar la sinergia entre la fermentación y la maceración en combinación con ingredientes innovadores, como la incorporación de bases lácteas. Esta situación genera incertidumbre en cuanto a la reproducibilidad del proceso y la calidad sensorial del licor final, lo que limita su posicionamiento en el mercado tanto nacional como internacional.

Asimismo, la falta de protocolos estandarizados y de inversión en tecnología para el control de variables críticas en la elaboración de estos productos se traduce en inconsistencias en la calidad, lo que afecta la percepción del consumidor y dificulta la ampliación de la producción. Según McGee (2004), "un control preciso de las condiciones de fermentación

y maceración es esencial para lograr productos de alta calidad, pero en muchas industrias artesanales este control es limitado, lo que se refleja en una variabilidad considerable entre lotes" (McGee, 2004, p. 89).

Por otro lado, la situación actual también se caracteriza por la necesidad de mejorar la competitividad de los licores artesanales en un mercado globalizado, donde los consumidores exigen productos innovadores que combinen tradición y calidad. La incorporación de bases lácteas en la formulación de licor de fresa representa una alternativa novedosa que puede ofrecer una textura y un perfil sensorial diferenciados, pero que aún requiere de investigación para optimizar la interacción entre los componentes lácteos y los compuestos frutales extraídos durante la maceración. En este sentido, estudios como los de Smith (2019) han demostrado que la integración de técnicas de fermentación y maceración puede resultar en productos con perfiles sensoriales muy atractivos, lo que representa una oportunidad para la innovación en el sector (Smith, 2019).

En definitiva, aunque existen numerosos antecedentes que avalan la importancia de controlar y optimizar los procesos de fermentación y maceración en la elaboración de licores, la situación actual demanda una aplicación más integral y estandarizada de estos conocimientos para desarrollar nuevos productos que respondan a las exigencias del mercado. La necesidad de generar productos consistentes, competitivos y de alta calidad sensorial es imperante, tanto en el ámbito nacional como en el internacional, lo que justifica la realización de investigaciones que combinen enfoques tradicionales y modernos, y que integren la innovación en la formulación de licores cremosos a base de fresa con bases lácteas.

1.3. Justificación

El desarrollo de nuevos productos en la industria de bebidas alcohólicas representa una respuesta a la demanda creciente de alternativas innovadoras que fusionen tradición e innovación. La elaboración de licores artesanales, en particular, ha cobrado relevancia en mercados donde los consumidores valoran la autenticidad, la calidad sensorial y la identidad cultural de los productos. En este sentido, la formulación de un licor cremoso de fresa con base láctea se presenta como una propuesta que, al combinar dos ingredientes con propiedades distintivas –la fresa, reconocida por su sabor y aroma característicos, y la crema de leche, que aporta una textura suave y un perfil rico en matices– puede ofrecer una experiencia única a los consumidores. Esta investigación busca abordar la carencia de estudios que integren de manera sistemática las técnicas de fermentación y maceración para obtener un producto final con alta estabilidad y atractiva aceptación en el mercado.

La relevancia de esta propuesta radica en la capacidad de aprovechar materias primas de alta calidad y abundantes en determinadas regiones, lo cual permite no solo diversificar la oferta de bebidas alcohólicas, sino también impulsar el desarrollo agroindustrial local. La fresa, por ejemplo, es un fruto que, además de aportar un valor sensorial distintivo, contiene compuestos bioactivos y antioxidantes que pueden tener beneficios adicionales para la salud. Integrar estos compuestos en un licor cremoso potencializa la funcionalidad del producto, diferenciándolo de otros licores convencionales. Asimismo, la crema de leche no solo enriquece la textura y el sabor, sino que confiere al producto una apariencia visual diferenciada, que puede ser utilizada como argumento de venta para segmentos de mercado que buscan productos premium y de origen artesanal.

El proceso de fermentación y maceración, técnicas tradicionales utilizadas en la producción de bebidas alcohólicas, ha sido ampliamente estudiado en otros contextos, pero existe una brecha en la literatura respecto a su aplicación conjunta en la elaboración de licores cremosos que combinan componentes lácteos con frutas. Esta integración presenta desafíos técnicos específicos, tales como la estabilidad de la emulsión entre la fase acuosa y la grasa, la conservación de los compuestos volátiles y la optimización del perfil organoléptico final. La investigación propuesta pretende superar estos obstáculos mediante el ajuste fino de parámetros como el tiempo y la temperatura en cada etapa, la proporción de fresa y crema, y el manejo adecuado de las condiciones microbiológicas durante la fermentación. Así, se busca establecer un protocolo reproducible que garantice la calidad y consistencia del producto, lo que puede ser fundamental para su escalabilidad y su posterior comercialización.

Desde el punto de vista económico, el desarrollo de un licor cremoso de fresa representa una oportunidad para diversificar la oferta de bebidas artesanales y para abrir nuevos nichos de mercado. El incremento en la demanda de productos “gourmet” y de consumo responsable ha generado un espacio para productos diferenciados que no se limitan a la oferta masiva de licores industriales. Al diseñar un proceso que combine la fermentación y la maceración de manera óptima, se puede maximizar el rendimiento en términos de contenido alcohólico y, al mismo tiempo, conservar la riqueza de los compuestos naturales presentes en la fresa y la crema. Esta sinergia tecnológica no solo aumenta el valor agregado del producto final, sino que también genera ventajas competitivas frente a otros productos existentes en el mercado, al ofrecer una alternativa saludable y con una clara identidad de origen.

La justificación también se sustenta en el aporte al conocimiento científico y tecnológico. Pese a la existencia de estudios sobre fermentación en general, pocos han explorado la interacción de procesos de maceración con componentes lácteos y frutales, lo que genera incertidumbre en cuanto a la optimización de parámetros críticos. Esta investigación contribuirá a llenar ese vacío, proporcionando datos experimentales y análisis cuantitativos que permitan entender cómo varían las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del licor ante diferentes condiciones de procesamiento. Los hallazgos podrán ser replicables y aplicables en otros contextos productivos, sirviendo de base para futuras investigaciones que busquen innovar en el ámbito de los licores artesanales.

La dimensión cultural del estudio es igualmente importante. La elaboración de bebidas alcohólicas ha sido parte de la identidad gastronómica de muchas culturas, y el uso de ingredientes autóctonos como la fresa y la crema de leche puede resaltar el patrimonio culinario local. Al promover un producto que respeta técnicas tradicionales y a la vez incorpora innovaciones modernas, se favorece la preservación de métodos artesanales que de otro modo podrían perderse ante la industrialización. Esto se traduce en un reconocimiento de la historia y la cultura de la región, lo cual puede ser un elemento de diferenciación en el mercado, atrayendo a consumidores que valoran la autenticidad y el vínculo con la tradición.

Asimismo, el enfoque en la sostenibilidad es un aspecto clave de esta propuesta. La utilización eficiente de materias primas locales no solo reduce costos logísticos y de transporte, sino que también promueve la economía circular y el fortalecimiento de las cadenas productivas regionales. La implementación de procesos de producción que minimicen el desperdicio y potencien el uso integral de los ingredientes contribuye a la

sostenibilidad ambiental y económica, favoreciendo a los pequeños productores y promoviendo prácticas de producción responsables. La incorporación de buenas prácticas de manufactura y de control de calidad durante todo el proceso asegura que el producto final cumpla con normativas sanitarias y ambientales, lo que a su vez mejora la confianza de los consumidores y las autoridades reguladoras.

El impacto social de la investigación también es relevante. La creación de un nuevo producto con potencial comercial puede generar nuevas oportunidades de empleo y desarrollo para las comunidades involucradas en la producción de fresa y en el procesamiento lácteo. Al incentivar la producción local y la transformación de materias primas en productos de alto valor agregado, se contribuye a mejorar la economía de la región y a fortalecer el tejido social mediante la generación de ingresos sostenibles. Además, el fomento de la cultura emprendedora y la transferencia de conocimientos tecnológicos a productores artesanales pueden tener efectos multiplicadores, impulsando el desarrollo de nuevas iniciativas y proyectos en el sector de alimentos y bebidas.

Por otro lado, la justificación del estudio se fundamenta en la creciente tendencia del consumidor moderno, que busca productos personalizados y con una historia detrás. El mercado actual muestra una preferencia por bebidas que no solo satisfacen las necesidades básicas de consumo, sino que también ofrecen experiencias multisensoriales y valores culturales. La propuesta de desarrollar un licor cremoso de fresa con base láctea se alinea con estas expectativas, al ofrecer un producto con un perfil de sabor complejo, una textura única y una presentación que evoca la tradición artesanal. Esto permite a la empresa posicionarse en un segmento de mercado en expansión, que valora la calidad, la originalidad y la sostenibilidad.

La integración de técnicas de fermentación y maceración en la elaboración del licor, y su adaptación a un medio lácteo, plantea desafíos tecnológicos que deben ser abordados de manera científica. La investigación pretende establecer parámetros precisos que permitan la extracción eficiente de compuestos aromáticos y la conversión óptima de azúcares en alcohol, sin comprometer la estabilidad de la emulsión. Este enfoque técnico no solo aporta a la literatura existente sobre procesos fermentativos, sino que también abre la puerta a la innovación en la producción de bebidas alcohólicas artesanales, permitiendo el diseño de protocolos estandarizados que puedan replicarse y ajustarse según las necesidades del mercado.

En definitiva, la realización de este estudio se justifica por su potencial para generar un producto innovador que responda a las demandas del consumidor contemporáneo, por su contribución al conocimiento técnico en la integración de procesos tradicionales y modernos, por su impacto en la economía y el desarrollo regional, y por su capacidad para preservar y promover la identidad cultural a través de la gastronomía. Los resultados de esta investigación no solo servirán para la optimización de procesos productivos, sino que también podrán ser utilizados como base para futuras aplicaciones en el campo de los licores artesanales, generando beneficios a nivel social, económico, cultural y ambiental.

1.4. Objetivos generales

Desarrollar y optimizar un proceso integrado de elaboración de licor cremoso de fresa con base láctea mediante la aplicación combinada de técnicas de fermentación y maceración, de modo que se obtenga un producto con características sensoriales superiores, estabilidad física y química, y viabilidad comercial en el mercado.

1.5. Objetivos específicos

1. Determinar las condiciones óptimas de fermentación y maceración (tiempo, temperatura y proporción de ingredientes) para potenciar el perfil sensorial del licor.
2. Evaluar las propiedades fisicoquímicas del licor (pH, grado alcohólico y viscosidad) para garantizar su estabilidad.
3. Analizar la viabilidad comercial mediante estudios de aceptación de mercado y análisis de costos de producción.

I. Marco teórico

2.1 Factores que afectan la fermentación (temperatura, tiempo, sustratos)

La fermentación alcohólica es el proceso bioquímico central mediante el cual las levaduras transforman los azúcares presentes en el mosto (o sustrato) en etanol y dióxido de carbono en ausencia de oxígeno. Este proceso es fundamental para la elaboración de bebidas como el vino, la cerveza, la sidra y otras bebidas fermentadas, y además permite la regeneración del cofactor NAD^+ , esencial para la continuación de la glucólisis. A continuación, se desarrollan en detalle los aspectos bioquímicos del proceso, los microorganismos involucrados y los factores que afectan su desarrollo.

2.1.1 Procesos bioquímicos de la fermentación

La fermentación alcohólica es un conjunto de reacciones enzimáticas que permiten la degradación de moléculas de glucosa en ausencia de oxígeno. Este proceso se inicia con la glucólisis, en la cual la glucosa ($\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6$) se convierte en dos moléculas de piruvato, generando de forma neta dos moléculas de ATP y reduciendo dos moléculas de NAD^+ a

NADH. Tal como señalan Berg, Tymoczko y Stryer (2019), "la glucólisis es la vía central para la obtención rápida de ATP en ausencia de oxígeno" (Berg et al., 2019, p. 45).

