



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

CARRERA DE AGROINDUSTRIA

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y
PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollissima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y
LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)”**

Proyecto de Investigación presentado previo a la obtención del Título de Ingenieros
Agroindustriales

Autores:

Caisaguano Guamani Anderson Danilo

Casa Casa Jorge Luis

Tutor:

Zambrano Ochoa Zoila Eliana

LATACUNGA – ECUADOR

Febrero 2024

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Caisaguano Guamani Anderson Danilo, con cédula de ciudadanía No. 0503539686 y Casa Casa Jorge Luis, con cédula de ciudadanía No. 0503421380, declaramos ser autores del presente Proyecto de Investigación: “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollisima*) UTILIZANDO HALLACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)**”, siendo la Ing, Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg., Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

Además, certificamos que las ideas, conceptos, procedimientos y resultados vertidos en el presente trabajo investigativo, son de nuestra exclusiva responsabilidad.



Caisaguano Guamani Anderson Danilo
C.C: 0503539686
ESTUDIANTE

Latacunga, 22 de febrero del 2024



Casa Casa Jorge Luis
C.C: 0503421380
ESTUDIANTE

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CAISAGUANO GUAMANI ANDERSON DANILO**, identificado con cédula de ciudadanía **0503539686** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollisima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)**”, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

Tema: “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollisima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)**”

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de febrero del 2024.

Anderson Danilo Caisaguano Guamani

EL CEDENTE

Dra. Idalia Pacheco Tigselema, Ph.D.

LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **CASA CASA JORGE LUIS**, identificado con cédula de ciudadanía **0503421380** de estado civil soltero, a quien en lo sucesivo se denominará **EL CEDENTE**; y, de otra parte, la Doctora Idalia Eleonora Pacheco Tigselema, en calidad de Rectora, y por tanto representante legal de la Universidad Técnica de Cotopaxi, con domicilio en la Av. Simón Rodríguez, Barrio El Ejido, Sector San Felipe, a quien en lo sucesivo se le denominará **LA CESIONARIA** en los términos contenidos en las cláusulas siguientes:

ANTECEDENTES: CLÁUSULA PRIMERA. - **EL CEDENTE** es una persona natural estudiante de la carrera de Agroindustrial, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollisima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)”**, la cual se encuentra elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad; y, las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Inicio de la carrera: Octubre 2019 – Marzo 2020

Finalización de la carrera: Octubre 2023 – Marzo 2024

Aprobación en Consejo Directivo: 25 de mayo del 2023

Tutor: Ing. Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.

Tema: **“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollisima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)”**

CLÁUSULA SEGUNDA. - **LA CESIONARIA** es una persona jurídica de derecho público creada por ley, cuya actividad principal está encaminada a la educación superior formando profesionales de tercer y cuarto nivel normada por la legislación ecuatoriana la misma que establece como requisito obligatorio para publicación de trabajos de investigación de grado en su repositorio institucional, hacerlo en formato digital de la presente investigación.

CLÁUSULA TERCERA. - Por el presente contrato, **EL CEDENTE** autoriza a **LA CESIONARIA** a explotar el trabajo de grado en forma exclusiva dentro del territorio de la República del Ecuador.

CLÁUSULA CUARTA. - **OBJETO DEL CONTRATO:** Por el presente contrato **EL CEDENTE**, transfiere definitivamente a **LA CESIONARIA** y en forma exclusiva los siguientes derechos patrimoniales; pudiendo a partir de la firma del contrato, realizar, autorizar o prohibir:

- a) La reproducción parcial del trabajo de grado por medio de su fijación en el soporte informático conocido como repositorio institucional que se ajuste a ese fin.
- b) La publicación del trabajo de grado.
- c) La traducción, adaptación, arreglo u otra transformación del trabajo de grado con fines académicos y de consulta.
- d) La importación al territorio nacional de copias del trabajo de grado hechas sin autorización del titular del derecho por cualquier medio incluyendo mediante transmisión.
- e) Cualquier otra forma de utilización del trabajo de grado que no está contemplada en la ley como excepción al derecho patrimonial.

CLÁUSULA QUINTA. - El presente contrato se lo realiza a título gratuito por lo que **LA CESIONARIA** no se halla obligada a reconocer pago alguno en igual sentido **EL CEDENTE** declara que no existe obligación pendiente a su favor.

CLÁUSULA SEXTA. - El presente contrato tendrá una duración indefinida, contados a partir de la firma del presente instrumento por ambas partes.

CLÁUSULA SÉPTIMA. - CLÁUSULA DE EXCLUSIVIDAD. - Por medio del presente contrato, se cede en favor de **LA CESIONARIA** el derecho a explotar la obra en forma exclusiva, dentro del marco establecido en la cláusula cuarta, lo que implica que ninguna otra persona incluyendo **EL CEDENTE** podrá utilizarla.

CLÁUSULA OCTAVA. - LICENCIA A FAVOR DE TERCEROS. - **LA CESIONARIA** podrá licenciar la investigación a terceras personas siempre que cuente con el consentimiento de **EL CEDENTE** en forma escrita.

CLÁUSULA NOVENA. - El incumplimiento de la obligación asumida por las partes en la cláusula cuarta, constituirá causal de resolución del presente contrato. En consecuencia, la resolución se producirá de pleno derecho cuando una de las partes comunique, por carta notarial, a la otra que quiere valerse de esta cláusula.

CLÁUSULA DÉCIMA. - En todo lo no previsto por las partes en el presente contrato, ambas se someten a lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, Código Civil y demás del sistema jurídico que resulten aplicables.

CLÁUSULA UNDÉCIMA. - Las controversias que pudieran suscitarse en torno al presente contrato, serán sometidas a mediación, mediante el Centro de Mediación del Consejo de la Judicatura en la ciudad de Latacunga. La resolución adoptada será definitiva e inapelable, así como de obligatorio cumplimiento y ejecución para las partes y, en su caso, para la sociedad. El costo de tasas judiciales por tal concepto será cubierto por parte del estudiante que lo solicitare.

En señal de conformidad las partes suscriben este documento en dos ejemplares de igual valor y tenor en la ciudad de Latacunga, a los 22 días del mes de febrero del 2024.


Jorge Luis Casa Casa
LA CEDENTE


Dra. Idalia Pacheco Tigselema, PhD.
LA CESIONARIA

AVAL DE LA TUTORA DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutora del Proyecto de Investigación con el título:

“ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollisima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)”, de Caisaguano Guamani Anderson Danilo y Casa Casa Jorge, de la carrera de Agroindustria, considero que el presente trabajo investigativo es merecedor del Aval de aprobación al cumplir las normas, técnicas y formatos previstos, así como también ha incorporado las observaciones y recomendaciones propuestas en la Pre defensa.

Latacunga, 22 de febrero del 2024



Ing/ Zoila Eliana Zambrano Ochoa, Mg.
C.C: 0501773931
DOCENTE TUTOR

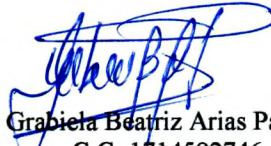
AVAL DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE TITULACIÓN

En calidad de Tribunal de Lectores, aprobamos el presente Informe de Investigación de acuerdo a las disposiciones reglamentarias emitidas por la Universidad Técnica de Cotopaxi; y, por la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales; por cuanto, los postulantes: Caisaguano Guamani Anderson Danilo y Casa Casa Jorge Luis, con el título de Proyecto de Investigación: “**ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollissima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)**”, han considerado las recomendaciones emitidas oportunamente y reúne los méritos suficientes para ser sometido al acto de sustentación del trabajo de titulación.

Por lo antes expuesto, se autoriza grabar los archivos correspondientes en un CD, según la normativa institucional.

Latacunga, 22 de febrero del 2024


Ing. Ana Maricela Trávez Castellano, Mg.
C.C: 0502270437
LECTOR 1 (PRESIDENTE)


Ing. Graciela Beatriz Arias Palma, Mg.
C.C: 1714592746
LECTOR 2 (MIEMBRO)


Ing. Nancy Fabiola Moreano Terán, Mg.
C.C: 0503352122
LECTOR 3 (MIEMBRO)

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad Técnica de Cotopaxi, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo. A mis Ingenieros, Ing. Mg. Travéz Castellano Ana Maricela, Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz e Ing. Moreano Terán Nancy Fabiola quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi tutora de tesis Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana, principal colaboradora durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Anderson Danilo Caisaguano Guamani

AGRADECIMIENTO

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición llena siempre mi vida y a toda mi familia por estar siempre presentes. Mi profundo agradecimiento a todas las autoridades y personal que hacen la Universidad Técnica de Cotopaxi, por confiar en mí, abrirme las puertas y permitirme realizar todo el proceso investigativo dentro de su establecimiento educativo. A mis Ingenieros, Ing. Mg. Travéz Castellano Ana Maricela, Ing. Arias Palma Gabriela Beatriz e Ing. Moreano Terán Nancy Fabiola quienes con la enseñanza de sus valiosos conocimientos hicieron que pueda crecer día a día como profesional, gracias a cada una de ustedes por su paciencia, dedicación, apoyo incondicional y amistad. Finalmente quiero expresar mi más grande y sincero agradecimiento a mi tutora de tesis Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana, principal colaboradora durante todo este proceso, quien con su dirección, conocimiento, enseñanza y colaboración permitió el desarrollo de este trabajo.

Jorge Luis Casa Casa

DEDICATORIA

A Dios quien ha sido mi guía, fortaleza y su mano de fidelidad y amor han estado conmigo hasta el día de hoy.

A mis padres Luis Alberto Caisaguano Vaca y María Aida Guamaní quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un sueño más, porque a pesar de mis errores ellos siempre están conmigo, gracias por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está conmigo siempre al igual que ustedes.

A mi hermano Edgar y hermanas Verónica, Alexandra y Tania por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre las llevo en mi corazón.

Anderson Danilo Caisaguano Guamani

DEDICATORIA

A mis padres Segundo Manuel y María Isabel quienes siempre me ayudan a ser fuerte y nunca a rendirme a pesar de las situaciones, a mi hijo que a pesar de la distancia es una persona que por el debo de luchar para que en futuro se dé cuenta que nunca hay que rendirse, que siempre hay una luz al final de mi túnel, a mi abuelita que se encuentra en el cielo, pero yo sé que ella desde arriba me esta iluminando el camino.

A mi hermana Mayra por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas. Finalmente quiero dedicar esta tesis a toda mi familia, por apoyarme cuando más las necesito, por extender su mano en momentos difíciles y por el amor brindado cada día, de verdad mil gracias, siempre las llevo en mi corazón.

Jorge Luis Casa Casa

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TÍTULO: “ELABORACIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA CON SUERO DE LECHE Y PULPA DE TAXO (*Passiflora var mollisima*) UTILIZANDO HA-LACTASA 5200 Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)”.

Autores:

Caisaguano Guamani Anderson Danilo
Casa Casa Jorge Luis

RESUMEN

El objetivo del presente proyecto de investigación fue elaborar una bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando HA-lactasa y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), ya que esta bebida puede representar una estrategia inteligente desde el punto de vista comercial y de sostenibilidad. Además, la combinación de ingredientes y procesos innovadores abre oportunidades para la creación de productos distintivos y atractivos en el competitivo mercado de bebidas alcohólicas; por ello, para proporcionar un valor agregado a la bebida se eligió saborizar a todos los tratamientos con pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*). Se realizó diversos estudios y procesos empleando un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial de 2^3 con dos repeticiones. Las variables de estudio utilizadas fueron las concentraciones de suero de leche y pulpa de taxo (factor A), la concentración de levadura (factor B) y concentración de enzima HA lactasa 5200 (factor C). Para ello se tomó mediciones de sólidos solubles, pH, acidez y grado alcohólico para determinar el grado de fermentación; posteriormente se realizó un análisis fisicoquímico del mejor tratamiento, que resultó ser el tratamiento T7($a_2b_2c_1$) que corresponde a (65% Suero de leche +35% Pulpa de taxo) + 1.0 Concentración de Levadura + 0,5 enzima de lactasa, obteniendo 9° de grado alcohólico, 0,18 g/L (Ac. Acético) de acidez volátil y 6,15 g/L (Ac. Tartárico) principalmente. De todos los parámetros analizados todos se encuentran dentro de los límites permitidos por las normas y sus distintos autores creando un producto que no presenta ningún tipo de peligro para la salud del consumidor, finalmente el valor de la bebida fermentada tiene un precio accesible de 3,47 ctvs.

Palabras clave: bebida fermentada, levadura, lactosuero, lactasa, taxo.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCE AND NATURAL RESOURCES

THEME: “PREPARATION OF AN ALCOHOLIC DRINK WITH WHEY AND TAXO PULP (*Passiflora var mollisima*) USING HA-LACTASE 5200 AND YEAST (*Saccharomyces cerevisiae*)”.

Author:

Caisaguano Guamani Anderson Danilo
Casa Casa Jorge Luis

ABSTRACT

The objective of this research project was to prepare an alcoholic drink with whey and taxo pulp (*Passiflora var mollisima*) using HA-lactase and yeast (*Saccharomyces cerevisiae*), since this drink may represent an intelligent strategy from the point of view commercial and sustainability. Furthermore, the combination of innovative ingredients and processes opens opportunities for the creation of distinctive and attractive products in the competitive alcoholic beverage market; Therefore, to provide added value to the drink, it was chosen to flavor all treatments with taxo pulp (*Passiflora var mollisima*). Various studies and processes were carried out using a completely randomized block design in a 23-factorial arrangement with two repetitions. The study variables used were the concentrations of whey and taxo pulp (factor A), the concentration of yeast (factor B) and concentration of HA lactase 5200 enzyme (factor C). For this, measurements of soluble solids, pH, acidity and alcoholic strength were taken to determine the degree of fermentation; Subsequently, a physicochemical analysis of the best treatment was carried out, which turned out to be treatment T7 (a₂ b₂ c₁) which corresponds to (65% Whey + 35% Taxo Pulp) + 1.0 Yeast Concentration + 0.5 lactase enzyme, obtaining 9° alcoholic strength, 0.18 g/L (Acetic Ac.) of volatile acidity and 6.15 g/L (Tartaric Ac.) mainly. Of all the parameters analyzed, all are within the limits allowed by the standards and its different authors, creating a product that does not present any type of danger to the consumer's health. Finally, the value of the fermented drink has an affordable price of 3.47 cents.