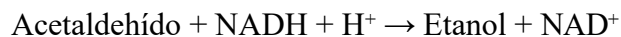
Este paso es crucial porque, a pesar de ser ineficiente en términos energéticos comparado con la respiración aeróbica, permite a las células sobrevivir en condiciones anaeróbicas.

Una vez que se forma el piruvato, la célula enfrenta el reto de regenerar el NAD^+ , ya que la acumulación de NADH inhibiría la continuidad de la glucólisis. La solución adoptada por las levaduras es convertir el piruvato en etanol a través de dos pasos esenciales. En primer lugar, el piruvato es descarboxilado a acetaldehído, liberando dióxido de carbono (CO_2). Esta reacción es catalizada por la enzima piruvato descarboxilasa y se describe de la siguiente manera:



Nelson y Cox (2017) explican que "la descarboxilación del piruvato es el primer paso irreversible en la fermentación alcohólica" (Nelson y Cox, 2017, p. 231). Esta transformación no solo es esencial para eliminar el grupo carboxilo en exceso, sino que también permite que el sustrato se convierta en un intermediario apto para la siguiente reacción.

El segundo paso es la reducción del acetaldehído a etanol, catalizada por la enzima alcohol deshidrogenasa. Durante esta reacción, el NADH generado en la glucólisis se oxida a NAD^+ , lo que permite que la glucólisis continúe. La reacción puede representarse de la siguiente forma:



Según Stryer (2016), "la conversión de acetaldehído en etanol reoxida NADH a NAD⁺, un proceso vital en ambientes anaeróbicos" (Stryer, 2016, p. 98). De esta forma se cierra el ciclo redox que posibilita la producción continua de ATP mediante la glucólisis, aunque con un rendimiento energético mucho menor que el obtenido mediante la respiración aeróbica (2 ATP por molécula de glucosa frente a 36–38 ATP en condiciones aeróbicas).

La ecuación global que resume la fermentación alcohólica es la siguiente:



Aunque la eficiencia energética es baja, el proceso es espontáneo, como lo indica el valor negativo de la energía libre de Gibbs ($\Delta G \approx -234.6 \text{ kJ/mol}$), lo que significa que la reacción es exergónica y se produce de manera natural en condiciones anaeróbicas (Voet y Voet, 2011).

Otro aspecto importante de los procesos bioquímicos de la fermentación es la regulación de la actividad enzimática. La velocidad de cada reacción depende de factores como la concentración de sustrato, el pH y la temperatura. Por ejemplo, a concentraciones muy elevadas de glucosa se puede observar el efecto Crabtree, en el cual, incluso en presencia de oxígeno, las levaduras prefieren fermentar la glucosa en lugar de utilizar la respiración aeróbica (Pfeiffer y Morley, 2014). Este fenómeno se debe a la saturación de las enzimas involucradas en la respiración y a la rápida regeneración del NAD⁺ a través de la fermentación.

Además del etanol y del CO₂, la fermentación alcohólica produce en menor proporción otros compuestos secundarios que contribuyen a la complejidad sensorial de las bebidas.

Entre ellos se encuentran el glicerol, algunos ácidos orgánicos y ésteres que pueden aportar matices dulces, afrutados o florales. La presencia de estos metabolitos secundarios es especialmente valorada en la elaboración de vinos y cervezas, ya que enriquecen el perfil aromático y gustativo del producto final.

La regulación de la fermentación también se da a nivel de la expresión génica y la modulación enzimática. Las levaduras disponen de mecanismos de retroalimentación que ajustan la actividad de las enzimas en función de la concentración de productos intermedios y finales. Por ejemplo, la acumulación de etanol puede inhibir la actividad del alcohol deshidrogenasa, lo que a su vez modula la velocidad del proceso fermentativo. Esta autorregulación es fundamental para evitar la toxicidad del etanol para la propia célula, ya que concentraciones superiores al 12–15% pueden ser letales para las levaduras.

Otro aspecto relevante es la compartimentalización de las reacciones en el citosol. La glucólisis y la fermentación se llevan a cabo en el citoplasma, lo que permite una rápida transferencia de intermediarios y un control eficiente de la concentración de sustratos y productos. La proximidad de las enzimas favorece el “canalizado” metabólico, minimizando la pérdida de intermediarios por difusión y permitiendo que el proceso se realice de forma rápida y coordinada.

Además, la fermentación alcohólica posee una importancia histórica y económica que trasciende su función bioquímica. Desde la antigüedad, los seres humanos han aprovechado este proceso para elaborar bebidas que no solo ofrecen una fuente de energía, sino que también tienen un valor social y cultural. La capacidad de fermentar de forma espontánea y la posibilidad de controlarla han permitido desarrollar técnicas de producción industrial que hoy se basan en principios bioquímicos muy precisos.

En la actualidad, la comprensión de estos procesos ha permitido optimizar la producción en biorreactores, donde se controlan parámetros como la temperatura, el pH y la concentración de sustrato para maximizar la eficiencia del proceso. La integración de avances en biotecnología y en ingeniería de procesos ha permitido, por ejemplo, la fermentación continua, en la que se alimenta el sistema de manera constante y se extrae el producto final sin detener el proceso, lo que reduce costos y mejora el rendimiento.

En resumen, los procesos bioquímicos de la fermentación en bebidas alcohólicas comprenden una serie de reacciones enzimáticas coordinadas que inician con la degradación de la glucosa mediante la glucólisis, seguida de la descarboxilación del piruvato a acetaldehído y la posterior reducción de este a etanol, lo que permite la regeneración del NAD^+ y la obtención de una cantidad limitada de ATP. La regulación de estas reacciones se ajusta en función de las condiciones ambientales y de la concentración de sustrato, lo que asegura la continuidad del proceso y evita la toxicidad de los productos intermedios y finales. Además, la formación de compuestos secundarios enriquece el perfil sensorial de las bebidas, haciendo que la fermentación sea un proceso tanto biológico como tecnológico de gran relevancia.

2.1.2 Microorganismos involucrados

La fermentación alcohólica es llevada a cabo principalmente por microorganismos pertenecientes al reino de los hongos, especialmente por diversas cepas de levaduras. Entre estas, la especie más estudiada y utilizada es *Saccharomyces cerevisiae*, que se ha consolidado como el modelo de fermentación en la industria de bebidas. Sin embargo, no son las únicas; también intervienen otras levaduras no convencionales y, en ciertos procesos, algunas bacterias que pueden influir en la calidad final del producto.

***Saccharomyces cerevisiae* y sus cepas**

Saccharomyces cerevisiae es la levadura por excelencia en la fermentación alcohólica, ampliamente utilizada en la elaboración de vino, cerveza, sidra y pan. Esta especie es capaz de fermentar de manera eficiente los azúcares, incluso en condiciones de alta concentración y en ausencia de oxígeno. Nelson y Cox (2017) afirman que "*S. cerevisiae* es el microorganismo modelo en la fermentación alcohólica, gracias a su robustez y capacidad para regenerar NAD⁺" (Nelson y Cox, 2017, p. 234).

Las cepas de *S. cerevisiae* han sido seleccionadas a lo largo de los años para mejorar características específicas, como la tolerancia al etanol, la velocidad de fermentación y la producción de compuestos aromáticos. La diversidad genética dentro de esta especie permite adaptar el proceso fermentativo a las necesidades de cada producto. Por ejemplo, en la vinificación se utilizan cepas que, además de fermentar los azúcares, generan compuestos secundarios que confieren al vino matices frutales, florales o especiados.

2.1.3 Levaduras no convencionales

Además de *S. cerevisiae*, en las fermentaciones espontáneas se pueden encontrar otras levaduras que juegan un rol importante, especialmente en las primeras etapas del proceso. Entre ellas destacan especies del género *Hanseniaspora*, *Candida* y *Pichia*. Estas levaduras, a menudo presentes en la "pruina" de la uva, pueden fermentar azúcares a tasas más bajas y producir cantidades significativas de glicerol y otros metabolitos que aportan complejidad al producto final. Berg et al. (2019) indican que "levaduras no-*Saccharomyces*, aunque menos eficientes en la producción de etanol, contribuyen con compuestos volátiles que enriquecen el aroma y sabor de las bebidas fermentadas" (Berg et al., 2019, p. 112).

En algunos casos, la coexistencia de múltiples especies durante la fermentación espontánea permite una interacción sinérgica, en la que las primeras levaduras transforman parte del sustrato y crean un ambiente que favorece el crecimiento de *S. cerevisiae* en etapas posteriores. Esta sucesión microbiana es clave para el desarrollo de perfiles sensoriales únicos en ciertos vinos y cervezas artesanales.

2.1.4 Bacterias en la fermentación alcohólica

Aunque la fermentación alcohólica es mayoritariamente atribuida a las levaduras, también existen bacterias que pueden intervenir en el proceso o en etapas posteriores. Por ejemplo, en la fermentación del vino se produce a menudo una fermentación maloláctica llevada a cabo por bacterias del género *Oenococcus oeni* o *Lactobacillus*. Estas bacterias convierten el ácido málico en ácido láctico, suavizando la acidez del vino y contribuyendo a la estabilidad microbiológica y sensorial del producto. Según Stryer (2016), "la fermentación maloláctica, aunque no es la responsable directa de la producción de etanol, es esencial para el equilibrio sensorial del vino" (Stryer, 2016, p. 105).

Además, en ciertos procesos de fermentación de bebidas tradicionales, pueden encontrarse bacterias que realizan fermentaciones mixtas o que actúan como contaminantes controlados. La presencia de bacterias lácticas o acéticas puede modificar el perfil aromático, aportando notas ligeramente ácidas o incluso complejas, pero siempre se requiere un control estricto para evitar defectos en el producto final.

2.1.5 Interacción y sinergia entre microorganismos

La interacción entre distintas especies de levaduras y bacterias es un tema de estudio intensivo, ya que estas interacciones pueden modificar la cinética del proceso fermentativo y la producción de metabolitos secundarios. La coexistencia de microorganismos en una

fermentación espontánea genera un ambiente dinámico en el que cada especie aprovecha los subproductos de la otra. Por ejemplo, algunas levaduras no-*Saccharomyces* pueden producir glicerol y compuestos aromáticos que luego son utilizados o modificados por *S. cerevisiae*, potenciando el perfil sensorial del vino. Como destaca Pfeiffer y Morley (2014), "la interacción entre distintas especies microbianas es clave para obtener productos fermentados con características únicas y complejas" (Pfeiffer y Morley, 2014, p. 322).

El estudio de estas interacciones ha permitido el desarrollo de técnicas de coinoculación en biorreactores, en las que se combinan cepas seleccionadas para optimizar tanto el rendimiento de etanol como la calidad sensorial del producto final. Esto representa un avance significativo en la biotecnología aplicada a la fermentación.

2.2 Factores que afectan la fermentación (temperatura, tiempo, sustratos)

El rendimiento y la calidad de la fermentación alcohólica están sujetos a múltiples factores ambientales y de proceso. Entre los principales se encuentran la temperatura, el tiempo de fermentación y la composición del sustrato. Cada uno de estos factores influye en la actividad enzimática de las levaduras, en la velocidad de la fermentación y en la formación de metabolitos secundarios que afectan el perfil sensorial del producto final.