Keywords: fermented drink, yeast, whey, lactase, taxo.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
AGRADECIMIENTO	ix
AGRADECIMIENTO	x
DEDICATORIA	xi
1. INFORMACIÓN GENERAL	1
2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO	2
3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO	3
3.1. Beneficiarios directos	3
3.2. Beneficiarios indirectos	3
4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	3
4.1. Contextualización	4
5. OBJETIVOS	4
5.1. General	4
5.2. Específicos	4
6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS	5
7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA	6
7.1. Antecedentes	6
7.2. Marco Teórico	7
7.2.1. Suero de leche	7
7.2.2. Composición química del suero de leche	8
7.2.3. Proteínas del suero de leche	10
7.2.4. Importancia de las proteínas del suero de leche	10
7.2.5. Propiedades funcionales de la leche y suero de leche	11
7.2.6. Elaboración de bebidas alcohólicas	12
7.2.7. Bebidas alcohólicas: clasificación	12
7.2.8. Bebidas alcohólicas de suero de leche	13
7.2.9. Taxo	13
7.2.10. Levaduras	14
7.2.11. Lactosa	16
7.2.12. Enzima lactasa	18
7.2.13. Fermentación	19

7.2.14. Destilación	21
7.3. Marco Conceptual	21
8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS	23
9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	24
9.1. Tipos de Investigación	24
9.1.1. Investigación bibliográfica	24
9.1.2. Investigación experimental	24
9.1.3. Investigación exploratoria	24
9.1.4. Investigación descriptiva	24
9.2. Métodos de Investigación	25
9.2.1. Método científico	25
9.2.2. Método analítico	25
9.3. Técnicas de Investigación	25
9.3.1. Observación	25
9.3.2. Escala hedónica	25
9.4. Materiales y equipos	25
9.4.1. Materia prima	25
9.4.2. Materiales	26
9.4.3. Metodología de elaboración	26
9.5. Diseño experimental	39
10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS	42
10.1. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del suero de leche y pulpa de taxo para la elaboración de la bebida alcohólica	42
10.1.1. Evaluación del suero de leche	42
10.1.2. Evaluación de la pulpa de taxo	43
10.2. Evaluación de la mejor concentración de suero de leche y pulpa de taxo, levadura y enzima de HA lactasa 2500 para la bebida alcohólica	44
10.2.1. °Brix	45
10.2.2. Variable pH	49
10.2.3. Variable acidez de la bebida fermentada	54
10.2.4. Análisis de las características fisicoquímicas de las formulaciones de la bebida alcohólica de la variable grados alcohólicos	59
10.2.5. Evaluación sensorial de la bebida alcohólica	62
10.3.6. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento	72

10.3.	Análisis de costos para la elaboración de la bebida	73
10.3.1.	Costos directos.....	73
10.3.2.	Costos indirectos	74
10.3.3.	Costo total de producción.....	75
10.3.4.	Determinación de PVP con utilidad del 30%	75
11.	IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)	76
11.1.	Impacto Técnico.....	76
11.2.	Impacto Social.....	76
11.3.	Impacto Ambiental.....	77
11.4.	Impacto Económico.....	78
12.	PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO.....	78
13.	CONCLUSIONES.....	80
14.	RECOMENDACIONES	81
15.	BIBLIOGRAFÍA.....	82
16.	ANEXOS.....	91
	Anexo 1. Datos del docente tutor.....	91
	Anexo 2. Hoja de vida del estudiante 2	92
	Anexo 3. Hoja de vida del estudiante 2	93
	Anexo 4. Informe de resultados fisicoquímicos	94
	Anexo 5. Ficha organoléptica de catación	95
	Anexo 6. Registro fotográfico	97
	Anexo 7. Aval de Traductor	97

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Actividades y sistema de tareas	5
Tabla 2.	Composición de suero dulce y ácido.....	8
Tabla 3.	Contenidos en vitaminas del suero de leche.....	9
Tabla 4.	Composición general del lactosuero y su distribución proteica	9
Tabla 5.	Funciones de las proteínas del lactosuero	10
Tabla 6.	Constitución en aminoácidos esenciales	11
Tabla 7.	Propiedades funcionales	11

Tabla 8. Taxo-Composición química	14
Tabla 9. Formas de cristalización y condiciones de formación de lactosa.....	17
Tabla 10. Formulación del mejor tratamiento	34
Tabla 11. Factores de estudio	39
Tabla 12. Tratamiento de estudio	39
Tabla 13. Cuadro de ANOVA	40
Tabla 14. Cuadro de variables	40
Tabla 15. Parámetros fisicoquímicos del suero de leche.....	42
Tabla 16. Análisis microbiológico del suero de leche.....	43
Tabla 17. Parámetros fisicoquímicos del taxo.....	43
Tabla 18. Análisis de varianza de los °Brix durante la fermentación	46
Tabla 19. °Brix de la bebida alcohólica.....	47
Tabla 20. Prueba de Tukey al 5% para el factor A en los días 9 y 10.....	48
Tabla 21. Prueba de Tukey al 5% para el factor B en los días 1, 10 y 11	48
Tabla 22. Prueba de Tukey al 5% para las interacciones A*B*C en el día 9.....	49
Tabla 23. Análisis de varianza de pH durante la fermentación	51
Tabla 24. Análisis del pH	52
Tabla 25. Prueba de Tukey al 5% para el factor A del análisis del pH en los días 1, 2, 4 y 5 de las repeticiones	53
Tabla 26. Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 1,2, 4,5 y 11 en el factor B de la bebida alcohólica.....	53
Tabla 27. Análisis de varianza de acidez durante la fermentación.....	55
Tabla 28. Análisis de la acidez	56
Tabla 29. Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 2,3,4,5,6,10,11 y 12 en el factor A de la bebida alcohólica	57
Tabla 30. Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 6 y 10 en el factor B de la bebida alcohólica	57

Tabla 31. Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en el día 6 en el factor C de la bebida alcohólica.....	58
Tabla 32. Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 5, 10 y 12 en los factores de interacción de la bebida alcohólica	58
Tabla 33. Análisis de varianza del cambio de grados alcohólicos durante la fermentación ...	60
Tabla 34. Grados alcohólicos de la fermentación.....	61
Tabla 35. Prueba de Tukey al 5% para el factor A en los días 6 y 7 de la fermentación	62
Tabla 36. Análisis de varianza del color	63
Tabla 37. Análisis de varianza del olor	65
Tabla 38. Prueba de Tukey para el olor.....	66
Tabla 39. Análisis de varianza del sabor	67
Tabla 40. Prueba de Tukey para el sabor.....	68
Tabla 41. Análisis de varianza de acidez.....	69
Tabla 42. Prueba de Tukey para la acidez	70
Tabla 43. Análisis de varianza de aceptabilidad.....	71
Tabla 44: Análisis del grado alcohólico del mejor tratamiento correspondiente a T7	72
Tabla 45: Parámetros fisicoquímicos de la bebida alcohólica.....	72
Tabla 46. Costos de materia prima	73
Tabla 47. Costos de empaque	74
Tabla 48. Costo mano de obra	74
Tabla 49. Costos indirectos de producción.....	74
Tabla 50. Costo total de producción.....	75
Tabla 51. PVP bebida alcohólica a base de suero de leche, pulpa de taxo, ha-lactasa y levadura con utilidad del 30%	75
Tabla 52. PVP bebida alcohólica a base de suero de leche, pulpa de taxo, ha-lactasa y levadura 300 ml	76
Tabla 53. Presupuesto aproximado para proyecto investigativo	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Varios géneros de levaduras	15
Figura 2. Fórmula estructural de α - y β -lactosa.....	16
Figura 3. Proceso de la fermentación alcohólica.....	20
Figura 4. Desinfección de las materias	26
Figura 5. Filtración	27
Figura 6. Recepción del taxo	27
Figura 7. Recepción de la levadura y enzima.....	28
Figura 8. Clasificación.....	28
Figura 9. Pesado	29
Figura 10. Lavado.....	29
Figura 11. Despulpado.....	30
Figura 12. Filtrado	30
Figura 13. Pesado (segundo)	31
Figura 14. Control de calidad	31
Figura 15. Almacenamiento	31
Figura 16. Diagrama de flujo de la extracción de la pulpa de taxo (<i>Passiflora var mollissima</i>)	32
Figura 17. Pasteurización	33
Figura 18. Pesaje	33
Figura 19. Activación de la enzima e inactivación.....	34
Figura 20. Mezcla.....	35
Figura 21. Análisis de calidad	35
Figura 22. Incubación	36
Figura 23. Trasiego.....	36
Figura 24. Envasado	37
Figura 25. Almacenamiento	37
Figura 26. Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida.....	38

Figura 27. Promedio de sólidos solubles en los 12 días de fermentación	45
Figura 28. Promedio de pH en los 12 días de fermentación.....	49
Figura 29. Promedio de acidez en los 12 días de fermentación	54
Figura 30. Comportamiento de los promedios de la variable grados alcohólicos para obtener la bebida alcohólica	59
Figura 31. Análisis de color.....	63
Figura 32. Análisis de olor	65
Figura 33. Análisis de sabor	67
Figura 34. Análisis de acidez.....	69
Figura 35. Análisis de aceptabilidad.....	71

1. INFORMACIÓN GENERAL

Título del Proyecto:

Elaboración de una bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*passiflora var mollisima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*saccharomyces cerevisiae*)

Fecha de inicio: 10 de abril de 2023

Fecha de finalización: 18 de agosto de 2023

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache

Parroquia- Eloy Alfaro

Cantón- Latacunga

Provincia- Cotopaxi

Zona 3

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad: Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales (CAREN)

Carrera que auspicia: Ingeniería Agroindustrial

Proyecto de investigación vinculado: Caracterización del lactosuero para usos alternativos en la industria alimentaria.

Equipo de Trabajo:

Tutor de titulación: Ing. Mg. Zambrano Ochoa Zoila Eliana (Anexo 1)

- Investigador 1: Caisaguano Guamani Anderson Danilo (Anexo 2)
- Investigador 2: Casa Casa Jorge Luis (Anexo 3)

Área de Conocimiento: Ingeniería, industria y construcción.

Línea de investigación: Procesos industriales.

Líneas de investigación de la Carrera: Calidad, diseño de procesos productivos e ingeniería de métodos Agroindustrial.

2. JUSTIFICACIÓN DEL PROYECTO

Las fábricas productoras de lácteos en la provincia de Cotopaxi son de las más importantes en el sector productivo; sin embargo, de acuerdo con la literatura existente se evidenció que mucha de esta materia prima es desperdiciada (Heredia & Segura, 2019).

Así mismo, Ecuador sigue decreciendo en el ranking competitivo global del Foro Económico Mundial (Heredia y Segura, 2019), siendo necesario formular productos innovadores que permitan el crecimiento de la industria así como su sostenibilidad y prestigio mundial.

Este estudio tiene como objetivo aprender los aspectos fundamentales enfocados en las evaluaciones del suero y la bebida, pues pretende aportar con conocimiento de cómo elaborar la bebida a bajo costo y con tecnología accesible al empresario. Al producir la bebida alcohólica empleando suero de leche, ha-lactasa 5200, levadura (*saccharomyces cerevisiae*) y pulpa de taxo, como ingredientes principales, donde el taxo es una fruta que hasta ahora se ha utilizado muy poco en la industria de las bebidas alcohólicas; por ello, al combinar estos ingredientes se logrará obtener un mosto singular para la fermentación, con excelentes cualidades. Este sabor será novedoso para la población ecuatoriana, y que puede ser ampliamente aceptado por la creciente popularidad de las frutas exóticas en el país. Esto generará un gran interés en el producto, ofreciendo algo distinto en nuestra sociedad y fomentando una nueva costumbre de consumo de vino en el país, con todos los beneficios que conlleva su consumo en cantidades adecuadas.

Así mismo, esta investigación tiene un alto impacto en el ámbito de las bebidas fermentadas, ya que, al desarrollar el proyecto de elaboración de esta bebida alcohólica, caracterizándola y evaluándola, se obtendrá un registro de las variables importantes en el proceso de elaboración de vinos. Esto servirá como guía para futuras generaciones de agroindustriales y para todas aquellas personas interesadas en la ciencia y el arte de la elaboración de vinos. Además, dado que Ecuador cuenta con una gran variedad de frutas y entre ellos las exóticas, se puede aprovechar este potencial y agregar valor a las mismas elaborando vino de frutas.

Con esta investigación y las futuras investigaciones en conjunto, se podrá desarrollar una nueva línea de vinos de frutas en el país, abasteciendo el mercado local con la calidad de esta bebida alcohólica y destacando como un nuevo referente de vinos de frutas en Latinoamérica y en el mundo.

3. BENEFICIARIOS DEL PROYECTO

3.1. Beneficiarios directos

Comprende a los productores y comerciantes de taxo (*passiflora var mollisima*) ya que estos proporcionarán la materia prima para dar valor agregado; además, se incluye a empresas y microempresas queseras del cantón Latacunga. Específicamente el sector que tendrá más beneficios será la parroquia Guaytacama, barrio Pilacoto y la Universidad Técnica de Cotopaxi como sujetos a investigarse para la elaboración de la bebida alcohólica con el uso del suero de leche y taxo pues esta será reconocida como una institución innovadora que formula productos nuevos y de fácil acceso a sus consumidores.

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectamente serían los consumidores que no poseen ninguna micro o macro fabrica ya que solo se beneficiarían por qué se está fabricando un producto nuevo e innovador, pero a la vez deberán pagar un respectivo costo.

Según las previsiones realizadas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC), la ciudad de Latacunga para el año 2020 es de 205.624 sin embargo de esta cantidad se puede decir que el 60 % son niños y adulto y un 40 % se encuentran en una edad de 18-45 años, estas se beneficiarían indirectamente al ejecutar este proyecto investigativo. Cabe indicar que este es el dato más actualizado que existe en cuanto a los habitantes de Latacunga.

4. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El principal problema encontrado fue que había poca información sobre las empresas que solo comercializaban leche, así como el uso o disposición final que se da al suero de leche, minimizando así la posibilidad de crecer en el área comercial.

Entre las principales causas se identificó:

- Poco interés por parte de las autoridades en esta industria.
- Bajo posicionamiento de productos lácteos en el mercado local.
- Canales de distribución inadecuados pues las estrategias de comercialización son obsoletas.
- Conocimientos desactualizados en buenas prácticas manufactureras.
- Desperdicio.

Por ello, resulta de vital importancia formular prácticas adecuadas que permitan dar un buen manejo al suero de leche proveniente de las actividades propias de la industria láctea que se

encuentran en la provincia de Cotopaxi y cantón Latacunga, con el fin de aumentar ingresos económicos en las empresas y así mejorar su rentabilidad.

4.1.Contextualización

La producción mundial de queso genera aproximadamente 17 millones de toneladas al año, lo que resulta en una gran cantidad de suero de leche como subproducto, con un volumen de alrededor de 190 millones de toneladas anuales (Rosas y Acebo, 2022). Aunque la industria láctea representa solo un 2,6% de la producción mundial de alimentos según la FAO, el suero de leche, subvalorado y a menudo desechado, contribuye a la contaminación ambiental (Cisneros, 2022).

En América Latina, aunque no se tienen cifras exactas sobre la cantidad de suero desperdiciado, se estima que cientos de toneladas se pierden anualmente (Salvador y Sorto, 2019). En Ecuador, se producen alrededor de 900.000 litros de suero al día, pero solo el 10% se utiliza industrialmente, debido a restricciones legales impuestas en 2019 que limitan su comercialización y uso.

El vertido de suero de leche en cuerpos de agua causa contaminación y daños ecológicos, afectando la vegetación, la fauna y la productividad agrícola. Sin embargo, se plantea la posibilidad de establecer fábricas que aprovechen este subproducto para crear empleo y ofrecer productos nutritivos y accesibles, ya que el suero de leche es rico en proteínas, vitaminas y minerales, y bajo en lactosa, lo que lo convierte en un valioso recurso alimenticio (UTPL, 2021).

5. OBJETIVOS

5.1. General

Elaborar una bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

5.2. Específicos

- Realizar la evaluación fisicoquímica del suero de leche y pulpa de taxo para la elaboración de la bebida alcohólica con sabor a taxo.
- Evaluar la mejor concentración de suero de leche y pulpa de taxo, levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y la enzima de H.A lactasa 5200 para la bebida alcohólica.
- Establecer los parámetros fisicoquímicos del mejor tratamiento.
- Analizar los costos necesarios para producir la bebida.

6. ACTIVIDADES Y SISTEMA DE TAREAS EN RELACIÓN A LOS OBJETIVOS PLANTEADOS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas

Objetivos Específicos	Actividad	Resultado	Medio de verificación
<p>Objetivo 1. Realizar la evaluación fisicoquímica del suero de leche y pulpa de taxo para la elaboración de la bebida alcohólica con sabor a taxo.</p>	Realizar los diferentes análisis fisicoquímicos de la materia prima que se va a utilizar para la elaboración de la bebida alcohólica.	<p>Análisis fisicoquímicos del suero de leche: Acidez titulable pH °Brix</p> <p>Análisis fisicoquímico de la pulpa de taxo: Forma Longitud Peso Sólidos solubles pH.</p>	Análisis de los resultados fisicoquímicos de la materia prima. .
<p>Objetivo 2. Evaluar la mejor concentración de suero de leche y pulpa de taxo, levadura y la enzima de H.A lactasa 5200 para la bebida alcohólica.</p>	<p>Mediciones de los parámetros fisicoquímicos durante el proceso de fermentación.</p> <p>Aplicación de prueba hedónica.</p>	<p>Análisis fisicoquímicos: Sólidos solubles pH Acidez Grados alcohólicos</p> <p>Análisis sensorial: Examen visual Examen olfativo Examen gustativo.</p>	<p>Resultados fisicoquímicos obtenidos del paquete estadístico Infostat.</p> <p>Identificación de los análisis obtenidos de los resultados de aceptabilidad.</p>
<p>Objetivo 3. Establecer los parámetros fisicoquímicos del mejor tratamiento.</p>	Análisis fisicoquímicos de acuerdo con la Norma INEN 374.	Análisis y discusión de los resultados fisicoquímicos obtenidos conforme a la Norma INEN 374.	Resultados obtenidos de los análisis en laboratorio conforme a la normativa del mejor tratamiento.
<p>Objetivo 4. Analizar los costos para producir la bebida.</p>	Valorar los costos de la producción y precio de venta al público de la bebida alcohólica.	Costos de producción y venta al público determinados para la bebida.	Empleo de metodología “Emprendedor inteligente” de Reyes (2021) para los respectivos cálculos.

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

7. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICO TÉCNICA

7.1. Antecedentes

El proyecto de investigación se centró en la creación de un prototipo de bebida alcohólica utilizando suero de leche como materia prima en colaboración con la Universidad San Francisco de Quito y la industria alimenticia. Se formó un equipo multidisciplinario para abordar el problema de la optimización de alimentos no consumidos. Se emplearon métodos como el modelo de negocio Canvas para recopilar datos y presentar una propuesta de prototipo. Se concluyó con la fabricación de vodka al 40% en pequeñas cantidades, con planes de expansión a mayor escala y distribución a cargo de empresas aliadas (Paredes, 2020).

Así mismo, el trabajo investigativo denominado “Fermentación de lactosuero para la obtención de etanol y su uso en cervezas y bebidas saborizadas. Revisión de literatura”, que tuvo como propósito evaluar el uso del suero derivado de la leche para obtener etanol y aplicarlo en bebidas saborizadas y cervezas, empleó ingredientes como enzimas, tipos de microorganismos, y exigencias fermentativas para producir etanol. Además se consideró que en el transcurso del proceso fermentativo del lactosuero con *Saccharomyces cereviceae*, las cantidades de etanol conseguidas son mínimos, lo que muestra que la producción del proceso fermentativo para la fabricación de etanol es pequeña, no obstante, usando ciertas levaduras que tienen la capacidad de hidrólisis para la lactosa logrando conseguir etanol con porcentaje mayor (Aráuz, 2020).

Por otra parte, Rodríguez et al (2020) sugirieron agregar pulpa de guayaba (*Psidium guava* L.) al suero fermentado para crear un licor. Su objetivo fue desarrollar una bebida de suero fermentado conteniendo *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* con adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba, con estabilidad y buena aceptabilidad. Para desarrollar las formulaciones, se realizaron mezclas, donde se tomó en cuenta variables independientes como suero, pulpa de mango y salvado de trigo; y las variables dependientes: estabilidad y aceptabilidad del líquido.

La bebida de mayor aceptación estuvo compuesta de suero con 79,5%, pulpa de guayaba (10%), azúcar con 7%, cultivo *Lactobacillus acidophilus* y *Lactobacillus casei* (1:1), salvado de trigo (0,5%) y goma guar (0,3%). Los posibles clientes concedieron la evaluación de “me gusta” y se definió como una bebida de olor y color con característico sabor a guayaba, dulce moderado, sabor bajo en sal y con acidez ligera, con homogeneidad admisible, baja viscosidad y grumos por el trigo. La bebida obtenida tuvo hidratos de carbono (11,78 %); proteínas (0,63 %); cenizas (0,47 %); grasa (0,1 %) y valor energético de 211,46 kJ/100 g.

Por su parte, Mieles et al (2018) plantearon la producción de una bebida usando subproductos lácteos; su propósito fue evaluar el uso de suero y goma xantana en la producción de jugo de naranja. Se usó un boceto al azar, con factorización 2^2 y repeticiones de cuatro. Los análisis se hicieron empleando la prueba de Tukey 5% y Análisis de Varianza. El procedimiento que contenía suero ácido al 10% y goma xanthan al 0,1% cumplió con los detalles determinados para potencial Hidrógeno, sólidos solubles y acidez. El análisis sensorial se situó entre “me gusta” y “me gusta mucho”. El propósito de adquisición expuso que el 86 por ciento de clientes adquiriría la bebida.

A estas investigaciones, se suma el trabajo de “Elaboración de una bebida alcohólica a partir de suero de leche dulce proveniente de queso fresco y mora (*Rubus glaucus* Benth)” ejecutado por Puentes (2018). Este estudio investigó la producción de un vino utilizando mora y suero de leche, en conformidad con la normativa INEN vigente. Se desarrollaron 9 modelos con diferentes contenidos de materia prima, y mediante ANOVA y comparación de medias, se seleccionaron los modelos para un análisis sensorial destinado a evaluar su aceptación por parte de los consumidores. Además, se evaluó la cantidad de metanol en estas bebidas, comparando los resultados con los estándares establecidos y utilizando análisis estadístico para determinar posibles diferencias significativas entre los métodos oficiales y no oficiales de medición. (Poveda, 2013)

7.2. Marco Teórico

7.2.1. Suero de leche

El suero de leche, un subproducto de la elaboración del queso es rico en lactosa, proteínas y nutrientes, cuyas propiedades varían según el tipo de queso y el método de producción. Se clasifica como dulce si se utiliza enzimas para cuajar la leche y ácido si se emplean ácidos orgánicos en su proceso. Este subproducto, con su alto valor nutricional, encuentra múltiples aplicaciones en la industria alimentaria, incluyendo su uso como edulcorante en diversos alimentos (Parra, 2009).

Asas et al. (2021) exponen que el suero de leche se separa de la cuajada cuando se elabora el queso, presentándose en fase acuosa, con una coloración amarillo-verdosa, cuya composición promedio es de 0,3% en grasas, 4,9% en lactosa, 0,6% en cenizas y 0,9% en proteínas, siendo el principal desecho derivado de la industria de leche. Así mismo, Poveda (2013) indica que el

suero de leche o lactosuero se obtiene separando el coágulo de la leche durante la fabricación del queso mediante ácidos o enzimas como la renina.

7.2.2. *Composición química del suero de leche*

Por su constitución química, el suero de leche es altamente nutritivo, su constitución está en función del tipo de ganado, raza y alimentación, época del año y fundamentalmente los métodos de fabricación utilizados en la producción del queso. Dado que contiene de 45 a 50 g l⁻¹, o 50 l de sólidos totales, la lactosa es el constituyente principal; el contenido de proteína varía de 6 a 8 g l⁻¹, con contenido de 0,5 g l⁻¹ de ácido láctico, así como cuantías significativas de ácido cítrico, urea y ácido úrico y vitamina B. Además, es considerado un contaminante ambiental en algunos países, ya que muchas veces es vertido al suelo y/o ríos, perturbando gravemente el medio ambiente y el oxígeno disponible. Hay una demanda bioquímica de oxígeno (DBO) de 35 kg y una demanda química de oxígeno (DQO) de 68 kg producidas por 1000 litros de CG, respectivamente, equivalentes a la capacidad de contaminación del agua de 450 personas por día (Chacón et al., 2017).

Según Parra (2009) el perfil nutricional del suero agridulce demuestra que el suero dulce tiene mucha lactosa, como se muestra en la.

Tabla 2. *Composición de suero dulce y ácido*

Componente	Suero dulce (g/L)	Suero ácido (g/L)
Sólidos totales	63,0-70,0	63,0-70,0
Lactosa	46,0-52,0	44,0-46,0
Proteína	6,0-10,0	6,0-8,0
Calcio	0,4-0,6	1,2-1,6
Fosfatos	1,0-3,0	2,0-4,5
Lactato	2,0	6,4
Cloruros	1,1	1,1

Nota: Adaptado de Parra (2009).

Así mismo, de acuerdo con Parra (2009) de cualquier tipo de suero, se origina aproximadamente 9 kg de suero por kg de queso, correspondiente a 85-90% del volumen de leche con contenido de 55% de su valor nutricional. La **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el contenido de vitaminas del suero de leche, con la concentración más alta encontrada para el ácido pantoténico con 3,4 mg/ml, seguido del ácido ascórbico con 2,2 mg/ml.

Tabla 3 *Contenidos en vitaminas del suero de leche*

Vitaminas	Concentración (mg/ml)	Necesidades diarias (mg)
Tiamina	0,38	1,5
Riboflavina	1,2	1,5
Ácido nicotínico	0,85	10-20
Ácido pantoténico	3,4	10
Piridoxina	0,42	1,5
Cobalamina	0,03	2
Ácido ascórbico	2,2	10-75

Nota: Adaptado de Parra (2009).

En lo que respecta a la composición nutricional del lactosuero, la variabilidad puede ser significativa, dependiendo de las características específicas de la leche empleada en la fabricación del queso, el tipo de queso producido y el proceso tecnológico utilizado. A partir de estas divergencias, se identifican dos categorías fundamentales de suero lácteo: 1) Lactosuero dulce, originado mediante actividad enzimática y con una mayor presencia de lactosa. 2) Lactosuero ácido, que se obtiene mediante acción ácida y presenta una concentración elevada de proteínas (Poveda, 2013), como se evidencia en la:

Tabla 4 *Composición general del lactosuero y su distribución proteica*

Componente	Observaciones
Lactosa	95% de la lactosa de la leche, en proporción 4,5-5,0 % p-v; 46,0-52,0 g/L en lactosuero dulce y 44,0-46,0 de lactosuero ácido.
Proteína	Proporción 0,8-1,0% p/v. 6,0 g/l en lactosuero dulce y 6,0-8,0 g/l en lactosuero ácido.
α -Lactoalbúmina	30% del total de contenido proteico.
β -Lactoglobulina	Tiene propiedades emulsionantes, además de interactuar con compuestos como retinol y ácidos grasos.
Globulina	Equivale al 10% de total de proteínas.
Proteasas-peptonas	Equivale al 10% de total de proteínas. Lactoferrinas, albúmina, inmunoglobulinas, factores de crecimiento, glicoproteínas y enzimas.
Lípidos	0,5-8,0% de materia de grasa de la leche.
Vitaminas	Tiamina 0,38 mg/ml Riboflavina 1,2 mg/ml Ácido nicotínico 0,85 mg/ml Ácido Pantoténico 3,4 mg/ml Piridoxina 0,42 mg/ml Cobalamina 0,03 mg/ml Ácido ascórbico 2,2 mg/ml.
Minerales	8-10% de extracto seco. Calcio (0,4-0,6 g/l el lactosuero dulce y 1,2-1,6 g/l en lactosuero ácido. Potasio Fósforo Sodio y Magnesio.
Compuestos biológicamente activos y péptidos bioactivos	Con potencial hipertensivo, actividad antioxidante y antimicrobiana, entre otros.

Nota: Adaptado de Poveda (2013).

7.2.3. *Proteínas del suero de leche*

Para producir queso se requieren 85–90 litros de leche, de los cuales las proteínas de suero (PS) representan el 55% de la composición nutritiva. Estas proteínas incluyen β -lactoglobulina (β -LG) y α -lactoalbúmina (α -LA), también contiene otras proteínas en cantidades menores, como inmunoglobulinas y albúmina, además de aminoácidos esenciales, destacando altas concentraciones de L-valina, L-isooleucina y L-leucina (Chacón et al., 2017). Las proteínas presentes en el lactosuero tienen una valiosa cuantía biológica y sirven como fuente de aminoácidos esenciales, los cuales aportan a la alimentación del consumidor (Cisneros, 2022). Entre sus principales funciones se encuentran:

Tabla 5. *Funciones de las proteínas del lactosuero*

Proteína	Función relevante
Inmunoglobulinas	Funcionan como anticuerpos en el cuerpo del ser humano.
Lactoglobulinas	El cuerpo humano no las produce.
Albúminas	Es un emulsionante y espumante de la industria de lácteos.
Lactoalbúminas	Es precursor de la lactosa.

Nota: Adaptado de Cisneros (2022).

Está compuesto principalmente por proteínas séricas desnaturalizadas, divididas en aproximadamente 55-65% de β -Lg, 15-25% de α -La, y otras proteínas en porcentajes menores, como inmunoglobulinas, seroalbúminas, proteosomas-peptonas, caseína soluble y proteínas menores, junto con péptidos (Ramírez et al., 2018).

7.2.4. *Importancia de las proteínas del suero de leche*

Parra (2009) manifiesta que el suero de leche contiene específicamente alrededor del 20 % de proteína de leche y alrededor del 10 % de beta-lactoglobulina (beta-LG) y todos los productos lácteos aceptados con 4% de proteína alfa-lactoalbúmina. Además, también contiene otras proteínas como lactoperoxidasa, lactoferrina, inmunoglobulina y la glicaromecropedis. La siguiente tabla muestra el contenido de ácido del suero, mostrando que la lisina y la leucina son los aminoácidos más abundantes:

Tabla 6 *Constitución en aminoácidos esenciales*

Aminoácidos	Suero de leche	Huevo	Equilibrio según la FAO
Treonina	6,2	4,9	3,5
Cisteína	1,0	2,8	2,6
Metionina	2,0	3,4	2,6
Valina	6,0	6,4	4,8
Leucina	9,5	8,5	7,0
Isoleucina	5,9	5,2	4,2
Fenilalanina	3,6	5,2	7,3
Lisina	9,0	6,2	5,1
Histidina	1,8	2,6	1,7
Triptófano	1,5	1,6	1,1

Nota: Adaptado de Parra (2009).

7.2.5. *Propiedades funcionales de la leche y suero de leche*

Parra (2009) indica que debido a sus cualidades gelificantes y emulsionantes, la proteína de suero de leche se usa con frecuencia en una variedad de productos alimenticios, y la lactoglobulina actúa como agente gelificante primario. Las características funcionales del suero en comparación con la leche se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7 *Propiedades funcionales*

Propiedades	Caseínas	Proteínas de lactosuero
Hidratación	Capacidad de retención de agua de muy alta viscosidad (CRA)	CRA aumenta con la desnaturalización de proteínas
Solubilidad	Punto isoeléctrico de solubilidad (pI)	Insoluble a pH 5 cuando se desnaturaliza por calor
Gelificación	El gel térmico no se produce a menos que haya calcio presente. Gel micelar de quimosina.	Inicio del gel térmico a 70°C: efecto del pH y la sal
Viscosidad	Solución muy viscosa con pH alcalino y neutro. Menor viscosidad pI	Las soluciones no son muy viscosas a menos que se desnaturalicen con el calor.
Propiedades emulsificantes	Excelentes propiedades emulsionantes, especialmente a valores de pH alcalino y neutro	Propiedades emulsionantes buenas, excepto con pH 4-5
Retención de sabores	Buena retención del sabor	Luego de la desnaturalización hay retención variable
Propiedades espumado	Espuma con baja estabilidad	Espuma con buena estabilidad

Fuente: Adaptado de Parra (2009).