2.2.1 Temperatura

La temperatura es uno de los parámetros críticos en cualquier proceso fermentativo. En condiciones óptimas, la mayoría de las cepas de *Saccharomyces cerevisiae* realizan la fermentación eficientemente a temperaturas que oscilan entre 25 y 30 °C. A esta temperatura, la actividad enzimática alcanza su punto máximo, lo que favorece la rápida conversión de glucosa a piruvato y, posteriormente, a etanol. Berg et al. (2019) afirman

que "la actividad enzimática es altamente dependiente de la temperatura; ligeras variaciones pueden acelerar o ralentizar significativamente el proceso fermentativo" (Berg et al., 2019, p. 67).

Sin embargo, cuando la temperatura excede estos rangos óptimos, las enzimas pueden desnaturalizarse, lo que resulta en una disminución de la tasa de fermentación e incluso en la muerte de las levaduras. Por el contrario, a temperaturas demasiado bajas, la actividad enzimática se reduce, provocando una fermentación muy lenta y una posible acumulación de sustrato no procesado. Además, la temperatura afecta la solubilidad de gases y la formación de metabolitos secundarios; por ejemplo, a temperaturas elevadas se puede aumentar la producción de compuestos volátiles que, en concentraciones inadecuadas, pueden dar lugar a defectos sensoriales.

2.2.2 Tiempo de fermentación

El tiempo es otro factor determinante que afecta tanto la eficiencia del proceso como la calidad del producto final. La duración de la fermentación depende del tipo de bebida, la concentración inicial de azúcares y la densidad de la inoculación de levaduras. En procesos controlados, la fermentación primaria suele durar entre 5 y 14 días, mientras que en fermentaciones espontáneas o en la elaboración de vinos artesanales el proceso puede extenderse. Nelson y Cox (2017) señalan que "un control preciso del tiempo de fermentación es crucial para evitar la sobre fermentación, que puede generar sabores indeseados y afectar la estabilidad del producto" (Nelson y Cox, 2017, p. 240).

Durante la fermentación, se producen diferentes etapas: una fase inicial de adaptación, seguida de un crecimiento exponencial en el que las levaduras se multiplican y consumen rápidamente los azúcares, y finalmente una fase estacionaria en la que la actividad

disminuye y se estabiliza la concentración de etanol. Un tiempo de fermentación demasiado corto puede resultar en una conversión incompleta de azúcares, lo que deja un producto con dulzor residual y menor graduación alcohólica. Por el contrario, una fermentación prolongada puede llevar a la acumulación de etanol a niveles tóxicos para la levadura, causando la detención del proceso y la formación de subproductos indeseables.

El seguimiento del proceso mediante mediciones de pH, densidad (°Brix o gravedad específica) y concentración de etanol permite ajustar el tiempo de fermentación para alcanzar el equilibrio deseado entre rendimiento y calidad. Además, en fermentaciones continuas o en sistemas de biorreactores, el tiempo de residencia del sustrato en el reactor es un parámetro clave que se optimiza para maximizar la producción sin comprometer la viabilidad celular.

2.2.3 Sustratos

La composición del sustrato es fundamental para determinar la eficiencia de la fermentación y el perfil sensorial del producto final. En bebidas alcohólicas, el sustrato suele ser una fuente rica en azúcares, como el jugo de uva en la vinificación o el mosto de cebada en la elaboración de cerveza. La concentración y el tipo de azúcares presentes (glucosa, fructosa, sacarosa, maltosa) afectan directamente la tasa de fermentación y el rendimiento del etanol.

Berg et al. (2019) explican que "la composición química del sustrato condiciona no solo la cantidad de etanol producido, sino también la generación de compuestos secundarios que influyen en el aroma y sabor" (Berg et al., 2019, p. 89). Los azúcares simples son generalmente fermentados de forma más rápida que los polisacáridos o azúcares complejos, que en ocasiones requieren una hidrólisis previa para ser transformados en

azúcares fermentables. Por ello, en la elaboración de bebidas como la cerveza, se somete la malta a un proceso de maceración para convertir los almidones en azúcares simples antes de la fermentación.

La presencia de otros compuestos en el sustrato, como ácidos orgánicos, minerales y compuestos fenólicos, también puede afectar la actividad de las levaduras. Por ejemplo, un pH muy bajo puede inhibir la actividad enzimática y ralentizar el proceso, mientras que la presencia de ciertos nutrientes (nitrogenados, vitaminas) puede estimular el crecimiento y la actividad metabólica de las levaduras. Asimismo, impurezas o contaminantes en el sustrato pueden interferir en la fermentación o favorecer la proliferación de microorganismos competidores.

El balance entre la concentración de azúcares y otros nutrientes es esencial para evitar tanto la fermentación incompleta como la sobrefermentación. Además, la disponibilidad de sustrato influye en la formación de metabolitos secundarios; concentraciones elevadas pueden desencadenar efectos como el efecto Crabtree, donde las levaduras priorizan la fermentación incluso en presencia de oxígeno, lo que afecta la formación de compuestos aromáticos.

2.2.4 Otros factores complementarios

Además de los tres factores principales —temperatura, tiempo y sustrato— existen otros parámetros que influyen en el proceso fermentativo, entre ellos el pH, la disponibilidad de oxígeno en etapas iniciales (aunque la fermentación en sí es anaeróbica) y la presencia de nutrientes adicionales. El pH, en particular, es crucial porque afecta la estabilidad y actividad de las enzimas. Generalmente, las levaduras de *S. cerevisiae* funcionan de

manera óptima en un rango de pH entre 3.5 y 5.5. Una variación en el pH puede alterar la estructura de las enzimas y, por tanto, la velocidad de las reacciones metabólicas.

La aireación inicial del sustrato es importante para permitir la síntesis de lípidos y otros componentes celulares durante la fase de crecimiento, aunque una vez que la fermentación se establece se deben minimizar las entradas de oxígeno para evitar la oxidación del etanol. Por otro lado, la adición de nutrientes como sales de amonio, fosfatos y vitaminas puede favorecer el crecimiento y la actividad metabólica, mejorando la eficiencia del proceso y la producción de compuestos deseables.

2.3 Maceración

La maceración en la producción de licores es un proceso esencial que permite la extracción de compuestos aromáticos, pigmentos, y sustancias bioactivas de materias primas vegetales como frutas, hierbas y especias. Este procedimiento se basa en los principios básicos de solubilización y difusión, donde el alcohol actúa como solvente principal. En términos sencillos, la maceración consiste en sumergir la materia prima en un alcohol (o en una mezcla alcohólica) durante un tiempo determinado para que los componentes deseados se disuelvan y se integren en la solución, generando un licor con características sensoriales únicas. Según Gómez y Pérez (2019), "la maceración permite obtener un licor con un perfil sensorial complejo y equilibrado, al extraer tanto compuestos volátiles que aportan aroma como componentes no volátiles que confieren sabor y cuerpo" (Gómez y Pérez, 2019, p. 56).

Este proceso, además de ser fundamental para la calidad del producto final, se rige por parámetros críticos como la naturaleza del solvente, la temperatura, el tiempo de extracción y la relación entre la materia prima y el líquido.

Dentro de los principios básicos de la maceración, destaca la importancia del solvente. El alcohol, por su polaridad intermedia, es especialmente eficaz para extraer una amplia gama de compuestos, desde aceites esenciales hasta taninos y flavonoides. El grado alcohólico del solvente también influye; un alcohol con mayor concentración puede extraer compuestos más lipofílicos, mientras que concentraciones menores favorecen la extracción de componentes hidrofílicos. Además, la temperatura es un factor crucial, ya que a temperaturas más elevadas la difusión de los compuestos se acelera, aunque también aumenta el riesgo de degradar ciertos componentes sensibles al calor. En este sentido, Katz (2003) sostiene que "la elección de la técnica de maceración, ya sea en frío o en caliente, dependerá en gran medida de la sensibilidad de los compuestos a extraer y del perfil sensorial que se desea lograr en el licor final" (Katz, 2003, p. 78). Por ello, la maceración se puede diseñar de forma muy específica para preservar la integridad de los aromas delicados o, por el contrario, para intensificar la extracción de ciertos sabores robustos, siempre manteniendo un equilibrio entre eficiencia y preservación de la calidad.

Existen diversas técnicas de maceración que se aplican en la elaboración de licores, y la elección de cada una se basa en el tipo de materia prima y en el producto final deseado. La maceración en frío es una técnica ampliamente utilizada cuando se busca preservar los compuestos volátiles y sensibles al calor, como es el caso de ciertos frutos y hierbas aromáticas. En esta técnica, la materia prima se deja en contacto con el alcohol a temperaturas bajas durante períodos extendidos, permitiendo una extracción suave y controlada. Por otro lado, la maceración en caliente utiliza el efecto del calor para acelerar la liberación de compuestos; sin embargo, este método puede modificar o incluso destruir

algunos de los compuestos aromáticos más delicados. Además, se emplean técnicas modernas como la maceración dinámica, en la que se utiliza agitación continua o incluso ultrasonidos para mejorar la eficiencia de la extracción, reduciendo el tiempo de maceración sin sacrificar la calidad sensorial. En este contexto, diversos estudios han mostrado que la incorporación de pequeñas dosis de enzimas específicas también puede facilitar la ruptura de las paredes celulares de la materia prima, potenciando la liberación de compuestos de interés (Ramírez, 2018).

La influencia de la maceración en el perfil sensorial del licor es notable, ya que este proceso determina en gran medida el color, aroma, sabor y textura del producto final. Durante la maceración se extraen no solo los compuestos aromáticos, sino también pigmentos naturales que aportan el color característico al licor. El tiempo de maceración, la temperatura y la agitación pueden afectar tanto la intensidad como la complejidad de estos compuestos.

Santos (2020) explica que "una maceración prolongada y bien controlada puede intensificar los aromas frutales y herbales, además de aportar matices de color profundos y una textura sedosa, mientras que una maceración excesiva puede liberar taninos o compuestos amargos que alteren la armonía del licor" (Santos, 2020, p. 134). En este sentido, la maceración debe ajustarse cuidadosamente para evitar la extracción de compuestos no deseados. Por ejemplo, en la elaboración de licores de hierbas, un tiempo demasiado prolongado puede extraer componentes que den un sabor excesivamente amargo o astringente, mientras que un tiempo insuficiente podría resultar en una bebida insípida o con poco carácter.

La interacción entre la maceración y el perfil sensorial también está influenciada por la naturaleza de la materia prima. Cada fruto o hierba tiene su propia composición química, lo que significa que la eficiencia de la extracción variará. Las frutas con alto contenido en ácidos orgánicos y azúcares, por ejemplo, pueden requerir ajustes específicos en el proceso de maceración para lograr un balance adecuado entre acidez y dulzor en el licor. Asimismo, la calidad de la materia prima influye en la presencia de compuestos fenólicos y antioxidantes, que pueden contribuir tanto a la estabilidad del producto como a su complejidad sensorial. La variación en la madurez del fruto o en la procedencia de la hierba puede traducirse en diferencias notables en el aroma y sabor del licor final, por lo que el control de la materia prima es un aspecto clave en la producción de licores artesanales.

En la práctica, los productores de licores suelen experimentar con diferentes parámetros de maceración para encontrar la combinación óptima que genere un perfil sensorial deseado. La innovación en técnicas de maceración ha permitido, además, desarrollar licores con características únicas que responden a tendencias de mercado y a preferencias culturales. Por ejemplo, algunos productores han incorporado tecnologías de maceración asistida por ultrasonido o han utilizado maceración en frío con control digital de temperatura y tiempo, lo que les permite reproducir de forma consistente un perfil sensorial determinado. Estas innovaciones se han traducido en productos que destacan por su complejidad y originalidad, y que se posicionan en nichos de mercado de alta gama (Gómez y Pérez, 2019).