Así mismo, Quiñones (2021) indica que entre algunas de las propiedades funcionales del suero de leche están: propiedades bioactivas de función inmunoprotectora, antibacteriana y moduladora del sistema inmunológico. Así mismo, tiene propiedades funcionales que mejoran

las propiedades sensoriales. Estas mejoras se reflejan en la textura, especialmente en la cremosidad, así como en un mayor valor nutritivo y biológico.

7.2.6. *Elaboración de bebidas alcohólicas*

De acuerdo con Miranda (2017) las bebidas alcohólicas se obtienen mediante la fermentación de alcohol con levadura *Saccharomyces*, con o sin destilación, rectificación o redestilación, en presencia de productos naturales, utilizando plantas con capacidad de envejecimiento y con un grado alcohólico estimado en 20 (293K). Así mismo, Ulloa (2015) indica que las bebidas alcohólicas son aquellas elaboradas mediante fermentación, destilación u otro proceso y contienen etanol. Estas abarcan aquellas que contienen contenido alcohólico, pudiendo clasificarse como fermentadas, como el vino, cava, cerveza y sidra, o destiladas, como los licores. No obstante, todas comparten la presencia de un porcentaje específico de alcohol puro, oscilando entre el 1,2% y el 40% (Córdoba et al., 2007).

7.2.7. *Bebidas alcohólicas: clasificación*

López et al. (2013) indican que hay varias formas en que se puede categorizar las bebidas alcohólicas, las cuales se describen a continuación:

- a) La cerveza y otras bebidas no destiladas elaboradas con ingredientes que no sean frutas pueden ser de fermentación superior o inferior.
- b) El vino es una bebida de frutas no destilada que se puede clasificar en diferentes tipos según su madurez.
- c) Así mismo, manifiestan que, junto con la cerveza, otras bebidas alcohólicas como el brandy, el ron, el whisky, el vodka, la ginebra y el tequila que se destilan por fermentación a partir de productos con diversos orígenes botánicos también están ampliamente disponibles en el mercado.

A esto se suma, lo expuesto por Granda (2022) quien manifiesta que existen bebidas alcohólicas como: cerveza, vino, bebidas destiladas que se pueden obtener de cualquier fuente que contenga etanol; dividiéndose en dos grupos: el vodka y la ginebra sin añejar. Por último, los licores son bebidas alcohólicas que se elaboran macerando la fruta en aguardiente, destilando la mezcla resultante tras añadirla a un almíbar que también contiene una pequeña cantidad de esencia o vainilla.

Por su parte, Casas et al. (2015) indican que el vino resulta de la fermentación de la uva, realizada en dos etapas: la obtención del mosto a través de la maceración de las uvas, seguida

de la fermentación por *Saccharomyces cerevisiae* y levaduras nativas, logrando un grado alcohólico que oscila entre 7° y 20°. La sidra se obtiene triturando manzanas y fermentándolas con *S. cerevisiae*, alcanzando un grado alcohólico de 9°, pudiendo obtenerse variantes dulces o gaseosas mediante la interrupción del proceso fermentativo. Finalmente, bebidas destiladas como el ron, whisky y tequila son elaboradas a través de procesos de fermentación y destilación de residuos de caña, cebada y mostos de *Agave tequilana*, respectivamente, con *S. cerevisiae* como protagonista en la fermentación. Estas bebidas pueden alcanzar diferentes grados alcohólicos, contribuyendo a la diversidad de opciones en el mercado.

7.2.8. Bebidas alcohólicas de suero de leche

Mazorra y Moreno (2019) explican que el proceso de elaboración de bebidas con suero abarca una amplia gama de graduaciones alcohólicas, desde bebidas de baja graduación hasta cervezas con hasta 11° de alcohol. Este proceso implica concentrar el suero sin proteínas y añadir azúcar fermentable, seguido por la fermentación láctica con fermentadores lácticos como semillas de kéfir o levadura de yogur. Esta técnica permite la creación de refrescos a base de cerveza, sustituyendo hasta un 50% de la malta por suero, generando bebidas con propiedades sensoriales y nutritivas similares a la cerveza y un grado alcohólico comparable. Por otro lado, Montesdeoca et al. (2017) señalan que el suero lácteo se utiliza ampliamente en la conservación de cultivos lácticos y la creación de bebidas fermentadas, promoviendo la diversificación del mercado de productos lácteos fermentados.

7.2.9. Taxo

El taxo, una fruta emblemática de los Andes ha sido apreciada en Ecuador desde tiempos antiguos, aunque su potencial culinario ha sido subestimado, limitándose principalmente a su uso en jugo. La planta presenta características distintivas, como enredaderas cilíndricas con hojas trilobuladas y flores color rosa fragantes. Sus frutos, bayas elípticas, maduran de verde a amarillo, ofreciendo una pulpa firme y carnosas con un sabor ácido único. Originario de las Américas, el taxo prospera en las regiones frías de los Andes sudamericanos (Tufiño, s.f.).

La clasificación taxonómica del taxo se describe seguidamente:

Reino: Vegetal; Subreino: Esphermatophyta; División: Angiosperma; Clase: Dicotiledonea; Subclase: Archiclamydae; Orden: Parietales; Suborden: Flacaurtinea; Familia: Passifloraceae; Género: *Passiflora*; Subgénero: Tacsonia; Especie: *mollissima*.

En cuanto a las características morfológicas según León (2016) tiene raíces ramificadas, fibrosas y poco profundas; tallos cilíndricos, semileñosos, trepadores, de color amarillo verdoso

con hojas pequeñas y grandes alternas; flores hermafroditas, solitarias, colgantes; frutos oblongos a bayas redondas; semillas de color marrón u oscuro con bayas circundantes. Las semillas son de color oscuro o marrón y están rodeadas por un arilo. En lo que respecta a la composición química del fruto, Otero citado por Landa (2012) manifiesta que por cada 100 g se constituye de:

Tabla 8 *Taxo-Composición química*

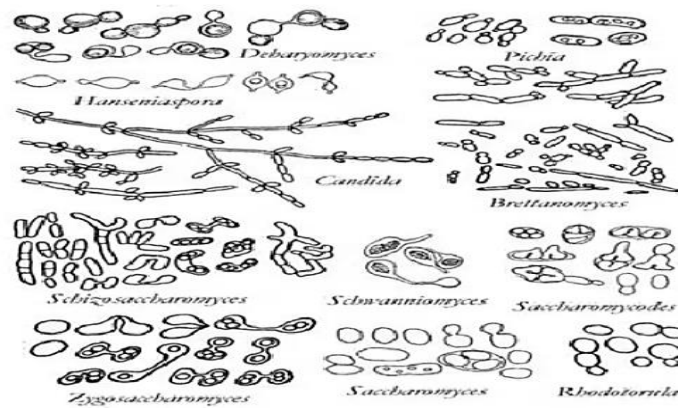
Descripción	Cantidad
Agua	92%
Calorías	25 g
Proteínas	0,60 g
Grasa	0,10 g
Carbohidratos	6,30 g
Fibras	0,30 g
Calcio	4 ag
Fósforo	20 mg
Hierro	0,40 mg
U.I	1.700 de vitaminas A
Ácido ascórbico	70 mg
Niacina	2,5 mg
Riboflamina	0,03 mg
Carbohidratos	17,6% (presente en semillas)

Fuente: Adaptado de Landa (2012).

7.2.10. Levaduras

Según la NTE INEN 1529-10 (1998) las levaduras son organismos fúngicos unicelulares con diversas formas y pueden causar cambios en los alimentos, siendo una fuente importante de proteína unicelular. *Saccharomyces cerevisiae* es ampliamente utilizada en la producción de alcohol y alimentos, siendo una valiosa fuente de proteínas y vitaminas, especialmente en la alimentación animal (Ayala, 2023). Según Herrera et al. (2016) las levaduras se clasifican en dos grupos principales de hongos: ascomicetos y basidiomicetos, siendo común encontrar muchas de ellas en su forma imperfecta.

Figura. 1 Varios géneros de levaduras



Fuente: Adaptado de Herrera et al. (2016).

Saccharomyces cerevisiae es una levadura heterotrófica ampliamente utilizada en la producción de alcohol y alimentos, que además de fermentar bien el azúcar, es una valiosa fuente de proteínas y vitaminas, lo que la hace importante en la alimentación animal (Suárez-Machín et al., 2016). Este ascomiceto se usa ampliamente en la industria para producir alimentos y bebidas como pan, cerveza y vino, además de encontrarse en una amplia variedad de plantas, frutas y suelos (Souza et al., 2013).

Saccharomyces cerevisiae tiene una temperatura óptima de crecimiento que varía entre los 25°C y 30°C. Sin embargo, esta levadura puede crecer en un rango más amplio de temperaturas, desde alrededor de 10°C hasta 37°C., esta se puede propagar y cultivar fácilmente en laboratorio y a nivel industrial. Esto permite su utilización masiva en la fabricación de bebidas y alimentos. Por último, la levadura *Saccharomyces cerevisiae* puede ser sensible a ciertos inhibidores, como altas concentraciones de azúcar, temperaturas extremas y presencia de compuestos tóxicos. Sin embargo, esta levadura también puede adaptarse y desarrollar resistencia a algunos de estos inhibidores (Suárez-Machín et al., 2016).

Por su parte, Vallejo (2023) este microorganismo, conocido como la "levadura de la cerveza" debido a su origen etimológico griego (Saccharo = azúcar, myces = hongo, y cerevisiae = cerveza), pertenece a la familia Saccharomycetaceae, de la clase Hemiascomycetes. Debido a su rápido crecimiento, sus cultivos son de fácil mantenimiento y las colonias pueden aislarse con facilidad. *S. cerevisiae* se emplea principalmente en la producción de bebidas alcohólicas a través del proceso de fermentación. En este proceso, las levaduras inician los glicólisis, generando dos moléculas de piruvato a partir de cada azúcar. Luego, este piruvato se descarboxila, produciendo etanol y CO₂.

Activación de la levadura

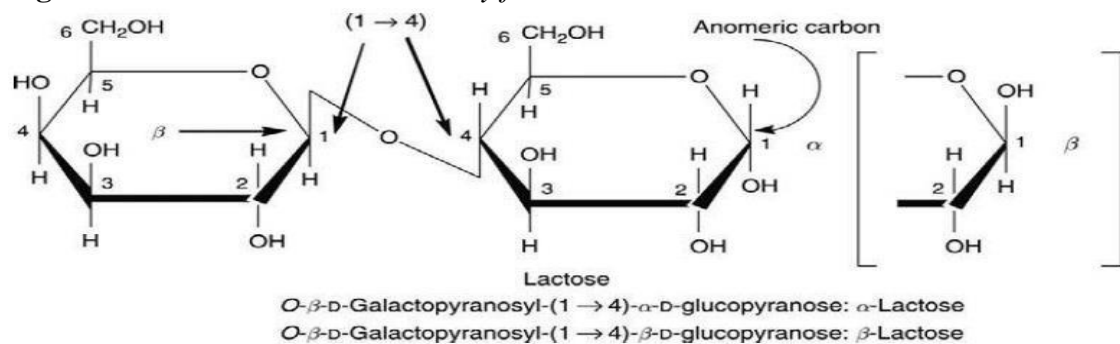
Debe estar a una temperatura de 30 – 35 °C. Esparcir la levadura suavemente sobre el agua, prestando atención en formar una capa fina y homogénea sobre la superficie.

Dejar reposar durante 20 minutos. Luego, mezclar suavemente hasta completar la rehidratación, para evitar la presencia de grumos antes de la fase de aclimatación (DERVINSIA, 2020).

7.2.11. Lactosa

Según Vázquez (2017) los glúcidos de la leche, principalmente la lactosa, son componentes importantes del extracto seco lácteo, siendo la lactosa un disacárido compuesto por galactosa y glucosa unidos por un compuesto glucosídico β 1-4. Este componente, predominante y estable, posee una carga libre significativa y su síntesis involucra procesos enzimáticos similares entre especies, donde la función hemiacetal de la galactosa, glucosa y anómero de carbono 1 de la glucosa conforman dos anómeros alfa y beta en la lactosa.

Figura. 2 Fórmula estructural de α - y β -lactosa



Fuente: Adaptado de Vázquez (2017).

Así mismo, Toca et al. (2022) expresan que la lactosa es un disacárido está compuesto por dos monosacáridos, la galactosa y la glucosa, unidos por un enlace glucosídico β -1g4, establecido entre el carbono 1 de la galactosa y el carbono 4 de la glucosa. La descomposición de esta unión depende de la acción de una enzima específica denominada lactasa o β -galactosidasa, permitiendo la absorción subsiguiente de los monosacáridos generados en el intestino delgado.

Por su parte, Bustamante (2014) indica que la lactosa se descompone en galactosa y glucosa por acción de la enzima lactasa. La parte que se aprovecha en la elaboración de vinos es la glucosa que se transforma en alcohol por medio de la acción de levaduras.

7.2.11.1. Propiedades físicas-Cristalización y formas físicas

Así mismo, Vázquez (2017) expresa que como resultado de la cristalización forzada y rápida (sedimentación de cristalización de lactosa o leche en polvo), se forman pequeños prismas de paralelogramo que, si son lentos, permiten observar diferentes formas. Adicionalmente, los tres tipos principales de lactosa cristalina son -lactosa monohidrato, -lactosa que es anhidra y tienen proporciones molares de 5:3 y 4:1, respectivamente.

Tabla 9 Formas de cristalización y condiciones de formación de lactosa

Forma de cristalización	Condiciones de formación
α -lactosa hidratada $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$	Sobresaturación, $T^a < 93,5^\circ C$
β -lactosa anhidra $C_{12}H_{22}O_{11}$	La sobresaturación ocurre en 93 puntos de temperatura.
Lactosa amorfa	Lactosa amorfa (rollo o spray) Secado rápido.
α -lactosa anhidra, inestable : $C_{12}H_{22}O_{11}$	$T=100^\circ C$, vacío
α -lactosa anhidra, estable : $C_{12}H_{22}O_{11}$	$T=150^\circ C$, sobresaturado con vapor de agua o etanol

Fuente: Adaptado de Vázquez (2017).

Juca y Pérez (2010) indican que entre las propiedades físicas de la lactosa están: poder edulcorante, siendo su capacidad edulcorante seis veces menor que la sacarosa. Otra propiedad es la cristalización donde la lactosa ordinaria, obtenida por cristalización a temperaturas por debajo de los $94^\circ C$, adopta la forma de α -hidratada: $C_{12}H_{22}O_{11} \cdot H_2O$. Por encima de esta temperatura, se cristaliza en forma de β -anhidra.

Así mismo, la lactosa experimenta mutarrotación, un fenómeno en el cual su rotación óptica específica varía en función de la concentración, temperatura y longitud de onda. La α y la β -lactosa tienen diferentes rotaciones en agua, siendo de $+89^\circ$ y $+35^\circ$ a $20^\circ C$, respectivamente.

7.2.11.2. Propiedades químicas

Según Vázquez (2017) la lactosa tiene las siguientes propiedades: reducción que se puede utilizar analíticamente para disolver lactosa en solución mediante la introducción de iones de cobre en un medio básico (reactivo de Föhling según la técnica de Bertrand).

La hidrólisis química según Vázquez (2017) es bastante difícil porque el azúcar es algo estable a los reactivos químicos y se deben usar ácidos calientes.