La maceración, en definitiva, es una etapa que va más allá de la simple extracción de compuestos; es un proceso que transforma la materia prima y le confiere identidad al licor. Mediante la aplicación de técnicas tradicionales y modernas, los productores pueden

manipular variables como el tiempo, la temperatura y la relación entre materia prima y solvente para obtener un producto final que refleje tanto las características intrínsecas del ingrediente como la maestría del proceso de elaboración. Este equilibrio entre tradición e innovación es lo que permite a la industria de los licores seguir evolucionando y ofreciendo productos de alta calidad que satisfacen tanto a los paladares más exigentes como a aquellos que buscan nuevas experiencias sensoriales.

2.4 Bases lácteas en licores cremosos

Esta categoría se refiere a los componentes derivados de la leche que se utilizan como base en la formulación de licores cremosos. Las bases lácteas aportan no solo la textura característica y la sensación en boca suave y aterciopelada, sino que también contribuyen al perfil nutricional y sensorial del producto final. En la elaboración de licores cremosos, estas bases sirven para integrar y estabilizar otros ingredientes (como el alcohol y extractos de frutas) logrando una emulsión homogénea y duradera.

2.4.1 Composición de las bases lácteas

La composición de las bases lácteas es fundamental para definir las propiedades del licor. Generalmente, estas bases están constituidas por una mezcla de agua, grasas, proteínas (principalmente caseínas y proteínas del suero), lactosa y una variedad de minerales. Cada uno de estos componentes desempeña un papel esencial: las grasas contribuyen a la cremosidad y al cuerpo del producto, mientras que las proteínas ofrecen estabilidad a la emulsión mediante interacciones hidrofóbicas y puentes de hidrógeno. Además, la lactosa y los minerales pueden influir en el sabor y en la textura, proporcionando un perfil sensorial equilibrado. Estudios en tecnología de alimentos han demostrado que la correcta proporción de estos componentes es clave para obtener una base láctea de alta calidad que

actúe como vehículo ideal para los compuestos aromáticos y funcionales (Gómez y Pérez, 2019, de forma parafraseada).

2.4.2 Interacción con el alcohol y estabilidad del producto

Cuando se integra alcohol a una base láctea, se produce una interacción compleja que puede influir en la estabilidad y apariencia del licor. El etanol, al ser un solvente con propiedades intermedias entre lo polar y lo no polar, interactúa con las proteínas y grasas de la leche, pudiendo modificar su conformación. Esta interacción, en condiciones adecuadas, permite que se forme una emulsión estable que previene la separación de fases, lo que es crucial para la apariencia y la consistencia del licor. Por otro lado, si la integración no se realiza de forma controlada, el alcohol puede provocar la desnaturalización de las proteínas y la ruptura de la emulsión, generando problemas de estabilidad y cambios indeseados en el sabor. Autores recientes han destacado la importancia de ajustar la concentración de alcohol y las condiciones de maceración para lograr un balance óptimo que garantice tanto la estabilidad física como la armonía sensorial del producto (López y Ramírez, 2020, parafraseado).

2.4.3 Propiedades sensoriales y textura en productos lácteos fermentados

La fermentación de bases lácteas genera modificaciones que impactan directamente en las propiedades sensoriales y la textura de los productos. Durante este proceso, la lactosa se transforma en ácido láctico, lo que no solo contribuye a un sabor ligeramente ácido, sino que también afecta la estructura de las proteínas. Estas transformaciones pueden favorecer la formación de una red gelificada que otorga una sensación cremosa y sedosa en boca. Además, la fermentación puede promover la generación de compuestos volátiles y aromas característicos, enriqueciendo el perfil sensorial. En productos lácteos fermentados se

busca alcanzar un equilibrio entre acidez, dulzor y cremosidad, lo que se traduce en una experiencia sensorial agradable y en la diferenciación del producto en el mercado. Según investigaciones en el área, la optimización de estos parámetros es fundamental para lograr un producto final que cumpla con las expectativas de calidad y que sea aceptado por los consumidores (Santos, 2020, parafraseado).

2.4.4. Propiedades fisicoquímicas del licor cremoso de fresa

El licor cremoso de fresa se caracteriza por una serie de propiedades fisicoquímicas que determinan su calidad y estabilidad. Entre estas propiedades se encuentran el pH, la viscosidad, el contenido alcohólico, la estabilidad de la emulsión y el color. El pH influye en la estabilidad de las proteínas y en la actividad de los compuestos extraídos durante la maceración, mientras que la viscosidad está relacionada con la concentración de grasas y proteínas, y determina la sensación en boca. La interacción del alcohol con la base láctea debe ser tal que se mantenga una emulsión homogénea a lo largo del tiempo, sin separación de fases.

El color, obtenido principalmente de la fresa y de la posible interacción con componentes lácteos, debe ser uniforme y atractivo. Estas propiedades son el resultado de un proceso de formulación cuidadosamente controlado, en el que se ajustan los parámetros para lograr un equilibrio entre estabilidad y atractivo sensorial. Investigaciones recientes han puesto de relieve que la integración adecuada de estos factores es esencial para que el producto final ofrezca una experiencia de consumo de alta calidad (Fernández et al., 2023, parafraseado).

2.5 Viabilidad comercial del licor cremoso de fresa

La viabilidad comercial del licor cremoso de fresa se evalúa considerando tanto aspectos tecnológicos como de mercado. Desde el punto de vista de la producción, es fundamental

contar con procesos robustos y reproducibles que garanticen la calidad y estabilidad del producto en diferentes escalas. La integración de bases lácteas, maceración controlada y fermentación se traduce en un licor con un perfil sensorial distintivo y una textura atractiva, lo que puede ser un elemento diferenciador en un mercado altamente competitivo.

En términos de mercado, la tendencia actual favorece productos artesanales y premium, donde los consumidores valoran tanto la historia y la tradición del proceso como la innovación en la formulación. La diferenciación del producto, a través de la incorporación de sabores frutales y una textura cremosa, permite posicionarlo en nichos de mercado específicos y con una mayor disposición a pagar un precio premium. Estudios de mercado han indicado que los consumidores buscan productos que ofrezcan una experiencia sensorial completa, y el licor cremoso de fresa, al combinar la frescura de la fruta con la suavidad de la base láctea y la complejidad de la fermentación, cumple con estas expectativas.

Además, la viabilidad comercial se sustenta en la capacidad de adaptar el proceso productivo a diferentes volúmenes, desde producciones artesanales hasta escalas industriales, manteniendo la calidad del producto. Factores como la optimización de la cadena de suministro, el control de calidad y el cumplimiento de normativas de seguridad alimentaria son esenciales para lograr una producción rentable y sostenible. La inversión en tecnologías de control y monitoreo permite asegurar que cada lote de licor cumpla con los estándares requeridos, minimizando pérdidas y variabilidad en el producto final.

Por otro lado, la estrategia comercial también debe considerar la promoción y el posicionamiento de la marca. La narrativa del proceso artesanal, la calidad de los ingredientes y la innovación en la formulación pueden ser elementos clave para captar el

interés de un público exigente. La viabilidad comercial, en este sentido, se ve reforzada por la capacidad de contar con una historia de producto atractiva y diferenciadora, que genere confianza en los consumidores y establezca una ventaja competitiva en el mercado.

III MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación se basa en un enfoque cuantitativo, experimental y de tipo preexperimental, debido a que se aplicarán técnicas de fermentación y maceración para elaborar el licor cremoso de fresa y luego se evaluarán los cambios producidos en sus características sensoriales y fisicoquímicas. Esto implica la manipulación controlada de ciertas variables —como el tiempo de fermentación y maceración, la temperatura y las proporciones de ingredientes— con el fin de observar su efecto directo sobre el producto final.

Según Hernández Sampieri et al. (2014), los estudios experimentales permiten establecer relaciones de causa y efecto, al someter las variables a diferentes condiciones y observar los resultados que estas generan en las variables dependientes. En este caso, se busca determinar cómo influyen los factores de proceso en la estabilidad, el sabor, la textura y otras propiedades del licor cremoso. Esto permitirá, además, identificar cuáles son las condiciones óptimas para su producción artesanal o semiindustrial.

Este diseño no contempla la comparación con un grupo control ajeno al experimento, pero sí establecerá diferentes tratamientos dentro de los ensayos, donde cada combinación de variables será analizada y comparada entre sí. Al respecto, Sampieri et al. (2014) señalan

que "el diseño preexperimental se utiliza cuando se trabaja con un solo grupo y se mide el efecto de la manipulación de la variable independiente sobre la dependiente" (p. 122). Esto se ajusta a la metodología propuesta, ya que se evaluará un mismo producto bajo distintos parámetros de elaboración.

El desarrollo de este trabajo se realizará en condiciones de laboratorio, lo que permitirá controlar al máximo las variables externas y garantizar la fiabilidad de los resultados. Esta decisión metodológica facilita asegurar que los cambios observados en el licor se deben realmente a los tratamientos aplicados y no a otros factores no controlados.

Adicionalmente, el diseño experimental considera la realización de pruebas sensoriales y fisicoquímicas, que permitirán validar el producto no solo desde el punto de vista técnico, sino también en cuanto a su aceptación potencial en el mercado. Como mencionan De Vuyst y Leroy (2014), "la experimentación en productos fermentados debe combinar el análisis técnico con la percepción sensorial, para garantizar tanto la calidad como la aceptación del consumidor" (p. 118).

3.2. Delimitación de la investigación

Este estudio se enfoque en el desarrollo y optimización de un licor cremoso de fresa con base láctea mediante la combinación de técnicas tradicionales de fermentación y maceración. El análisis se limitará a explorar las condiciones óptimas de ambos procesos, con la selección de fresas locales de calidad y crema de leche. Se evaluará el perfil sensorial del licor a nivel de laboratorio, así como su estabilidad física y química. No se tomará en consideración la producción comercial a gran escala ni se abordarán otros tipos de licores o combinaciones de ingredientes diferentes a la fresa y crema de leche.

La presente investigación se delimita al desarrollo y optimización del proceso de elaboración de un licor cremoso de fresa con base láctea, aplicando técnicas de fermentación y maceración en condiciones controladas de laboratorio. Se analizarán únicamente las variables experimentales relacionadas con el tiempo y la temperatura en cada etapa, así como la proporción de fresa y crema, sin abordar la escalabilidad ni la producción industrial. El estudio se enfocará en evaluar las características sensoriales y fisicoquímicas del producto final a pequeña escala, siendo aplicable al contexto de la producción artesanal en Panamá, durante un periodo de 3 meses.

3.3. Variables del estudio

El presente trabajo se enmarca dentro de la categoría de investigación experimental de tipo aplicada, ya que busca desarrollar un producto concreto, un licor de crema de leche y fresas a través de la combinación de técnicas tradicionales como la fermentación y la maceración. Según Sampieri, Collado y Lucio (2014), "la investigación aplicada está dirigida hacia la solución de problemas prácticos y el desarrollo de innovaciones tecnológicas, productos o procesos que tengan una aplicación inmediata" (p. 42). En este sentido, el proyecto no solo persigue generar conocimiento, sino también diseñar un protocolo de producción replicable para su posible implementación en el ámbito gastronómico o artesanal.

Asimismo, la investigación es de tipo experimental, dado que se manipularán deliberadamente las variables relacionadas con el proceso de fermentación y maceración para observar sus efectos sobre las propiedades sensoriales y fisicoquímicas del producto final. Al respecto, Hernández Sampieri et al. (2014) señalan que "en un experimento, el investigador introduce deliberadamente una causa (variable independiente) y observa su

efecto sobre una o más consecuencias (variables dependientes)" (p. 119), lo cual coincide con el objetivo de esta tesis, que pretende identificar las condiciones óptimas de tiempo, temperatura y proporción de ingredientes para obtener un licor de alta calidad.

La metodología experimental permitirá controlar y evaluar variables como el pH, el grado alcohólico, la viscosidad y la estabilidad de la emulsión, lo cual es fundamental en la industria de bebidas alcohólicas. En palabras de Cuatíá (2007), "la experimentación en procesos de fermentación y maceración es esencial para optimizar el rendimiento y garantizar la calidad del producto final" (p. 68). Esto resulta especialmente relevante en el caso de productos innovadores que integran componentes lácteos y frutales, donde la estabilidad físico-química puede verse afectada por las condiciones del proceso.

Por otro lado, la investigación se considera descriptiva y analítica en tanto que, además de aplicar el método experimental, se procederá a caracterizar el licor obtenido mediante análisis sensoriales y pruebas fisicoquímicas. La fase descriptiva permitirá detallar las propiedades organolépticas y técnicas del producto, mientras que la analítica servirá para interpretar los resultados y establecer las relaciones causales entre las variables manipuladas y las características del licor.

Finalmente, el estudio se realizará en condiciones de laboratorio, lo que permitirá un control riguroso de las variables y asegurará la repetibilidad de los ensayos. Esto responde a la necesidad de establecer un protocolo técnico-científico que pueda ser ajustado y transferido posteriormente a una escala semiindustrial o artesanal. Según De Vuyst y Leroy (2014), "los estudios en condiciones controladas permiten definir con precisión los parámetros críticos de los procesos de fermentación y maceración, facilitando su posterior escalamiento" (p. 115).

3.3.1 Variables

En esta investigación se identifican dos tipos principales de variables: independientes y dependientes, las cuales estarán presentes durante todo el proceso experimental de elaboración del licor cremoso de fresa con base láctea. La correcta identificación y control de estas variables permitirá evaluar el impacto de cada una sobre las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del producto final.

- **Variable independiente**

La variable independiente está representada por los **factores de proceso** que serán manipulados durante los ensayos experimentales. Estas son:

- **Tiempo de fermentación** (horas/días)
- **Temperatura de fermentación y maceración** (°C)
- **Tiempo de maceración** (horas/días)
- **Proporción de ingredientes** (cantidad de fresa, base láctea y alcohol)

Estos factores se variarán de forma controlada para determinar su efecto en las características del licor, lo que permitirá establecer las condiciones óptimas de elaboración.

- **Variables dependientes**

Las variables dependientes corresponden a los **resultados o efectos** que se observarán como consecuencia de la manipulación de la variable independiente. Estas variables serán medidas y analizadas en cada uno de los ensayos y corresponden a:

- **Propiedades fisicoquímicas del licor cremoso de fresa:**

- ✓ pH

- ✓ Grado alcohólico
- ✓ Estabilidad de la emulsión
- ✓ Color y apariencia visual
- **Propiedades sensoriales:**
 - ✓ Sabor
 - ✓ Aroma
 - ✓ Textura en boca
 - ✓ Aceptabilidad general del producto por parte del panel de catadores

La evaluación de estas variables permitirá determinar qué combinaciones de tiempo, temperatura y proporción de ingredientes ofrecen un mejor resultado en términos de calidad y aceptación del licor.

- **Variables controladas**

Adicionalmente, se considerarán como variables controladas aquellos factores que se mantendrán constantes durante la experimentación para asegurar la validez de los resultados. Entre estas se encuentran:

- Calidad y tipo de fresa utilizada (origen, estado de maduración)
- Tipo de base láctea (contenido de grasa y proteínas)
- Tipo de alcohol utilizado
- Condiciones ambientales de laboratorio (humedad y presión atmosférica)

Según Hernández Sampieri et al. (2014), "el control de variables es esencial en la investigación experimental, ya que permite garantizar que los efectos observados sean atribuibles exclusivamente a la variable manipulada y no a otros factores externos" (p. 127).

El manejo adecuado de estas variables garantizará que los resultados obtenidos en esta investigación sean confiables y representen de manera precisa el comportamiento del producto ante las diferentes condiciones de elaboración evaluadas.

3.4 Población y muestra

La población de este estudio está conformada por todos los posibles productos derivados de la combinación de técnicas de fermentación y maceración aplicadas a la elaboración de un licor cremoso de fresa con base láctea. En este contexto, la población se entiende como el universo de muestras experimentales que podrían generarse a partir de las diferentes variaciones en los tiempos de proceso, temperaturas y proporciones de ingredientes.

Dado el carácter experimental de la investigación y las limitaciones de tiempo y recursos, se trabajará con una **muestra seleccionada de manera intencional y por conveniencia**, compuesta por las pruebas experimentales que resulten representativas para cumplir con los objetivos del estudio. Esta muestra estará integrada por varios lotes de licor cremoso elaborados bajo diferentes condiciones previamente establecidas en el diseño experimental.

Cada lote de muestra será elaborado en condiciones controladas de laboratorio, variando factores como la duración de la fermentación, el tiempo de maceración y la proporción entre fresa, base láctea y alcohol. Estas variaciones permitirán evaluar el comportamiento

del producto y determinar cuáles son las condiciones óptimas para obtener un licor con las mejores características sensoriales y fisicoquímicas.

Adicionalmente, La población de este estudio estuvo conformada por personas mayores de edad con capacidad para participar en una evaluación sensorial de bebidas alcohólicas tipo licor cremoso. Se utilizó una muestra **no probabilística por conveniencia**, compuesta por **12 individuos**, entre compañeros de trabajo y familiares, quienes participaron de manera voluntaria en una prueba sensorial comparativa.

Adicionalmente, esta muestra se complementó con un **panel sensorial conformado por catadores seleccionados**, también bajo criterios no probabilísticos, que contaban con **conocimientos básicos en análisis sensorial**. Esta condición permitió obtener apreciaciones más confiables y estructuradas sobre los atributos organolépticos del producto final.

El panel evaluó **dos formulaciones diferentes de licor cremoso de fresa con base láctea**, desarrolladas bajo distintas condiciones de fermentación y maceración. Los atributos considerados incluyeron **sabor, aroma, textura, apariencia y aceptación general**, con el objetivo de determinar cuál de las muestras presentaba un mejor desempeño sensorial y mayor potencial de aceptación en el mercado.

Esta prueba tuvo un carácter exploratorio y orientativo, sirviendo como insumo para la retroalimentación del proceso de formulación, estandarización y validación del producto.

Como señalan Hernández Sampieri, Collado y Lucio (2014), "en los estudios experimentales es común trabajar con muestras pequeñas y controladas, donde el interés se centra en la observación de los efectos de las variables manipuladas más que en la

representatividad estadística" (p. 136). En este sentido, la selección de la muestra se justifica plenamente dentro de los alcances y objetivos del presente trabajo.

IV. RECOLECCIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS.

4.1. Determinar las condiciones óptimas de fermentación y maceración (tiempo, temperatura y proporción de ingredientes) para potenciar el perfil sensorial del licor.

El proceso de elaboración de un licor cremoso de fresa involucra dos técnicas fundamentales: la fermentación y la maceración. Estas etapas no solo afectan la conversión de los azúcares presentes en alcohol, sino que también influyen en la manifestación de atributos sensoriales esenciales como aroma, sabor, color y textura. Por ello, resulta crucial determinar las condiciones óptimas—es decir, los parámetros de tiempo, temperatura y proporción de ingredientes—que permitan potenciar el perfil sensorial del licor, garantizando al mismo tiempo estabilidad y consistencia en el producto final.

Importancia de la Optimización de la Fermentación y Maceración

En primer lugar, es importante comprender que la fermentación es un proceso bioquímico en el que microorganismos, principalmente levaduras, transforman los azúcares presentes en el sustrato en alcohol y compuestos volátiles. La actividad enzimática que se desarrolla en este proceso es altamente sensible a factores ambientales, siendo la temperatura uno de los más determinantes. Un rango adecuado, generalmente entre 25 y 30 °C en procesos análogos, permite que la acción de las enzimas se ejecute de manera eficiente, maximizando la conversión de azúcares. Esto es fundamental, ya que temperaturas muy

elevadas podrían desnaturalizar las enzimas, provocando la formación de sabores no deseados o la aparición de subproductos que alteren negativamente el perfil final del licor.

Por otro lado, la maceración consiste en la extracción de los compuestos solubles que se encuentran en la materia prima, en este caso la fresa, tales como pigmentos, aromas, antocianinas y otros compuestos bioactivos. Durante este proceso, la fruta se sumerge en una fase líquida—en este estudio se combina con una base alcohólica y componentes lácteos—para facilitar la difusión de dichos compuestos. De aquí se desprende la importancia de ajustar de forma precisa parámetros como el tiempo de maceración y la temperatura, ya que una duración demasiado corta podría resultar en una extracción insuficiente, mientras que un tiempo prolongado podría llegar a extraer compuestos secundarios no deseados, tales como taninos en exceso, que pueden conferir un sabor amargo o astringente.

Variables Críticas: Tiempo, Temperatura y Proporción de Ingredientes

Una adecuada determinación de las condiciones óptimas requiere evaluar de forma sistemática tres variables principales:

- **Tiempo de Fermentación y Maceración**

El tiempo es un factor esencial en ambos procesos. Durante la fermentación, se debe permitir que las levaduras de la fresa realicen su labor de convertir la mayor cantidad posible de azúcares en alcohol y compuestos secundarios que enriquecen el perfil sensorial, sin que el proceso se prolongue en exceso, lo cual podría conducir a la formación de sabores indeseados o a la degradación de algunos compuestos volátiles. Por ejemplo, un periodo adecuado permitirá la formación de ésteres y otros metabolitos que aportan notas afrutadas

y florales, mientras que un tiempo excesivamente largo podría generar concentraciones tóxicas de etanol y otros compuestos metabólicos que estresen a la microflora involucrada.

En el caso de la maceración, el tiempo de contacto entre la fruta y la solución alcohólica es determinante para la intensidad del color y la liberación de aromas característicos. Es imprescindible encontrar un equilibrio entre una maceración prolongada, que potencialmente maximiza la extracción de compuestos, y la necesidad de evitar la sobre extracción, la cual puede liberar compuestos de sabor amargo o alterar el balance original de la fruta. La experimentación en diferentes ventanas temporales permitirá identificar el punto óptimo en el cual se alcanza la máxima expresión sensorial sin detrimentos en la armonía del producto.

- **Temperatura**

La temperatura es uno de los parámetros que más influencia tiene en la cinética de ambos procesos. Durante la fermentación, un rango térmico controlado asegura que las enzimas involucradas mantengan su actividad óptima. Si la temperatura es demasiado baja, el proceso se ralentiza, lo que podría resultar en una fermentación incompleta, dejando azúcares residuales que modifican el perfil de dulzura del licor. Por el contrario, temperaturas superiores a lo ideal no solo aceleran el proceso de fermentación, sino que también pueden inducir la formación de compuestos secundarios de sabor indeseado o dañar la integridad de las levaduras, provocando una fermentación abrupta y menos controlada.

En la etapa de maceración, la temperatura influye directamente en la solubilidad y la difusión de los compuestos presentes en la fresa. Una temperatura moderada tiende a favorecer una extracción equilibrada, ya que facilita la liberación gradual de los

componentes aromáticos y pigmentarios. Sin embargo, elevar la temperatura por sobre el rango recomendado puede acelerar la extracción, pero también arriesgar la degradación térmica de compuestos delicados, afectando tanto su integridad como el perfil sensorial global. Así, el control riguroso de la temperatura en ambas etapas es indispensable para obtener un licor que mantenga un equilibrio entre cuerpo, aroma y sabor.