Así mismo, presenta las siguientes transformaciones bioquímicas y biológicas:

- Hidrólisis enzimática que ocurre bajo la influencia de lactasa de origen animal o microbiano; por lo tanto, los organismos superiores o microorganismos pueden usar lactosa solo si producen lactasa, una enzima oxidante específica que escinde los enlaces $\beta(1-4)$ de esta. La hidrólisis de

lactosa se ha convertido en una empresa industrial y su importancia aumenta día a día. Actualmente se utilizan dos tipos de enzimas: lactasas de levadura: (*Kluyveromyces fragilis* o levadura de ácido láctico) y lactasas fúngicas (*Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, etc.).

- Transformación en ácido láctico y fermentaciones secundarias donde las bacterias del ácido láctico tienen la capacidad de convertir la lactosa en ácido láctico, mediante diferentes pasos de fermentación que producen este ácido como intermediario final del piruvato, aunque el producto resultante puede variar en sabor y olor.

- Transformación en alcohol donde la levadura produce carboxilasa, que convierte el ácido de la cápsula en acetaldehído. Esto es devuelto al etanol por el alcohol jshidrogenasa y produce ácido carbónico de acuerdo con la siguiente reacción:



- Transformación en ácido butírico que se produce por la formación de lactosa o ácido láctico gaseoso en un ambiente neutro o casi ácido.



7.2.12. Enzima lactasa

Labayen y Martínez (2003) expresan que la lactosa se forma por la unión de galactosa y glucosa mediante enlaces β 1,4, y que su hidrólisis en monosacáridos es realizada por la enzima lactasa, facilitando su absorción en el intestino delgado. Esta enzima muestra un patrón de acción específico a lo largo del ciclo de vida de los mamíferos y es crucial para la digestión de la lactosa presente en la leche y productos lácteos. Así mismo, Ávalos (2012) manifiesta que la lactosa en la leche debe ser descompuesta por la enzima lactasa en glucosa y galactosa para su absorción, siendo crucial para aquellos con intolerancia a la lactosa, y que su deficiencia puede provocar malabsorción calórica, entre otros problemas de salud.

La enzima b-D-galactosidasa, o lactasa, es ampliamente utilizada en la industria láctea para hidrolizar la lactosa en glucosa y galactosa, fundamental para productos lácteos dirigidos a personas intolerantes a la lactosa, mejorando la vida útil y disponibilidad de azúcares fermentables (Araujo et al., 2007).

La principal acción de esta enzima es hidrolizar la lactosa, un azúcar presente en la leche, en sus componentes individuales, glucosa y galactosa. Sin embargo, en algunas bebidas alcohólicas que contienen lácteos o derivados lácteos como ingredientes la presencia de lactosa

puede influir en su sabor y textura. En tales casos, la lactasa se usa previamente para hidrolizar la lactosa y reducir su impacto en la formulación final del producto, especialmente si se busca una bebida más ligera o con menor contenido de azúcar lácteo.

Para el caso específico de Ha-Lactase 5200 esta es una β -galactosidasa (lactasa) líquida, altamente purificada y estandarizada, de carácter neutro. Se produce mediante fermentación sumergida en un sustrato vegetal utilizando una cepa específica de la levadura *Kluyveromyces lactis*, que se mantiene en condiciones controladas y no está presente en el producto final. Esta enzima hidroliza la lactosa, generando una combinación de glucosa y galactosa. Para lograr el grado deseado de hidrólisis, se pueden ajustar la temperatura, el tiempo y la dosis adecuados para la reacción. En cuanto al pH, se ha determinado que el óptimo se sitúa entre 6,0 - 7,0, siendo significativamente inhibida en valores de pH inferiores a 5.5 (CHR Hansen, 2020).

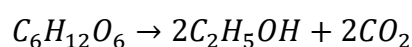
Activación de la enzima HA Lactasa 5200.

El grado deseado de hidrólisis puede obtenerse seleccionando la temperatura, el tiempo y la dosificación apropiada para la reacción. La temperatura óptima está entre 35-45 °C (95-113 °F). La enzima comienza a desnaturalizarse a temperaturas superiores a 50 °C y se inactiva con pasteurización a 72 °C durante 15 segundos (CHR Hansen, 2020).

7.2.13. Fermentación

La fermentación, catalizada por enzimas, es fundamental en la producción de bebidas como la cerveza y el vino, convirtiendo compuestos complejos en simples, como azúcares en alcohol. Durante la vinificación, las uvas transforman almidones en azúcares, y estos se fermentan en alcohol y dióxido de carbono. Precauciones como la eliminación del aire y la limpieza son esenciales para evitar infecciones. El alcohol aporta 7 kcal/g, siendo una "caloría vacía", y su contenido en bebidas se calcula mediante la fórmula: Gramos de etanol = $(G^\circ \times mL \times 0.80)/100$ (Muñoz, 2010).

De acuerdo con Vázquez y Dacosta (2007) la fermentación alcohólica es un proceso biológico que posibilita la descomposición de azúcares en alcohol y dióxido de carbono. La transformación se expresa a través de la ecuación:



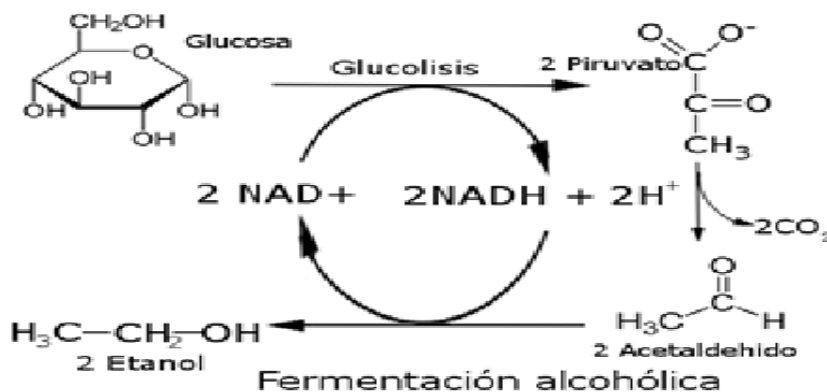
También indican que las levaduras desempeñan un papel fundamental en esta transformación, siendo la *Saccharomyces cerevisiae* la especie más comúnmente empleada. Aunque se han

realizado investigaciones para utilizar otros hongos y bacterias, como la *Zymomonas mobilis*, en la producción de alcohol, su explotación a nivel industrial es mínima.

La fase de fermentación, según López et al. (2019), es crítica en la producción de bebidas alcohólicas, determinando la cantidad de etanol a producir y está influenciada por múltiples variables biológicas y operativas, como la concentración de azúcares, temperatura y cepa utilizada. Mantener estos parámetros dentro de un rango óptimo es crucial para la eficiencia del proceso y cualquier estudio que contribuya a su comprensión beneficiará la mejora de los modos de operación. Cabe indicar que en la fermentación alcohólica principalmente participan levaduras del género *Saccharomyces* en estos procesos fermentativos. No obstante, existen otros géneros de levaduras que también intervienen, y que rara vez se toman en consideración. Estas levaduras son conocidas como no-*Saccharomyces*, y entre ellas se destacan especies como *Kloeckera apiculata*, *Hanseniaspora uvarum*, *Rhodotorula glutinis*, *Rhodotorula mucilaginosa*, entre otras (Casas et al., 2015).

Gamarra et al. (2020) exponen que la fermentación más común implica la transformación de azúcares, como glucosa, fructuosa y sacarosa, en etanol. Su función principal es suministrar energía anaeróbica a microorganismos unicelulares en condiciones de ausencia de oxígeno, generando dióxido de carbono mediante la acción de levaduras. La especie *Saccharomyces cerevisiae* es la más frecuentemente empleada, y es considerada materia prima esencial en el ámbito de la fermentación, donde la temperatura desempeña un papel fundamental, con un rango óptimo entre 29° y 35°. La ecuación química para la producción de etanol a partir de glucosa es $C_6H_{12}O_6$ (glucosa) \rightarrow 2 C_2H_5OH (etanol) + 2 CO_2 (dióxido de carbono).

Figura. 3 *Proceso de la fermentación alcohólica*



Fuente: Adaptado de Gamarra et al., 2020.

Contreras y Del Campo (2014) indican que, durante el desarrollo del proceso de fermentación, se generan compuestos como glicerol, acetaldehído y ácido láctico, que contribuyen al sabor y aroma de las bebidas alcohólicas no destiladas, mejorando su estructura, dulzura y atenuando la aspereza y astringencia del vino. En cuanto a la temperatura óptima para el proceso de fermentación, esta puede variar dependiendo de la cepa de levadura utilizada, aunque en términos generales se sitúa entre los 15 y 25 grados Celsius (Jácome et al., 2023).

7.2.13.1. Tipos de fermentación

Puerta (2010) indica que los diferentes tipos de fermentación, determinados por el microorganismo, sustrato y condiciones, incluyen la fermentación alcohólica, llevada a cabo por levaduras que convierten glucosa en etanol y CO₂, empleada en la producción de vinos, cervezas y bioetanol. También existen fermentaciones lácticas, propiónicas, butíricas, fórmicas, metánicas y malolácticas, que generan diversos productos ácidos y metano. Además, procesos aerobios como la acetificación y la producción de ácido cítrico son esenciales en la industria alimentaria.

7.2.14. Destilación

Según Rodríguez (2015) al ajustar la temperatura, el proceso natural de destilación separa uno o más componentes líquidos. Se usa ampliamente en negocios de producción de alcohol, cerveza y vino. De acuerdo con Mulet (2013), este proceso se puede hacer de dos maneras diferentes en entornos industriales: una es hirviendo y condensando la mezcla original para producir un vapor sin devolver el condensado al alambique; el otro hierve y condensa la mezcla original para producir vapor, y el condensado no se devuelve a la destilería.

7.3. Marco Conceptual

- 1. Adaptabilidad:** es la posibilidad de dar respuesta a los cambios ocurridos en el ambiente y de poder adaptarse fácilmente a nuevos acontecimientos (Centro de Investigación y Capacitación en Administración Pública, 2017).
- 2. Análisis:** Examinar algo en detalle para comprender sus particularidades, características o estado y sacar deducciones, lo que se hace tomando en consideración las partes que lo componen (Real Academia Española, 2001).
- 3. Bebida alcohólica:** aquellas que se componen principalmente por etanol (Gobierno de España, Ministerio de Sanidad, s.f.).

4. **Calidad:** es la agrupación de características o cualidades de algo que consiente su caracterización y valorización con respecto a los demás de su especie (Aiteco Consultores, 2012).
5. **Composición nutricional:** es la cantidad de nutrientes presentes en los alimentos (Fundación Universitaria Iberoamericana, 2021).
6. **Composición química:** conjunto de elementos químicos (átomos, moléculas o estructuras de mayor tamaño) que la constituyen (Gagneten et al., 2016).
7. **Destilación:** se utiliza vapor para purificar un líquido volátil y aprovechar sus sustancias más volátiles y luego pasa por un proceso de enfriamiento para recuperar esas moléculas en líquido (Zarza, 2020).
8. **Evaluación sensorial:** investigación en base a experimentos científicos usados para hacer la determinación, medición, analizar e interpretar los resultados de un producto que puede ser percibido por medio de los órganos de los sentidos (INCAP, 2020).
9. **Fermentación:** es una transformación bioquímica donde una sustancia de tipo orgánico por la acción de un fermento se transforma en otra más simple (Carbonero, 1975).
10. **Formulación:** Expresión de una fórmula utilizando un principio matemático o una composición química (Mettler Toledo, s.f.).
11. **Industrialización:** Producto o actividad económica organizada del proceso industrial (García, 2013).
12. **Investigación:** es un conjunto que emplea métodos de intelecto y experimentación que se aplican sistemáticamente para estudiar un tema (García I. , 2002).
13. **Lactosa:** Azúcar de la leche de los mamíferos, que se utiliza en farmacología y alimentación (World Gastroenterology Organization, 2018).
14. **Leche:** es una sustancia blanca en estado líquido que es segregada por las glándulas mamarias de las féminas de los mamíferos para nutrir a sus crías, su composición es a base de lactosa, caseína, glóbulos de grasa suspendidos, sales inorgánicas, y otras sustancias; además sirve para la elaboración de alimentos como yogurt, mantequilla y queso principalmente (CANILEC, 2011).
15. **Lípidos:** Grasa, sustancia orgánica que no se disuelve en agua y que se encuentra presente algunas partes del cuerpo de los animales, especialmente en el tejido adiposo, además está presente en ciertos alimentos vegetales, principalmente en las semillas de algunas plantas; que constituye ésteres de glicerina y mezcla de ácidos grasos que proporcionan energía (Carvajal, 2019).

- 16. Mezcla:** es la combinación no química de materias o elementos. La mezcla no reacciona químicamente y cada componente sigue conservando su composición química e identidad (Villaroel, 2009).
- 17. Proteína:** es un químico que forma las membranas celulares y es una parte crucial de las células vivas; dos de sus principales funciones biológicas son actuar como anticuerpo y biocatalizador metabólico (Luque, 2009).
- 18. Sensorial:** es aquello vinculado a los órganos de los sentidos o a la sensibilidad (UPAEP, 2014).
- 19. Suero de leche:** es la fracción de líquido que se obtiene después de separar la fase coagulada o micelar cuando se coagula la leche durante la producción de queso y mantequilla (Poveda, 2013).
- 20. Taxo:** Es un arbusto trepador del género *Passiflora*, nativo de las selvas de los Andes (Tufiño, s.f.).
- 21. Variables:** mecanismo matemático que simboliza las características de un sujeto a quien se está observando y que está sujeto a cambios que están representado por una cantidad (Cuestas, 2009).
- 22. Vitaminas:** materia orgánica presente en pequeñas cantidades en los víveres y es fundamental para el desarrollo del metabolismo del organismo; el cuerpo no puede producir esta sustancia por sí mismo (Chazi, 2006).

8. VALIDACIÓN DE LAS PREGUNTAS CIENTÍFICAS O HIPÓTESIS

Hipótesis nula

La concentración de suero de leche y pulpa de taxo, concentración de la levadura (*Saccharomyce cerevisiae*) y de la enzima no afecta a las características físicas-químicas de la bebida alcohólica.

Hipótesis alternativa

La concentración de suero de leche y pulpa de taxo, concentración de la levadura (*Saccharomyce cerevisiae*) y de la enzima si afecta a las características físicas-químicas de la bebida alcohólica.

Validación de la Hipótesis

Los cuatro factores utilizados en la elaboración de la bebida alcohólica (suero de leche, pulpa de taxo, Ha- Lactasa y levadura) si afectan a las características fisicoquímicas debido a que cada nivel de los factores arroja un resultado diferente que si existe significancia. La calidad sensorial también se ve afectada por los cuatro factores utilizados, ya que con las encuestas

realizadas se determinó que la fase visual, olfativa, gustativa y aceptabilidad entre los tratamientos tienen diferentes resultados por los catadores.

9. METODOLOGÍAS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

Este trabajo investigativo se desarrolló en la Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi ubicada en el sector Salache perteneciente a la parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi en el cual se desarrolló una bebida alcohólica como producto innovador a base de suero de leche con sabor a taxo y levadura *Saccharomyces cerevisiae*.

9.1. Tipos de Investigación

9.1.1. Investigación bibliográfica

Consistió en recopilar investigación relevante a partir de fuentes documentales, como libros, artículos científicos, tesis, informes técnicos, entre otros, con el propósito de conseguir información renovada y verificada sobre el uso de suero de leche en la producción de bebidas alcohólicas.

9.1.2. Investigación experimental

Se llevó a cabo un ensayo en el cual se manipularon intencionalmente las variables, siendo el factor A la concentración de suero de leche y pulpa de taxo; el factor B la concentración de levadura y el factor C la concentración de enzima HA lactasa 5200, con el objetivo de determinar, de la manera más fiable posible, la relación causa-efecto. A través de esta investigación, se realizaron los análisis correspondientes para la bebida alcohólica con pulpa de taxo según los parámetros establecidos en la normativa INEN 374.