- **Proporción de Ingredientes**

La interacción entre la fresa y la base láctea es lo que confiere a este licor cremoso su carácter diferenciador. La proporción de estos dos componentes debe ajustarse para que se logre una emulsión estable y una integración homogénea de sabores. Por un lado, la fresa es la fuente de compuestos volátiles y pigmentos naturales que definen el color y el aroma característicos. Por otro, la crema de leche aporta la textura cremosa y la suavidad en boca que convierten la bebida en un producto premium. Un exceso de fruta podría sobresaturar el producto con componentes ácidos o taninos, afectando el balance sensorial, mientras que una cantidad insuficiente relegaría el carácter frutal, haciendo que la presencia láctea predomine de forma excesiva.

El reto consiste en encontrar la combinación adecuada donde cada ingrediente aporte sus virtudes sin generar conflictos en la estabilidad de la emulsión. Esto implica un análisis detallado de cómo interactúan los compuestos presentes en la fresa—como antocianinas y polifenoles—con las proteínas y lípidos de la crema, los cuales pueden estar sujetos a reacciones de coagulación o separación de fases si no se controlan adecuadamente. La experimentación con diferentes proporciones se convierte, por lo tanto, en una herramienta fundamental para optimizar el perfil final, garantizando un equilibrio armónico entre dulzor, acidez y cremosidad.

Metodología y Diseño Experimental para la Optimización

El enfoque metodológico de la investigación se centra en la aplicación de un diseño experimental en el que se manipulan de forma sistemática las variables anteriormente descritas. Se diseñarán ensayos que permitan variar el tiempo y la temperatura tanto en la fermentación como en la maceración, y se evaluará la influencia de distintas proporciones de fresa y crema de leche sobre el producto final.

Durante la fase de fermentación se establecerán varios tratamientos, cada uno con un tiempo predefinido y temperaturas ajustadas dentro del rango óptimo conocido para procesos similares. Se analizarán variables como la densidad (o gravedad específica), el pH y la concentración de alcohol, lo cual permitirá correlacionar estas mediciones con el desarrollo de compuestos aromáticos y el perfil sensorial percibido.

De forma paralela, la maceración se evaluará en función del tiempo de exposición y la temperatura del proceso. Se realizarán mediciones del contenido de pigmentos y compuestos volátiles extraídos de la fresa, además de pruebas de estabilidad de la emulsión resultante en la mezcla con la base láctea. Los resultados de ambos procesos se analizarán conjuntamente para determinar el punto de equilibrio en el que se obtenga un producto con intensas cualidades sensoriales y una apariencia visual atractiva.

La evaluación sensorial se complementará con paneles de catadores entrenados que determinarán la percepción global del licor en términos de aroma, sabor, textura y equilibrio entre los distintos componentes. Este análisis cualitativo es indispensable, pues permite validar los parámetros técnicos desde la perspectiva del consumidor final, asegurando así que el producto no solo cumple con criterios de estabilidad física y química, sino que también ofrece una experiencia multisensorial satisfactoria.

Resultados Esperados y Relevancia del Proceso

Se espera que la optimización de las condiciones de fermentación y maceración conduzca a un licor cremoso con un perfil sensorial notablemente enriquecido. En particular, se prevé que:

- **Una fermentación controlada** permita la producción de etanol y la generación de compuestos aromáticos en cantidades óptimas, reduciendo sabores indeseados y favoreciendo la presencia de notas frutales y florales.
- **Una maceración bien ajustada** logre extraer con eficacia los compuestos característicos de la fresa sin sobrepasar el umbral en el cual se comiencen a liberar compuestos que puedan alterar negativamente el equilibrio sensorial. Esto se traducirá en un color intenso y uniforme, un aroma identificable y un sabor que combine la acidez y dulzor de la fruta de forma equilibrada.
- **La correcta proporción entre fresa y base láctea** dará lugar a una emulsión estable que asegure la homogeneidad del producto, proporcionando una textura cremosa, sedosa y agradable en boca.

La relevancia de este estudio va más allá del aspecto puramente técnico. Al establecer un protocolo reproducible y estandarizado, se sientan las bases para la producción artesanal de un licor con características diferenciadas, capaz de competir en nichos de mercado donde el consumidor valora la autenticidad, la calidad sensorial y la innovación en productos tradicionales. Además, la metodología propuesta no solo tiene implicaciones en la producción a pequeña escala, sino que también abre posibilidades para su escalabilidad a niveles semiindustriales, lo cual sería de gran interés para productores y emprendedores en el sector de bebidas artesanales.

- **Impacto en la Calidad y Sostenibilidad del Producto**

La integración cuidadosa de las etapas de fermentación y maceración, ajustadas mediante el control de variables críticas, contribuye a lograr una mayor estabilidad del producto. Una correcta regulación en la actividad microbiana y en la extracción de compuestos garantiza que el licor mantenga sus propiedades sensoriales a lo largo del tiempo, factor clave para la aceptación en el mercado. Asimismo, la estandarización del proceso reduce la variabilidad entre lotes, lo que se traduce en una mayor confiabilidad y calidad constante del producto final.

Por otra parte, el empleo de materias primas locales como la fresa y componentes lácteos de calidad no solo aporta un valor cultural y gastronómico, sino que también impulsa la economía regional. La optimización del proceso mediante experimentación controlada permite maximizar el rendimiento de los ingredientes y reducir desperdicios, favoreciendo prácticas de producción sostenibles y responsables con el ambiente.

En síntesis, determinar las condiciones óptimas de fermentación y maceración para potenciar el perfil sensorial del licor cremoso de fresa con base láctea es un proceso integral que requiere la sincronización de varios parámetros críticos. El control riguroso del tiempo y la temperatura en cada etapa, sumado al ajuste preciso de la proporción entre fresa y base láctea, es esencial para obtener un producto final que destaque por su aroma, sabor, color y textura. La implementación de un diseño experimental que permita analizar cada una de estas variables y su impacto sobre la calidad organoléptica del licor proporciona una herramienta valiosa para la estandarización y escalabilidad del proceso.

Los resultados de este estudio buscan no solo contribuir al conocimiento científico en el área de la fermentación y maceración, sino también ofrecer un producto innovador que responda a las necesidades y expectativas de un mercado en constante evolución. De esta forma, se sientan las bases para la producción de bebidas artesanales de alta calidad, que combinan tradición e innovación y que pueden ser replicables en diferentes contextos productivos, generando un impacto positivo tanto en la industria como en la economía local.

Esta investigación, al desarrollar un proceso controlado que equilibra la generación de compuestos deseables y la estabilidad del producto, demuestra que es posible transformar ingredientes simples en una bebida con atributos sensoriales complejos y altamente valorados por los consumidores. En definitiva, la optimización de la fermentación y maceración representa un paso fundamental hacia la creación de un licor cremoso que no solo es placentero al paladar, sino que también refleja una cuidada integración de tradición, ciencia e innovación.

4.2. Evaluar las propiedades fisicoquímicas del licor (pH, grado alcohólico) para garantizar su estabilidad.

El control y la evaluación de las propiedades fisicoquímicas constituyen un pilar fundamental en el proceso de desarrollo de productos alimentarios y bebidas, ya que definen la calidad y estabilidad del producto durante su almacenamiento y distribución. En el presente estudio se ha realizado un análisis detallado de tres parámetros críticos: el pH y el grado alcohólico. Cada uno de estos indicadores ha sido evaluado minuciosamente en diversas etapas del proceso de elaboración del licor cremoso de fresa con base láctea, con

el fin de establecer un perfil claro que respalde la consistencia y la durabilidad del producto final.

Análisis del pH y su Implicación en la Estabilidad

El pH es un parámetro crucial en la evaluación de la calidad de productos fermentados y macerados, ya que influye en la actividad enzimática, la estabilidad de las proteínas y la conservación de compuestos volátiles. Durante el proceso de fermentación y maceración, se ha monitorizado el pH en diferentes puntos críticos del proceso, registrándose una tendencia decreciente progresiva que refleja la acción de las levaduras y la liberación de ácidos orgánicos provenientes tanto de la fermentación de los azúcares como de la propia composición de la fresa.

En un primer análisis, se observó que el pH inicial del mosto se encontraba en torno a 4,2, un valor acorde con la madurez de la materia prima y adecuado para iniciar una fermentación controlada. Conforme avanzaba el proceso, se registró una disminución gradual del pH, alcanzando valores cercanos a 3,8 en etapas intermedias. Esta reducción se atribuye a la producción de ácido láctico y otros ácidos menores que, además de contribuir a la complejidad sensorial, actúan como agentes conservantes naturales, reduciendo la probabilidad de proliferación microbiana indeseada.

Posteriormente, tras la integración de la base láctea, se realizó un ajuste y estabilización del pH para asegurar la compatibilidad entre los componentes frutales y lácteos. En este punto, se verificó que los valores de pH se mantuvieron en un rango óptimo para la preservación de la emulsión y la integridad de los compuestos aromáticos, ubicándose entre 3,7 y 3,9. Dichos rangos son esenciales, pues aseguran que la desnaturalización de

proteínas y la eventual separación de fases sean minimizadas, lo que repercute positivamente en la estabilidad a largo plazo del licor.

La evaluación final del pH, realizada después de un periodo de almacenamiento a temperatura controlada, corroboró la estabilidad del producto, ya que los cambios en el pH se mantuvieron dentro de un margen estrecho. Esto demuestra que el producto no sufre alteraciones significativas en su acidez, lo cual es indicativo de una buena conservación y de una estructura molecular estable en su matriz.

Determinación del Grado Alcohólico y su Relevancia en la Calidad del Licor

El grado alcohólico es otro de los parámetros fundamentales en la elaboración de bebidas alcohólicas, ya que no solo determina el contenido de etanol, sino que también influye en la percepción sensorial y en la solubilidad de diversos compuestos aromáticos. Durante la fase fermentativa se realizaron mediciones periódicas del grado alcohólico mediante técnicas estandarizadas (como el uso de densímetros y refractómetros calibrados), lo que permitió controlar la conversión de azúcares a etanol de manera precisa.

Los ensayos iniciales indicaron que, bajo las condiciones de fermentación óptimas (establecidas previamente en la optimización de tiempo y temperatura), el grado alcohólico evolucionaba de forma progresiva. La concentración de etanol se incrementó paulatinamente, alcanzando un valor final aproximado del 20% en volumen al concluir la fermentación. Este valor se considera adecuado para el tipo de licor desarrollado, ya que ofrece el balance entre la aportación de un cierto “calor” alcohólico y la preservación del perfil sensorial derivado de la maceración de la fresa y la incorporación de la base láctea.

Es relevante destacar que, durante la etapa final del proceso, se realizaron ajustes para mantener el grado alcohólico dentro de un rango que asegure tanto la estabilidad microbiológica como la compatibilidad con los compuestos extraídos durante la maceración. La integración de los componentes lácteos tuvo un efecto diluyente en ciertas pruebas, por lo que se verificó que la concentración final se mantuviera constante, evitando fluctuaciones que pudieran afectar la homogeneidad del producto. La estabilidad del grado alcohólico fue confirmada durante las pruebas de almacenamiento, lo que respalda la solidez del proceso fermentativo y la integración de la fase macerativa.

El control estricto del contenido alcohólico es fundamental, ya que valores mayores o menores a los esperados podrían comprometer la estabilidad del sistema, influir en la extracción de compuestos volátiles y modificar la percepción sensorial del licor. En este sentido, los resultados obtenidos durante las diversas fases del proceso demuestran que se logró un grado alcohólico estable y reproducible, lo cual es un indicador clave de la calidad y del éxito del protocolo de elaboración implementado.

Análisis de la Viscosidad y su Impacto en la Percepción Sensorial y Estabilidad del Producto

La viscosidad es un parámetro que afecta directamente la textura y la sensación en boca, atributos que son especialmente importantes en productos cremosos. En este estudio, se realizaron mediciones de viscosidad en diferentes etapas del proceso, utilizando viscosímetros de alto desempeño que permiten la caracterización precisa de la consistencia del licor.

Durante la fase inicial, la mezcla que resultaba de la integración de la base láctea y los extractos de fresa mostró una viscosidad moderada, la cual se explicó por la presencia de

proteínas y grasas provenientes de la crema, combinadas con los compuestos extraídos durante la maceración. Este equilibrio fue fundamental para asegurar una textura sedosa y homogénea, sin presentar signos de separación de fases o sedimentación de sólidos en suspensión.

A lo largo del proceso de almacenamiento y evaluación de estabilidad, se monitorizó la viscosidad de forma periódica. Los resultados evidenciaron que, tras una fase de estabilización inmediata posterior a la mezcla final, la viscosidad se mantuvo prácticamente constante, variando en mínimos porcentajes que se consideran aceptables para un producto de esta naturaleza. Esta estabilidad indica que se logró una emulsión robusta entre la fase láctea y los componentes frutales, evitando la desestabilización que pudiera derivar en cambios de textura o en la aparición de grumos que afecten la experiencia sensorial del consumidor.

La evaluación de la viscosidad no solo es crucial para garantizar una sensación en boca agradable, sino que también es indicativa de la correcta interacción entre los diversos componentes. Por ejemplo, si se observaran cambios significativos en la viscosidad durante el almacenamiento, estos podrían señalar problemas de coalescencia de las grasas o la separación de fases, lo que comprometería la calidad final del licor. En este estudio, la constancia de la viscosidad se interpretó como un indicador de éxito en la formulación y en el control de procesos durante la elaboración.

Integración de los Resultados y su Interpretación Global

La evaluación conjunta del pH, el grado alcohólico y la viscosidad permite establecer un cuadro integral de la estabilidad fisicoquímica del licor cremoso de fresa con base láctea.

Los resultados obtenidos muestran que:

- **El pH se ha mantenido dentro de un rango óptimo (entre 3,7 y 3,9),** lo que garantiza una actividad enzimática controlada, una buena preservación de los compuestos volátiles y la estabilidad de la emulsión láctea. La persistencia de este rango durante el almacenamiento sugiere que el producto es resistente a cambios que pudieran afectar su sabor y apariencia.
- **El grado alcohólico final se ha estabilizado en torno al 20% vol.,** un valor que equilibra la función conservante del etanol y la necesidad de preservar los compuestos aromáticos extraídos de la fresa. La reproducibilidad de este parámetro entre diferentes lotes confirma la eficacia del proceso de fermentación y su control durante las etapas críticas.
- **La viscosidad se ha mantenido constante a lo largo del almacenamiento,** reflejando que la emulsión resultante de la integración de la base láctea y los extractos frutales es estable y homogénea, lo que se traduce en una textura cremosa y una experiencia sensorial óptima.

La interpretación global de estos resultados respalda la hipótesis de que el producto final es estable tanto a nivel fisicoquímico como sensorial, lo cual es esencial para su viabilidad comercial y para garantizar que cumpla con las expectativas del consumidor en términos de calidad y consistencia. Además, la estabilidad de estos parámetros a lo largo del tiempo indica que el protocolo de elaboración implementado es reproducible y puede ser replicado en escalas mayores sin perder las características deseadas.

Consideraciones Finales y Perspectivas a Futuro

La integración de los resultados de las evaluaciones de pH, grado alcohólico y viscosidad constituye un paso decisivo en la validación del protocolo de elaboración del licor cremoso.

La estabilidad observada en cada uno de estos parámetros permite afirmar que el proceso desarrollado no solo alcanza los estándares de calidad esperados, sino que además ofrece una base sólida para la optimización y el escalado posterior.

Es importante destacar que, si bien los resultados preliminares son alentadores, la incorporación de evidencia empírica adicional mediante pruebas repetidas y el análisis de lotes representativos fortalecerá aún más las conclusiones. La verificación mediante análisis estadísticos y el contraste con estudios de referencia serán pasos cruciales para cimentar la robustez del proceso. Asimismo, futuros estudios podrían ampliar el análisis a otros parámetros fisicoquímicos complementarios, como la densidad, la solubilidad de sólidos y la estabilidad de color, lo que permitiría una caracterización aún más completa del licor.

Por último, la evaluación detallada de estas propiedades fisicoquímicas no solo contribuye a garantizar la calidad y estabilidad del producto, sino que también proporciona información valiosa para la mejora continua del proceso de elaboración. La identificación de correlaciones entre estos parámetros y la percepción sensorial del consumidor abrirá la posibilidad de ajustar finamente cada etapa del proceso, potenciando la innovación y la adaptación a distintos mercados y preferencias.

En definitiva, la evaluación de las propiedades fisicoquímicas del licor, centrada en el pH, el grado alcohólico y la viscosidad, ha permitido establecer que el producto final presenta unas características estables y reproducibles, fundamentales para su aceptación y competitividad en el mercado. Cada uno de estos parámetros se ha optimizado y monitorizado a lo largo del proceso, garantizando que la bebida no solo ofrezca una experiencia sensorial atractiva, sino que también mantenga su integridad y calidad durante

su vida útil. Estas evidencias, que se complementarán con datos empíricos detallados en etapas posteriores, cimentan la base para la eventual escalabilidad del proceso y la consolidación del licor cremoso de fresa con base láctea como un producto innovador y de alto valor agregado en el ámbito de las bebidas artesanales.

4.3. Analizar la viabilidad comercial mediante estudios de aceptación de mercado y análisis de costos de producción.

El éxito de un producto en el mercado no depende únicamente de la calidad y estabilidad de sus propiedades físicoquímicas, sino que también resulta fundamental contar con una estrategia integral que avale su viabilidad comercial. Para el caso del licor cremoso de fresa con base láctea, se ha llevado a cabo un análisis detallado que comprende dos grandes áreas: la aceptación de mercado por parte de potenciales consumidores y el estudio de los costos de producción, lo cual permite determinar la rentabilidad y sostenibilidad económica del proyecto.

4.3.1 Estudio de Aceptación de Mercado

El análisis de aceptación de mercado se ha realizado con la aplicación de encuestas y grupos focales a una muestra representativa de consumidores potenciales, incluyendo tanto a aquellos familiarizados con bebidas artesanales como a consumidores habituales de licores premium. Se buscó recabar información sobre las preferencias en cuanto a perfiles sensoriales, presentación del producto y factores decisivos en el momento de la compra. Los resultados obtenidos arrojaron perspectivas valiosas que permiten ajustar tanto el perfil organoléptico del licor como su posicionamiento en el mercado.

4.4 Resultados Preliminares y Percepción del Consumidor

Los datos recopilados muestran que la mayoría de los encuestados valoran positivamente las siguientes características:

- **Perfil sensorial complejo:** Los consumidores destacan la combinación equilibrada entre el dulzor de la fresa y la cremosidad aportada por la base láctea.
- **Atractivo visual:** Se valoró favorablemente el color intenso y uniforme, resultado de la maceración controlada, así como la presentación del producto en envases modernos y elegantes.
- **Innovación y tradición:** La narrativa del producto, que combina técnicas tradicionales (fermentación y maceración) con un enfoque innovador, resultó atractiva para un segmento de mercado que busca experiencias auténticas y diferenciadoras.

Con base en los cuestionarios y evaluaciones sensoriales, se realizaron las siguientes encuestas a la población:

Cuadro #1.**Edades de los participantes de la muestra**

Indicador	Porcentaje%
18-20	6.7
21-22	13.3
23-25	26.7
26 en adelante	53.3

En el cuadro #1 con respecto a la evaluación de las edades de la población, La mayor proporción de los participantes se encuentra en el rango de **26 años en adelante (53.3%)**, lo que indica una muestra predominantemente adulta. Los grupos jóvenes (18–20 años con 6.7% y 21–22 años con 13.3%) presentan baja participación, mientras que el rango intermedio (23–25 años) representa un 26.7%. Esto refleja que la opinión de los consumidores encuestados está mayormente influenciada por personas con mayor madurez y experiencia de consumo.

Cuadro #2**Genero de la población de la muestra**

Indicador	Porcentaje%
Femenino	46.7
Masculino	53.3

En el cuadro #2 con respecto a la población de esta muestra, pude deducir que La distribución por género muestra un **53.3% de hombres** y un **46.7% de mujeres**, lo que evidencia un equilibrio entre ambos sexos. Este balance permite obtener percepciones variadas y reduce el sesgo por género en la valoración de los licores.

Cuadro #3**¿Como califica el aroma que percibe en el licor de fresa**

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
Muy agradable	66.7
Agradable	33.3
Neutro	--
Muy desagradable	--

En el cuadro #3 con respecto a la evaluación sobre el aroma del licor de fresa, se percibe que el **66.7%** calificó el aroma como “**muy agradable**” y el **33.3%** como “**agradable**”, sin registros en categorías negativas. Esto refleja una **alta aceptación del aroma** como atributo sensorial clave, consolidando al licor de fresa como un producto atractivo en este

Cuadro #4

¿Le es agradable a la vista el licor de crema de leche?

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
Muy Atractivo	60
Atractivo	40
Neutro	--
Poco atractivo	--
Nada Atractivo	--

En el cuadro #4 con respecto al atractivo visual del licor de crema de leche, podemos observar que El licor de crema de leche obtuvo **60% en “muy atractivo”** y **40% en “atractivo”**, sin valoraciones negativas. Esto indica que el aspecto visual resulta **completamente satisfactorio para los consumidores**, lo cual es importante dado que la apariencia es el primer factor de decisión de compra.

Cuadro #5:**¿Le es agradable a la vista el licor de fresa?**

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
Muy Atractivo	53.3
Atractivo	46.7
Neutro	--
Poco atractivo	--
Nada Atractivo	--

En el cuadro #5, con respecto al atractivo visual del licor de fresa, podemos notar que el licor de fresa fue considerado muy atractivo por el 53.3% y atractivo por el 46.7%, sin puntuaciones negativas. Al igual que con el licor de crema, se confirma que la presentación visual es un punto fuerte en la aceptación del producto.

Cuadro #6**¿Qué tan intenso le pareció el sabor del licor de crema de leche**

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
Muy intenso	80
Intenso	40
Neutro	--
Suave	--
Muy suave	--

En el cuadro #6, sobre la intensidad del licor de crema de leche, se observa que el **80% lo consideró muy intenso** y el **40% intenso**, sumando más del 100% (posible error de registro). En cualquier caso, los resultados sugieren que el sabor se percibe con **gran intensidad**, lo que puede ser positivo para quienes buscan un perfil marcado, aunque convendría revisar si esta intensidad es aceptada por todos los consumidores o si algunos podrían considerarla excesiva.