9.1.3. Investigación exploratoria

Se empleó ya que el tema es poco conocido, además utilizó la búsqueda de información científica, social y económica para dar respuesta a las hipótesis planteadas.

9.1.4. Investigación descriptiva

Se usó este tipo de investigación con la finalidad de presentar una imagen detallada y precisa de los aspectos relevantes del proceso productivo de la bebida alcohólica.

9.2. Métodos de Investigación

9.2.1. Método científico

Es un proceso lógico y sistemático de adquisición de conocimientos científicos. Este proceso implicó la observación, formular hipótesis, la realización de experimentos o pruebas de la caracterización fisicoquímica y microbiológica y nutricional de la bebida alcohólica, analizando los datos obtenidos y la formulación de una conclusión.

9.2.2. Método analítico

Permitió realizar cálculos y analizar la información obtenida, principalmente al momento de realizar los cálculos de ingredientes a emplearse para la preparación de la bebida alcohólica.

9.3. Técnicas de Investigación

Es un método que recolecta datos que radica en la percepción directa y sistemática de un fenómeno o situación en particular, con el fin de obtener información objetiva y fiable sobre el mismo. Entre las técnicas empleadas están:

9.3.1. Observación

Consistió en la observación del proceso de obtención de la bebida alcohólica a base de pulpa de taxo; así como, en la recolección en la parte experimental de toda la información necesaria para ser analizada.

9.3.2. Escala hedónica

Las escalas hedónicas son comúnmente empleadas en la creación de productos nuevos, como parte de la metodología de investigación de consumidores, cuyo propósito es determinar si los atributos presentes en la bebida alcohólica con sabor a taxo están adecuadamente ajustados, o si requieren ser aumentados o disminuidos en intensidad. La escala hedónica utilizada en el estudio consta de 5 puntos.

9.4. Materiales y equipos

9.4.1. Materia prima

- Suero dulce fresco
- Pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*)
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).
- Enzima de lactasa

- Azúcar.

9.4.2. Materiales

- Despulpadora
- Envases de vidrio de 300 ml
- 1 colador
- 2 metros de tela lienzo

Materiales de laboratorio

- Destilador
- Probeta
- Vasos de precipitación
- Pipetas
- Alcoholímetro.

Equipos de laboratorio

- Termómetro
- pHchímetro
- Brixómetro
- Alcoholímetro
- Sistema de fermentación

9.4.3. Metodología de elaboración

Antes de realizar las actividades de extracción Se procedió a desinfectar todos los materiales e insumos que se utilizaron para realizar la extracción de la pulpa y elaboración la bebida alcohólica con agua limpia a una temperatura de 80 °C para eliminar microorganismos que pueden encontrar en superficies como mesas de trabajo, pisos, paredes y materiales.

Figura. 4 *Desinfección de las materias*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Recepción de suero de leche y condiciones

Se obtuvo el suero de leche de una microempresa ubicada en la parroquia Guaytacama en recipientes de acero inoxidable con una capacidad de 10 litros, manteniéndose la materia prima a una temperatura ambiente de 18°C.

Filtración

Se procedió a la filtración del suero de leche. Posteriormente, el suero de leche se filtró con tela lienzo, para eliminar cualquier sustancia sólida que se encuentre en esta, filtrando una cantidad de 10 L de suero de leche para realizar la elaboración de la bebida alcohólica.

Figura. 5 *Filtración*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Recepción del taxo y revisión de condiciones

Se adquirió el fruto del taxo en el mercado mayorista de la ciudad de Ambato a una temperatura ambiente 18°C

Figura. 6. *Recepción del taxo*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Recepción de la levadura y la enzima Ha-Lactasa 5200

La levadura se adquirió de fábrica Beerlandstore y la enzima Ha-Lactaza 5200 en la fábrica y la temperatura era ambiente 18°C

Figura. 7 Recepción de la levadura y enzima



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Proceso de la extracción de la pulpa de la fruta del taxo

Clasificación

En esta fase se realizó la clasificación del fruto, verificando que no tenga ningún golpe externo y se encuentre en condiciones óptimas, como, por ejemplo, corroborar que la fruta esté madura y no en descomposición.

Figura. 8. Clasificación



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J

Pesado

Se pesó la materia prima para conocer su peso inicial y poder verificar cuánto se ha perdido al momento de hacer el segundo pesaje de la materia prima.

Figura. 9 *Pesado*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Lavado Se realizó la limpieza con agua de la materia prima.

Figura. 10. *Lavado*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Despulpado

En esta etapa se realizó la separación de la cáscara de la fruta, para después proceder a la separación de la semilla con la pulpa y dar comienzo al proceso de la fabricación de la bebida alcohólica.

Figura. 11 *Despulpado*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Filtrado

Se extrajo mediante una tela lienzo toda impureza que puede encontrarse en la pulpa, para que al momento de la elaboración del producto no haya ningún inconveniente.

Figura. 12 *Filtrado*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Pesado (segundo)

En esta etapa se realizó nuevamente el pesaje de toda la materia prima para saber cuál fue el rendimiento final. Luego de realizar el despulpado, el pesaje fue de 12,43 Kg.

Figura. 13 *Pesado (segundo)*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Control de calidad

Se realizó el control de la materia prima para conocer su estado (medición de pH, acidez, °Brix y temperatura).

Figura. 14 *Control de calidad*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Almacenamiento

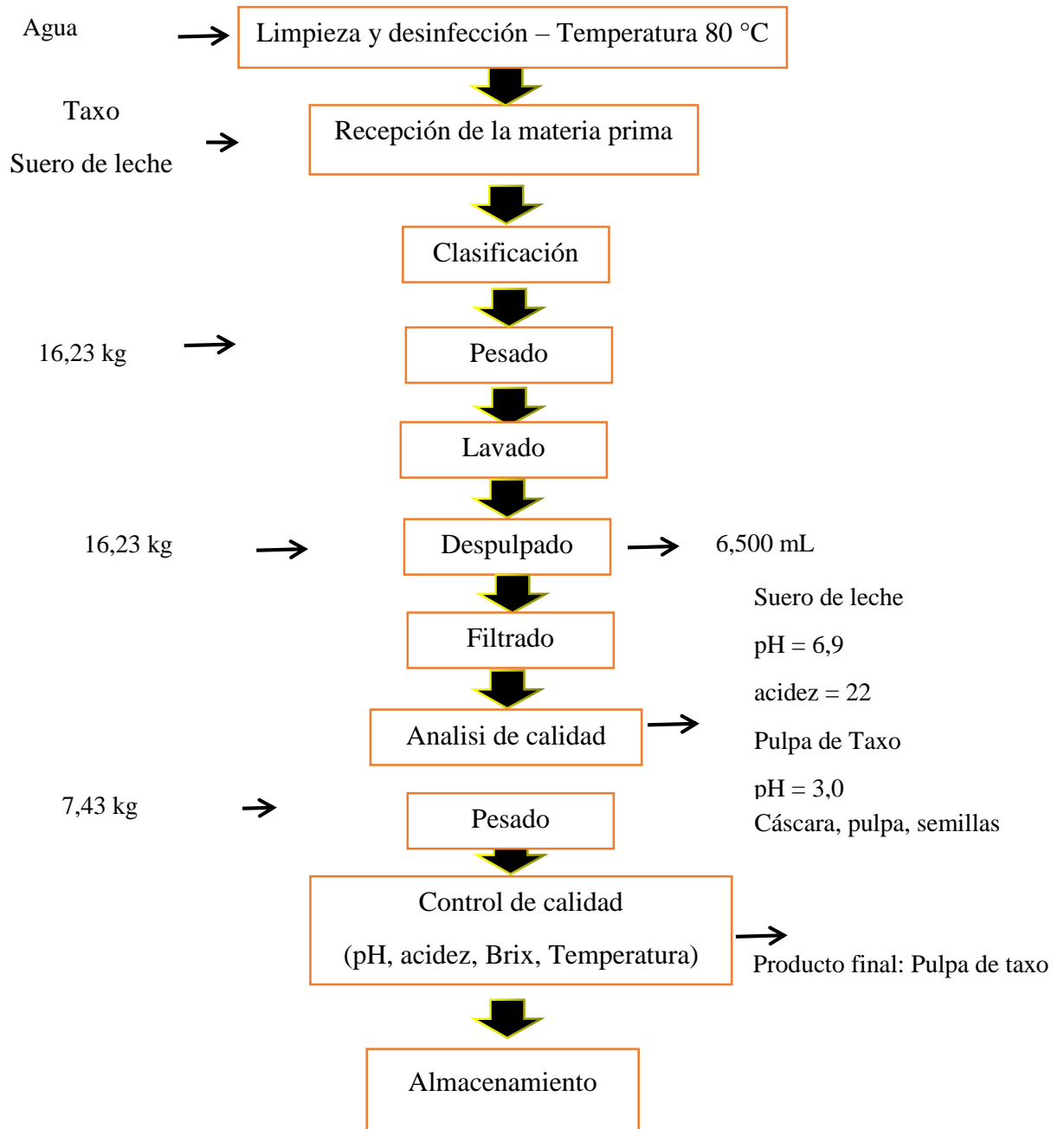
Por último, se realizó el almacenado de la pulpa del taxo en un lugar fresco.

Figura. 15 *Almacenamiento*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Figura. 16 Diagrama de flujo de la extracción de la pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*)



Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Proceso de la elaboración de la bebida alcohólica con suero de leche con sabor a taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando Ha-Lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

Pasteurización

En esta etapa se realizó la pasteurización, para ello se la colocó en la marmita a 65°C durante 30 minutos para la eliminación de microorganismos patógenos que posiblemente se encuentren en el suero de leche.

Figura. 17 *Pasteurización*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Pesaje

En esta fase se pesó todas las distintas concentraciones que se emplearon para la elaboración de la bebida alcohólica como son el suero de leche, la pulpa de taxo, enzima de lactasa, levadura y el azúcar.

Figura. 18 *Pesaje*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Activación e inactivación de la enzima

Primero se colocó diferentes cantidades del suero de leche, para realizar el calentamiento de este y activar la enzima de lactasa durante una hora a una temperatura de 45°C. Luego se procedió a calentar nuevamente el suero de leche a una temperatura de 65°C para inactivarla y se ejecutó la activación de la levadura a una temperatura de 25°C durante 25 minutos. Seguidamente, se le colocó el azúcar y el zumo de taxo y se guardó en un lugar fresco para que empiece a realizar el proceso de fermentación.

Figura. 19 Activación de la enzima e inactivación



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Mezcla

Tabla 10 Formulación del mejor tratamiento

Materia prima	
75% suero de leche + 25% pulpa de taxo	375 mL suero de leche + 125 mL pulpa de taxo
65% suero de leche + 35% pulpa de taxo	325 mL suero de leche + 175 mL pulpa de taxo
Agentes fermentadores	
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	0,5g/cada litro / 1,0g/cada litro
Enzima desdobladora	
HA-Lactasa 5200	0,5 ml/cada litro / 1 ml/cada litro
Insumos	
Azúcar	110 g

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Primero se colocó diferentes cantidades del suero de leche, para realizar el calentamiento de este para activar la enzima de lactasa durante una hora a una temperatura de 40 a 45°C. Luego se desactiva a una temperatura de 65°C y se procede a ejecutar la activación de la levadura a una temperatura de 25°C durante 25 minutos; o también, se puede constatar que la levadura se activó cuando se observa la presencia de burbujas en el líquido. Seguidamente, se le coloca el

azúcar y el zumo de taxo y se guarda en un lugar fresco para que empiece a realizar el proceso de fermentación.

Figura. 20 *Mezcla*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Análisis de calidad del suero de leche y pulpa de taxo

Esta etapa permitió conocer las características que posee el suero de leche y pulpa de taxo como es (Ph, acidez, ° Brix, acidez y temperatura,)

Figura. 21 *Análisis de calidad*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Incubación

En esta fase se dejó reposar a una temperatura ambiente, dentro de 12 días y en el transcurso de esos días se realizó el control de pH, líquidos solubles y acidez, también se realiza el trasiego en tres diferentes momentos para que la bebida se encuentre sin impurezas.

Figura. 22 *Incubación*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Trasiego

En esta fase se realizó la extracción del mosto que se encontraba en la bebida.

Figura. 23 *Trasiego*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Envasado

En esta etapa se esterilizó los envases y luego se procedió a envasar manualmente en botellas de plástico de 300 ml a una temperatura ambiente.

Figura. 24 *Envasado*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Almacenamiento

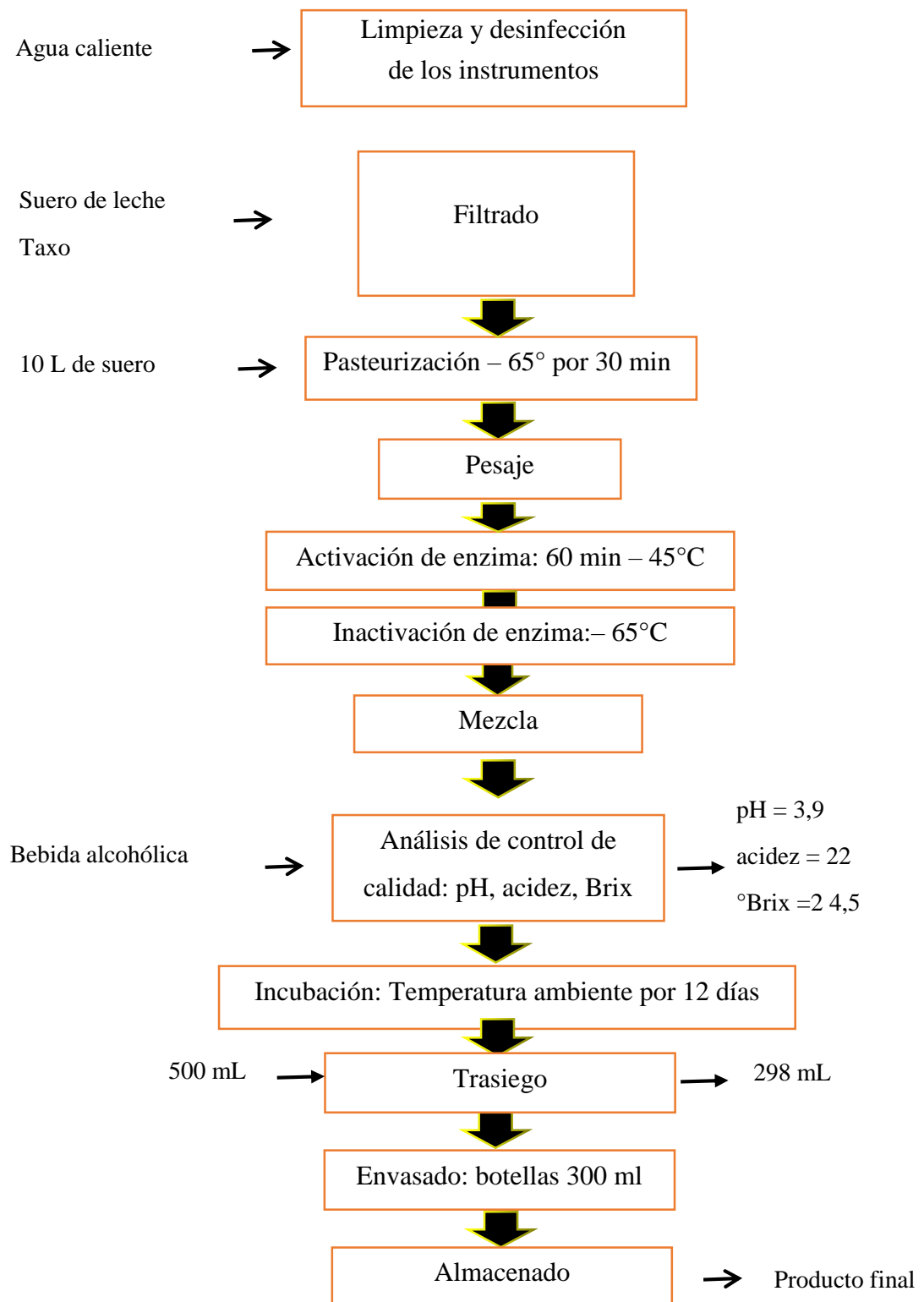
Finalmente, para preservar las propiedades organolépticas de la bebida, el producto se almacenó en condiciones normales.

Figura. 25 *Almacenamiento*



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Figura. 26 Diagrama de flujo de la elaboración de la bebida



Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

9.5. Diseño experimental

El diseño experimental que se aplicó para la elaboración de la bebida alcohólica fermentada fue un diseño de bloques completamente al azar en arreglo factorial de (2^3) con dos repeticiones.

Tabla 11 Factores de estudio

Factores	Niveles
Factor A: Concentración de suero de leche y pulpa de taxo	a_1 : 75% suero de leche + 25% pulpa de taxo a_2 : 65% suero de leche + 35% pulpa de taxo
Factor B: Concentración de levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	b_1 : 0.5g/cada litro b_2 : 1,0g/cada litro
Factor C: Concentración de enzima HA lactasa 5200	c_1 : 0,5 ml/cada litro c_2 : 1,0 ml/cada litro

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Tabla 12 Tratamiento de estudio

Repeticiones	N.º de Tratamientos	Tratamientos	Descripción
R1, R2	t1	$a_1b_1c_1$	(75% Suero de leche +25% Pulpa de taxo) + 0,5 Concentración de Levadura +0,5 enzima de lactasa
	t2	$a_1b_1c_2$	(75% Suero de leche +25% Pulpa de taxo) + 0,5 Concentración de Levadura +1,0 enzima de lactasa
	t3	$a_1b_2c_1$	(75% Suero de leche +25% Pulpa de taxo) + 1,0 Concentración de Levadura +0,5 enzima de lactasa
	t4	$a_1b_2c_2$	(75% Suero de leche +25% Pulpa de taxo) + 1,0 Concentración de Levadura +1,0 enzima de lactasa
	t5	$a_2b_1c_1$	(65% Suero de leche +35% Pulpa de taxo) + 0,5 Concentración de Levadura + 0,5 enzima de lactasa
	t6	$a_2b_1c_2$	(65% Suero de leche +35% Pulpa de taxo) + 0,5 Concentración de Levadura + 1,0 enzima de lactasa
	t7	$a_2b_2c_1$	(65% Suero de leche +35% Pulpa de taxo) + 1.0 Concentración de Levadura + 0,5 enzima de lactasa
	t8	$a_2b_2c_2$	(65% Suero de leche +35% Pulpa de taxo) + 1.0 Concentración de Levadura + 1,0 enzima de lactasa

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Tabla 13 Cuadro de ANOVA

Fuentes de variación	Grados de libertad	Fórmula
Repeticiones	1	R-1
Factor A. Concentración de suero de leche + pulpa de taxo	1	A-1
Factor B. Concentración de levadura	1	B-1
Factor C. Concentración de enzima HA lactasa 5200	1	C-1
A*B	1	(A-1)(B-1)
A*C	1	(A-1)(C-1)
B*C	1	(B-1)(C-1)
A*B*C	1	(A-1)(B-1)(C-1)
Error experimental	7	(T-1)(R-1)
Total	15	(A*B*C)*R-1

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Tabla 14 Cuadro de variables

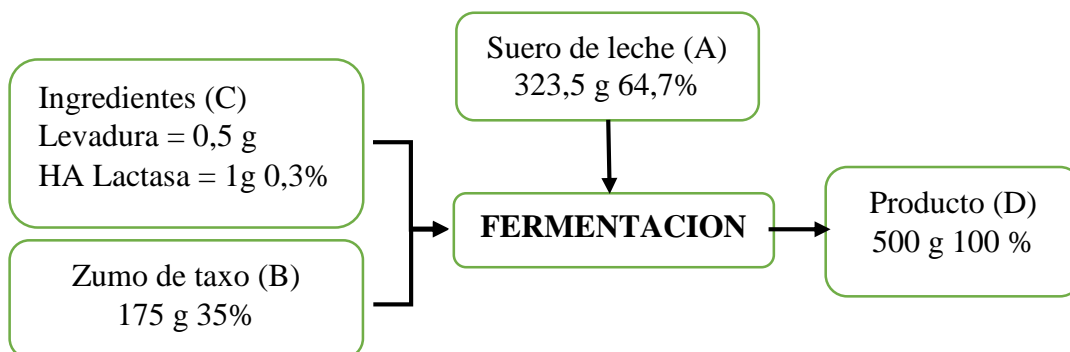
Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Dimensiones
Bebida alcohólica fermentada a base de suero de leche y taxo	Porcentaje de concentración de la levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>).	Grado de fermentación (proceso de fermentación)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Sólidos solubles ▪ pH ▪ Acidez
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 0,5 g y 1 g. 		
	Concentración de suero de leche dulce.	Análisis organoléptico (proceso de fermentación)	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Olor ▪ Color ▪ Sabor ▪ Aceptabilidad
	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 35% de suero de leche - 65% pulpa de taxo. ▪ 75% suero de leche - 		

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores	Dimensiones
	25% depulpa de taxo.		
		Análisis físico-químicas del mejor tratamiento de la bebida alcohólica	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Grado alcohólico ▪ Azúcares totales ▪ pH ▪ Acidez
		Costo de la bebida alcohólica fermentada	<ul style="list-style-type: none"> ▪ P.V.P

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J

BALANCE DE MATERIA

Diagrama 1. Balance de materia de la bebida alcohólica fermentada

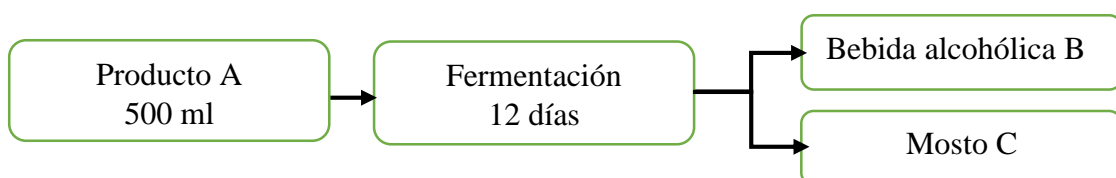


Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

$$A+B+C=D$$

$$323,5 \text{ g} + 175 \text{ g} + 0,5 \text{ g} + 1 \text{ g} = 500$$

Diagrama 2. Balance de materia del producto total



Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Balance del tratamiento

El balance de materia se muestra a continuación, teniendo en cuenta las corrientes que entran y salen de cada etapa del procedimiento:

$$A = B + C$$

$$500 \text{ g} = 298 \text{ g} + E$$

$$500 \text{ g} - 298 \text{ g} = E$$

$$E = 204 \text{ g}$$

Rendimiento

% rendimiento = peso final/peso inicial x 100

$$\% \text{ rendimiento} = \frac{298}{500} * 100 = 59,6 \%$$

Análisis e interpretación de los resultados obtenidos

En el diagrama 1 se puede observar el rendimiento total que se obtuvo al final de la fermentación de la bebida alcohólica, el resultado se pudo conseguir mediante un balance de materia en el cual se identificó cuanta materia prima ingresó y cuanto salió de desperdicio y el producto total; para ello, se comenzó con la materia prima con un peso inicial de 500 g, pero al paso de los días se tomó diferentes análisis como son (° Brix, acidez, pH, y alcohol) y se fue extrayendo mínimas cantidades de muestras, también se realizó el trasiego y se obtuvo un peso de 204 g.

En conclusión, se puede decir que la bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) tiene un rendimiento de 59,6% lo que se puede decir que en la bebida se pudo obtener más del 50% y se puede decir que si es rentable porque sale más producto que residuo.

10. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

10.1. Evaluación fisicoquímica y microbiológica del suero de leche y pulpa de taxo para la elaboración de la bebida alcohólica

10.1.1. Evaluación del suero de leche

Tabla 15 Parámetros fisicoquímicos del suero de leche

Requisitos	Valor obtenido	Suero de leche ácido*	
		Mínimo	Máximo
Grasa láctea %	0,26	---	0,3
Acidez titulable %	0,378	0,35	---
pH	5,2	4,8	5,5
° Brix	6,57	---	---

* NTE INEN 2594

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Análisis de resultados

La **Tabla 15** muestra los resultados obtenidos en el análisis fisicoquímico realizado al suero de leche ácido para la elaboración de la bebida láctea. Se evidencia que los valores obtenidos están dentro de los límites permisibles establecidos en la norma NTE INEN 2594.

Tabla 16 . *Análisis microbiológico del suero de leche*

Requisitos	Valor obtenido	Suero de leche ácido*	
		M	M
Aeróbilos mesófilos UFC/mL	1000	30000	100000
<i>E. coli</i> NMP/NI	ausencia	<10	---
<i>Staphylococcus aureus</i> UFC/mL	ausencia	<100	100

*NTE INEN 2594 (2011); m= índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad, M= índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad.

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Análisis de resultados

Antes de iniciar la producción de bebidas lácteas, se realizan análisis microbiológicos para detectar la presencia de otros microbios que puedan causar enfermedades; así como, para lograr la calidad e inocuidad del producto. Al analizar los valores obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se concluye que los parámetros establecidos están dentro de la norma.

10.1.2. Evaluación de la pulpa de taxo

Las medidas de forma, longitud, diámetro y peso del taxo obtenidas son comparables a las publicadas por Bernal y Díaz (2005) y la Norma Técnica Colombiana 1262, quienes detallan las propiedades respectivas del fruto:

Tabla 17 *Parámetros fisicoquímicos del taxo*

Parámetro	Resultado	Comparación (Bernal y Díaz, 2005)	NTC 1262
Color	Amarillo verdoso	Crema o amarillo claro (maduro)	
Forma	Elipsoide	Oblonga a redonda	
Longitud (cm)	11,8 cm	11 cm	11 cm
Peso (g)	101,52 g	55,82-111,64 g	>100g
Sólidos solubles totales °Brix	11,50	10°Brix mínimo	
Ph	3,43		

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Análisis de resultados

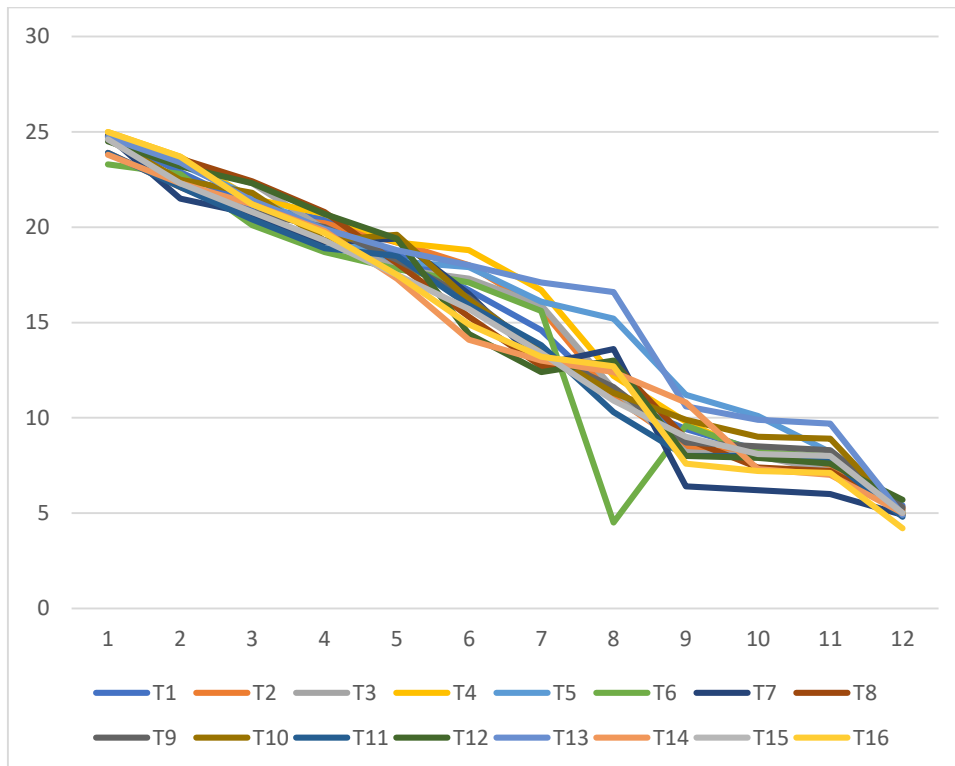
Los datos obtenidos demostraron que los frutos frescos presentan un color amarillo verdoso cuando se encuentran en estado organolépticamente maduro. En lo que se refiere a la medición de sólidos solubles en ° Brix que es una forma común de cuantificar la concentración de azúcares disueltos en un líquido, la fruta cumplió con lo requerido, pues este fue de 11,50, valor que se contrasta con la literatura citada. En lo que respecta al pH el taxo se considera como una fruta ácida.

10.2. Evaluación de la mejor concentración de suero de leche y pulpa de taxo, levadura y enzima de HA lactasa 2500 para la bebida alcohólica

Los resultados fueron examinados tomando en cuenta los sólidos solubles (° Brix), el contenido alcohólico, y el pH durante el proceso de fermentación. Se utilizó un análisis de varianza y se llevaron a cabo pruebas de Tukey para evaluar las interacciones significativas. La calidad sensorial fue evaluada en todos los tratamientos mediante encuestas sensoriales, con el fin de determinar los mejores resultados en cuanto a aspectos visuales, olfativos y gustativos. Una vez identificado el tratamiento más efectivo, se procedió a realizar análisis fisicoquímicos de la bebida alcohólica, comparándolo con la norma INEN 374.