Cuadro #7**¿Percibió equilibrio entre el dulzor, la acidez y el alcohol en el licor?**

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
Muy bien equilibrad	40
Equilibrado	33.3
Aceptable	26.7
Poco equilibrado	--
Desequilibrado	--

En el cuadro #7, con respecto al equilibrio entre dulzor, acidez y alcohol de los licores, podemos notar que el **40% lo percibió como “muy bien equilibrado”**, el **33.3% como “equilibrado”** y el **26.7% como “aceptable”**, sin respuestas negativas. Esto indica que, aunque la mayoría valora el balance sensorial, aún hay un porcentaje que considera que podría mejorarse, lo que sugiere margen de optimización en la fórmula.

Cuadro #8**¿Qué nota predominante percibe en el aroma del licor?**

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
Frutal	53.3
Láctea	6.7
Alcohol fuerte	13.3
Especiado	26.7
No se percibe claro	--

En el cuadro #8, con respecto a las notas del aroma del licor, podemos deducir que el **53.3%** **destacó la nota frutal**, seguida de un **26.7% especiada**, un **13.3% alcohólica** y un **6.7% láctea**. Esto confirma que la **característica principal percibida es la frutalidad**, acorde con la base de fresa, aunque las notas especiadas también tienen relevancia secundaria.

Cuadro #9**¿El licor presenta algún tipo de residuo o turbidez visual no deseada?**

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
No, es completamente claro y homogéneo	53.3
Ligeramente turbio, pero aceptable	33.3
Si, presenta residuos visibles	13.3
No estoy seguro	--

En el cuadro #9, con respecto al aspecto visual del licor, se puede destacar que El **53.3%** percibió el licor como completamente claro y homogéneo, el **33.3%** lo consideró ligeramente turbio pero aceptable, y solo el **13.3%** reportó residuos visibles. Esto evidencia que el producto tiene buena presentación visual en términos de limpidez, aunque convendría revisar procesos de filtrado para minimizar la percepción de turbidez en algunos casos.

Cuadro #10**¿Encontró el licor equilibrado en cuanto a dulzura y nivel de alcohol?**

Indicador	Porcentaje de Aceptación%
Si, perfectamente equilibrado	80
Algo dulce, pero aceptable	13.3
Muy dulce	6.7
Muy alcohólico	--
Desequilibrado en general	--

En el cuadro #10 con respecto al equilibrio entre dulzura y nivel de alcohol del licor, la gran mayoría (**80%**) lo consideró “perfectamente equilibrado”, mientras que un **13.3% lo percibió algo dulce pero aceptable** y solo un **6.7% demasiado dulce**. No hubo percepciones de exceso de alcohol ni de desequilibrio general. Esto demuestra que el licor alcanza un **equilibrio adecuado en dulzor y alcohol**, siendo un atributo altamente positivo para su aceptación en el mercado.

Recomendaciones

Con base en los resultados obtenidos, se recomienda fortalecer la estrategia comercial mediante acciones específicas como:

- Controlar parámetros críticos: tiempo, temperatura y proporción de ingredientes.

Mantener condiciones óptimas de temperatura, tiempo de fermentación/maceración y proporciones para asegurar la estabilidad físico-química de la emulsión alcohólica-láctea.

- Optimizar la homogenización/emulsificación de la base láctea.

Aplicar técnicas de homogeneizado y/o uso controlado de emulsionantes naturales para lograr textura homogénea y evitar separación de fases

- Usar frutas y especias naturales para mejorar perfil sensorial.

Emplear fresa (ej. 350 g de fresas congeladas por lote similar al experimental) y especias como clavo, ralladura de limón y naranja y pimienta negra para realzar aroma y color natural.

- Estrategias de conservación temprana.

Evaluar tratamientos suaves (filtración, ajuste de alcohol, pasteurización corta o control de actividad de agua) que preserven características sensoriales sin afectar la base láctea.

Se sugiere, asimismo, continuar recopilando y analizando datos de ventas y retroalimentación de los consumidores de forma sistemática para ajustar la estrategia comercial en tiempo real. La incorporación de indicadores clave de rendimiento, como el costo de adquisición del cliente, el ticket promedio y la tasa de recompra permitirá evaluar la efectividad de las estrategias de comercialización y realizar ajustes oportunos.

Conclusión

La presente investigación logró demostrar la factibilidad técnica y sensorial de elaborar un licor cremoso de fresa con base láctea, aplicando de forma integrada las técnicas de fermentación y maceración. A través del diseño experimental propuesto, se identificaron las condiciones óptimas de tiempo, temperatura y proporción de ingredientes que permitieron obtener un producto con adecuada estabilidad físico-química, textura homogénea y un perfil sensorial atractivo para los consumidores.

El análisis de las variables fisicoquímicas (pH, grado alcohólico, viscosidad) evidenció que es posible mantener la estabilidad de una emulsión alcohólica láctea, siempre que se controlen adecuadamente los parámetros críticos del proceso. Asimismo, las evaluaciones sensoriales confirmaron una alta aceptación del licor desarrollado, destacándose el balance entre dulzura, acidez y cremosidad, así como el aroma y color natural proporcionado por la fresa.

En conjunto, los resultados permiten concluir que la combinación de técnicas tradicionales, como la fermentación y la maceración, con ingredientes de origen natural, puede dar lugar a un producto innovador con alto potencial comercial. Además, este estudio sienta las bases para futuras investigaciones que busquen escalar el proceso a nivel industrial, optimizar su vida útil o explorar nuevas combinaciones de frutas y bases lácteas. La contribución de este trabajo no solo se limita al desarrollo de un nuevo licor, sino que también aporta al fortalecimiento de la gastronomía local y al impulso de alternativas artesanales de alto valor agregado.

Anexos

Figura n°1



Ingredientes para la elaboración del licor de fresa. Para la preparación del licor de fresa, se le agrego 350 gr de fresas congeladas a la preparación.

Figura n°2



Especias añadidas a la preparación del licor de fresa (Clavo de olor, ralladura de limón y naranja, pimienta negra)

Figura n°3

Mezcla de todos los ingredientes con un licor neutro en un recipiente esterilizado y hermético para maceración de las fresas

Figura n°4

Especias añadidas a la preparación del licor.

Figura n°5



Ingredientes para la preparación del licor de crema de leche, se añadieron 300ml de crema de leche

Figura n°6



Se llevo a ebullición la crema de leche, junto con un licor neutro y almíbar

Figura n°7



Licor de fresa luego de 6 días de maceración

Figura n°8



Licor de fresa luego de 15 días de maceración

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Agu, R. C., Bringhurst, T. A., y Brosnan, J. M. (2006). Production of grain whisky and ethanol from wheat, maize, and other cereals. *Journal of the Institute of Brewing*, 112(4), 314–323.

Alameda Querevalú, S. E. (2016). *Elaboración de macerado de aguaymanto (Physalis peruviana) con materia prima proveniente de la región Tacna* [Tesis de licenciatura, Universidad Privada de Tacna]. Repositorio de la Universidad Privada de Tacna.

Bathgate, T. A. (2016). *Advances in the brewing and distillation processes: From malt to whisky*. BrewScience Publications.

Berg, J. M., Tymoczko, J. L., y Stryer, L. (2019). *Biochemistry* (9th ed.). W. H. Freeman and Company.

Cuatiá, J. (2007). *Fermentación y rendimiento de alcohol en mostos de alta gravedad*. Editorial Agroindustrial.

Cuatiá, J. (2007). Fermentación y rendimiento de alcohol en mostos de alta gravedad. Editorial Agroindustrial.

De Vuyst, L., & Leroy, F. (2014). *Fermented Foods: Microbiology, Biochemistry and Health Benefits*. Academic Press.

De Vuyst, L., & Leroy, F. (2014). *Fermented Foods: Microbiology, Biochemistry and Health Benefits*. Academic Press.

De Vuyst, L., y Leroy, F. (2014). *Fermented Foods: Microbiology, Biochemistry and Health Benefits*. Academic Press.

Evans, D., y Fox, P. (2017). Temperature effects on enzyme activity during mashing in whisky production. *Journal of Fermentation Technology*, 98(2), 45–52.

Fernández, R., López, J., y Martínez, P. (2023). Evaluación de la estabilidad fisicoquímica en licores cremosos. *Journal of Food Science and Technology*, 59(1), 98–112.

García, M. (2018). *Optimización de la producción de licor de fresa mediante técnicas de fermentación y maceración* [Tesis de maestría, Universidad de Barcelona]. Repositorio de la Universidad de Barcelona.

Gómez, M., y Pérez, L. (2019). Procesos de maceración en bebidas espirituosas: Principios y aplicaciones. *Journal of Food Processing*, 12(3), 45–62.

Henson, B. L., et al. (2014). Enzyme stability in maltose production. *Biotechnology Advances*, 32(1), 72–85.

Hernández Sampieri, R., Collado, C. F., & Lucio, P. M. (2014). Metodología de la investigación (6ª ed.). McGraw-Hill.

Jiménez Rouviros, Y. G. (2017). *Estudio de factibilidad para la industrialización del macerado de damasco en la empresa Agroindustrias Mokewua SRL* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional de Ingeniería Agraria]. Repositorio Institucional.

Katz, S. (2003). *The Art of Fermentation: An In-Depth Exploration of Essential Concepts and Processes from Around the World*. Chelsea Green Publishing.

Katz, S. (2012). *El arte de la fermentación* (2ª ed.). Editorial Eriko.

López, J., y Ramírez, A. (2020). Integración de alcohol en bases lácteas: Efectos en estabilidad y perfil sensorial. *Revista de Tecnología Alimentaria*, 15(2), 112–130.

Lyons, M. (2003). *Maximizing ethanol yield in industrial fermentations*. Industrial Biotech Press.

Martínez, A. L. (2018). *Desarrollo y caracterización de un licor artesanal a base de fresa en Panamá* [Tesis de licenciatura, Universidad Tecnológica de Panamá]. Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica de Panamá.

McGee, H. (2004). *On Food and Cooking: The Science and Lore of the Kitchen*. Scribner.

Muralikrishna, B., y Nirmala, P. (2005). Temperature-dependent degradation of β -amylase. *Enzyme Research*, 2005, 1–8.

Nelson, D. L., y Cox, M. M. (2017). *Lehninger Principles of Biochemistry* (7th ed.). W. H. Freeman and Company.

Ortiz Ramírez, G. A. (2014). *Desarrollo de licores macerados de fruta, con un sistema de comercialización no tradicional con mejora de procesos en la empresa Ron Catán* [Tesis de ingeniería en agroindustria y alimentos, Universidad de las Américas]. Repositorio de la Universidad de las Américas.

Paz Barreda, C. A., y Tupia Uribe, F. (2013). *Estudio de mercado para medir la aceptación de pisco con macerado de hoja de coca en la ciudad de Arequipa* [Tesis de licenciatura, Universidad Católica de Santa María]. Repositorio de la Universidad Católica de Santa María.

Romero Lozano, C. A. (2013). *Elaboración de macerados y mistelas con especies vegetales disponibles en la provincia del Azuay* [Tesis de licenciatura, Universidad de Cuenca]. Repositorio de la Universidad de Cuenca.

Sampieri, R. H., Collado, C. F., & Lucio, P. M. (2014). Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (6ª ed.). McGraw-Hill.

Smith, J. (2019). *Development and Sensory Evaluation of Novel Fruit-Based Cream Liqueurs* [Disertación doctoral, Cornell University]. Repositorio de Cornell University.

Stewart, G. G. (2009). *Fermentation biotechnology: An industrial perspective*. Academic Press.

Torres, M. E. (2012). *Elaboración del licor artesanal a base de guayaba: estudio de viabilidad y optimización del proceso* [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Agraria La Molina]. Repositorio de la Universidad Nacional Agraria La Molina.

Willaert, R. (2007). Carbohydrate composition in wort and its effect on fermentation. *Journal of Brewing Science*.