10.2.1. •Brix

Figura. 27 . Promedio de sólidos solubles en los 12 días de fermentación



Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e Interpretación

A partir de los datos obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, la reducción de sólidos solubles se puede demostrar porque la cantidad de sacarosa en las bebidas fermentadas a base de suero dulce y suero agrio se redujo durante los 12 días entre dos repeticiones. Dentro de las curvas de sólidos solubles como máximos se muestran los tratamientos 4 (a1b2c2) y 16 (a2b2c2) correspondiente a $(75\%S.L+25\%P.T) + 1,0 C.L+1,0 C.E$ y $(65\%S.L+35\%P.T) + 1.0 C L + 1,0 C.E$ respectivamente para el día 1 con un valor de 25 y como mínimo al T16 con un valor de 4,2 en el día 12, lo que indica que estos tratamientos cumplen con los parámetros establecidos pues hay descenso de sacarosa. De acuerdo con la literatura existente, el valor mínimo de sólidos solubles en fermentación según Galecio y Haro (2012) es de 4,6 y el valor máximo es de 5,4, el cual está en contrastan con los resultados obtenidos

Tabla 18 Análisis de varianza de los °Brix durante la fermentación

F.V.	Día 1			Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6	
	gl	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Repeticiones	1	6,30E-04	0,9459n.s.	0,14	0,4472n.s.	0,01	0,9013n.s.	0,28	0,3506n.s.	0,12	0,5807n.s.	9,15	0,0262*
Factor A	1	0,03	0,6375n.s.	0,03	0,7162n.s.	0,12	0,6661n.s.	0,53	0,2098n.s.	2,25	0,0421n.s.	0,91	0,3728n.s.
Factor B	1	0,46	0,0993*	0,23	0,3423n.s.	0,56	0,3668n.s.	0,08	0,6166n.s.	0,01	0,8733n.s.	1,63	0,2423n.s.
Factor C	1	0,28	0,1832n.s.	0,45	0,1946n.s.	0,25	0,5406n.s.	0,39	0,2727n.s.	0,06	0,6915n.s.	1,63	0,2423n.s.
A*B	1	0,46	0,0993*	0,68	0,1209n.s.	0,12	0,6661n.s.	0,02	0,8186n.s.	0,09	0,6349n.s.	0,82	0,3953n.s.
A*C	1	0,18	0,2707n.s.	0,08	0,5725n.s.	0,09	0,711n.s.	0,05	0,6811n.s.	3,42	0,0183*	3,36	0,1092n.s.
B*C	1	1,27	0,0158*	3,16	0,0068**	1,21	0,2n.s.	2,81	0,0153*	0,06	0,6915n.s.	0,12	0,7379n.s.
A*B*C	1	0,02	0,7354n.s.	0,6	0,1434n.s.	0,64	0,3377n.s.	0,01	0,8904n.s.	2,50E-03	0,9364n.s.	0,82	0,3953n.s.
Error	7	0,13		1,54		0,6		0,28		3,70E-01		1,16	
Total	15												
CV (%)		1,45		2,05		3,66		2,65		3,28		6,55	

F.V.	Día 7			Día 8		Día 9		Día 10		Día 11		Día 12	
	gl	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Repeticiones	1	6,63	0,0915*	2,89	0,467n.s.	1,63	0,1683n.s.	2,4	0,477n.s.	0,02	0,8921n.s.	16	0,116n.s.
Factor A	1	0,28	0,7021n.s.	2,89	0,467n.s.	4,73	0,0343*	20,7	0,0632*	0,81	0,4268n.s.	15,21	0,1238n.s.
Factor B	1	4,1	0,1681n.s.	0,72	0,712n.s.	9,77	0,007**	15,6	0,0971*	10,24	0,02*	1,21	0,637n.s.
Factor C	1	1,16	0,4413n.s.	7,02	0,2696n.s.	0,23	0,5849n.s.	10,24	0,1648n.s.	0,16	0,7188n.s.	0,9	0,6829n.s.
A*B	1	7,98	0,0691*	0,02	0,9478n.s.	10,08	0,0065**	4,84	0,3217n.s.	3,8	0,1103n.s.	12,25	0,1606n.s.
A*C	1	1,89	0,3312n.s.	18,06	0,0959*	0,6	0,3814n.s.	2,72	0,4501n.s.	0,3	0,6221n.s.	4,2	0,3886n.s.
B*C	1	0,39	0,6496n.s.	24,01	0,0622*	9,15	0,0082**	0,56	0,727n.s.	0,9	0,4028n.s.	0,2	0,8458n.s.
A*B*C	1	2,33	0,2849n.s.	9,61	0,2035n.s.	3,9	0,0489*	7,29	0,232n.s.	0,09	0,7867n.s.	1,1	
Error	7	12,14		4,89		0,69		4,26		1,14		4,97	
Total	15												
CV (%)		9,17		18,54		7,64		21,95		11,8		24,11	

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

n.s. = no significativo; * = significativo; **=altamente significativo

Al analizar los datos obtenidos de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** en el análisis de varianza de los sólidos solubles durante los 12 días; indica el factor A en los días 9 y 10 son significativos, pues p-valor es $<0,05$ rechazando la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alternativa en donde que se demuestra que el suero de leche y pulpa de taxo y concentración levadura si influye en las características fisicoquímicas de la bebida alcohólica; mientras el factor B tiene diferencias significativas los días 1, 10 y 11, pues p-valor es $<0,05$ rechazando la hipótesis nula y por ende se acepta la hipótesis alternativa por lo tanto la concentración de levadura y enzima lactasa si afecta a las características físicas-químicas de la bebida alcohólica.

En cuanto al factor C no existen diferencias significativas debido a que el valor p-valor es $>0,05$ aceptando la hipótesis nula y rechazando la hipótesis alternativa, se concluye que la concentración de enzima no afecta a las características físicas-químicas de la bebida alcohólica.

Mientras en las interacciones A*B*C existe diferencia significativa en el día 9, lo cual permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alternativa; de esta manera es evidente que el contenido de azúcar se reduce dependiendo del contenido de levadura y suero de leche empleado. Por ello es necesario realizar una prueba de rango múltiple de Tukey al 5% a los valores de significancia.

De igual manera los coeficientes de variación para los diferentes días de fermentación de la bebida alcohólica en la variable sólidos solubles; de acuerdo con el orden, significa que, de cada 100 observaciones se arrojaron diferentes cantidades hasta el día 7 que son solubles, lo cual refleja la exactitud con que se desarrolló el ensayo; mientras que los días 8, 10, 11 y 12 van a salir diferentes y serán confiables.

Tabla 19 °Brix de la bebida alcohólica

Días	Coefficientes de variación
1	1,45%
2	2,05%
3	3,66%
4	2,65%
5	3,28%
6	6,55%
7	9,17%
8	7,64%
9	18,54%
10	21,95%
11	11,8%
12	24,11%

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Los resultados obtenidos se corroboran con Caiza (2019) quien expone que la tasa de variación para sólidos solubles está en un rango especificado de 10% C.V.; al observar los valores se evidencia que los días 10, 11 y 12 no están dentro del rango establecido.

Así mismo, la NTE INEN 380 (1985) indica que “La concentración ideal en bebidas fermentadas de sólidos solubles varía de 4 - 9°Brix”; al observar los datos se evidencia cumplimiento de la normativa, el día 9 fue el óptimo porque ahí ya llego a los °Brix que están permitido en las normas; excepto en los días 8, 10, 11 y 12 la alteración de este valor podría deberse a una posible alteración de las condiciones ambientales que no se hayan controlado adecuadamente.

Tabla 20 Prueba de Tukey al 5% para el factor A en los días 9 y 10

Repeticiones	Día 9	Día 10
2	11,40 A	10,54 A
1	10,31 B	8,26 A

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

De acuerdo con los datos de la Tabla # se evidencia que para el día 9 se observa dos rangos de significancia A para la segunda repetición y B para la primera repetición; mientras que en el día 10 existe un solo rango de significancia A. Así mismo, observando las medias se determina que existe un descenso significativo de los sólidos solubles.

Tabla 21 Prueba de Tukey al 5% para el factor B en los días 1, 10 y 11

Repeticiones	Día 1	Día 10	Día 11
2	24,65 A	10,39 A	9,84 A
1	24,31 A	8,41 A	8,24 B

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

De acuerdo con los datos de la Tabla se evidencia que para el día 1 para el factor B se observa un rango de significancia A; mientras que en el día 9 sucede lo mismo, pues existe un solo rango de significancia A. en el día 11 se observan dos rangos de significancia; A para la segunda repetición y B para la primera repetición. De igual manera, observando las medias se determina que existe un descenso significativo de los sólidos solubles.

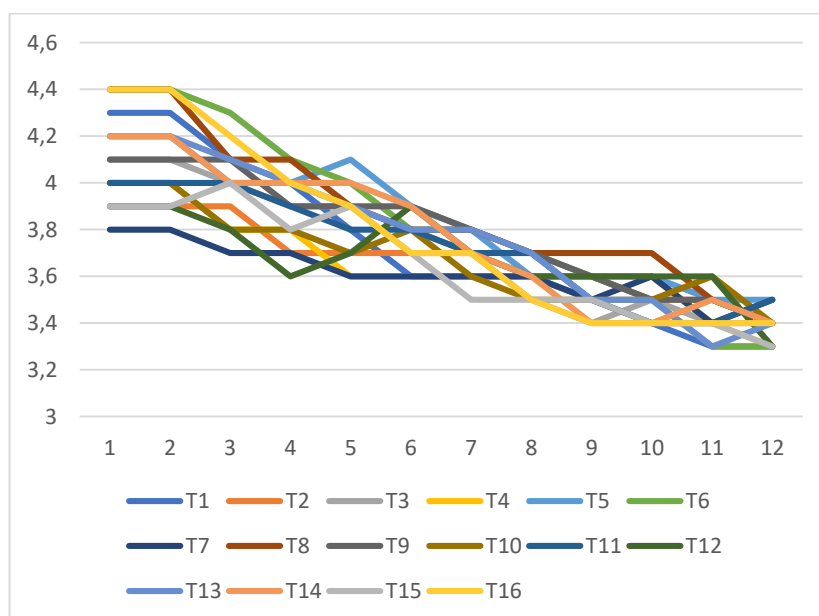
Tabla 22 Prueba de Tukey al 5% para las interacciones A*B*C en el día 9

Tratamiento	Día 9	
T5	14,30	A
T6	11,65	A B
T8	11,00	A B
T4	10,90	A B
T2	10,35	B
T1	10,25	B
T3	9,75	B
T7	8,65	B

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

De acuerdo con los datos de la Tabla 20 en la prueba Tukey al 5% se identificó dos rangos de significancia para el día 9, ubicándose en primer lugar el T5 pues se ubica en el rango A, y los tratamientos T2, T1, T3 y T7 se evidencia que para el día 9 se observa dos rangos de significancia A y B. Se concluye que existe diferencia significativa en el descenso de los sólidos solubles durante los días de fermentación de la bebida.

10.2.2. Variable pH

Figura. 28 Promedio de pH en los 12 días de fermentación

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

De los resultados obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se observó una disminución del pH a los 12 días durante el proceso de fermentación de la bebida.

De acuerdo con la norma NTE INEN 2262 (2003) se menciona que el valor mínimo del pH es 3,5 y el máximo es de 4,8, por lo que todos los tratamientos y sus 2 repeticiones cumplen con lo estipulado en la normativa.

Así mismo, para determinar el valor de pH de una bebida se utiliza la escala de pH de 0 a 14, que indica que aquellas que tienen un valor de pH inferior a 7 son ácidas, mientras si este valor es superior a 7 son alcalinas, si el valor es de 7 son neutras; por ello, la bebida fermentada realizada se incluye en la zona ácida porque por acción de los microorganismos se ha creado acidez (ácido láctico) por las concentraciones de suero de leche y tras 12 días de fermentación con una temperatura ambiente 21°C y 22°C.

Tabla 23 *Análisis de varianza de pH durante la fermentación*

F.V.	gl	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	
Repeticiones	1		0,01	0,2753n.s.	0,01	0,2753n.s.	6,30E-04	0,8436n.s.	0,01	0,3506n.s.	2,50E-03	0,6491n.s.	0,03	0,155n.s.
Factor A	1		0,09	0,0093**	0,09	0,0093**	0,05	0,1079n.s.	0,08	0,008**	0,09	0,0246*	6,30E-04	0,8264n.s.
Factor B	1		0,04	0,0499*	0,04	0,0499*	0,03	0,1949n.s.	0,03	0,0524*	0,04	0,0991*	0,02	0,2924n.s.
Factor C	1		0,02	0,1192n.s.	0,02	0,1192n.s.	6,30E-04	0,8436n.s.	6,30E-04	0,7486n.s.	0,01	0,3736n.s.	6,30E-04	0,8264n.s.
A*B	1	2,50E-03		0,5727n.s.	2,50E-03	0,5727n.s.	6,30E-04	0,8436n.s.	0,01	0,3506n.s.	0,02	0,197n.s.	0,03	0,155n.s.
A*C	1		0,25	0,0006**	0,25	0,0006**	0,18	0,0103*	0,14	0,0016**	0,06	0,0492*	0,01	0,5165n.s.
B*C	1		0,09	0,0093**	0,09	0,0093**	0,02	0,3401n.s.	0,02	0,1395n.s.	2,50E-03	0,6491n.s.	6,30E-04	0,8264n.s.
A*B*C	1		0,02	0,1192n.s.	0,02	0,1192n.s.	0,01	0,5585n.s.	0,02	0,1395n.s.	0,01	0,3736n.s.	0,01	0,5165n.s.
Error	7		0,01		0,01		0,01		0,01		0,01		0,01	
Total	15													
CV (%)			2,06		2,06		3,06		1,93		2,74		2,91	

F.V.	gl	Día 7		Día 8		Día 9		Día 10		Día 11		Día 12		
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	
Repeticiones	1	6,20E-04		0,7627n.s.	6,30E-04	0,8018n.s.	0,02	0,2495n.s.	0,03	0,0875n.s.	0,01	0,3807n.s.	0,25	0,3557n.s.
Factor A	1		0,01	0,3776n.s.	6,30E-04	0,8018n.s.	6,30E-04	0,8089n.s.	6,30E-04	0,7849n.s.	0,01	0,3807n.s.	0,3	0,3128n.s.
Factor B	1		0,02	0,1604n.s.	0,01	0,4598n.s.	6,30E-04	0,8089n.s.	0,01	0,4229n.s.	0	>0,9999*	0,25	0,3557n.s.
Factor C	1	6,30E-04		0,7627n.s.	6,30E-04	0,8018n.s.	0,01	0,4758n.s.	0,01	0,4229n.s.	0,02	0,2033n.s.	0,16	0,4549n.s.
A*B	1		0,02	0,1604n.s.	0,01	0,4598n.s.	6,30E-04	0,8089n.s.	6,30E-04	0,7849n.s.	2,50E-03	0,6542n.s.	0,25	0,3557n.s.
A*C	1		0,02	0,1604n.s.	0,01	0,4598n.s.	0,01	0,4758n.s.	0,02	0,1991n.s.	0,01	0,3807n.s.	0,25	0,3557n.s.
B*C	1		0,02	0,1604n.s.	0,01	0,4598n.s.	0,02	0,2495n.s.	0,02	0,1991n.s.	0	>0,9999*	0,2	0,4031n.s.
A*B*C	1		0,02	0,1604n.s.	6,30E-04	0,8018n.s.	6,30E-04	0,8089n.s.	6,30E-04	0,7849n.s.	2,50E-03	0,6542n.s.	0,42	0,2395n.s.
Error	7		0,01		0,01		0,01		0,01		0,01		0,26	
Total	15													
CV (%)			2,16		2,66		2,82		2,51		3,11		14,4	

n.s. = no significativo; * = significativo; **=altamente significativo

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

A partir de los datos obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se pudo observar mediante el análisis de ANOVA que la variable de pH en los 12 días indica que el factor A presenta diferencias altamente significativas en los días 1, 2, 4 y 5 puesto que el p-valor es $<0,05$, por ello, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; mientras que para el factor B hay diferencias significativas para los días 1,2,4,5 y 11, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa. En lo que respecta al factor C no existen diferencias significativas puesto que $p\text{-valor}>0,05$, por lo tanto se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Así mismo, en lo que respecta a los niveles de interacción A*B*C no existen diferencias significativas; por ello, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la alternativa. Debido a los valores de significancia presentados, es necesario realizar la prueba Tukey al 5%.

Los coeficientes de variación para los diferentes días son confiables, a excepción del día 12, lo que significa que de 100 observaciones se verán 2,06%, 2,06%, 3,06%, 1,93%; 2,74%, 2,91%, 2,16%, 2,66%, 2,82%, 2,51% y 3,11% tendrán resultados diferentes, mientras que 97,94%, 97,94%, 96,94%, 98,07%, 97,26%, 97,09%, 97,84%, 97,34%, 97,18%, 97,49% y 96,89% serán creíbles, lo que refleja la precisión del diseño de la prueba.

En cambio, el día 12, en base a pH de bebidas fermentadas, el coeficiente de variación no es confiable porque con 100 observaciones un 14,4% de sus resultados cambiarán y 85,6% serán confiables, es decir, la variabilidad será mayor a medida que la sacarosa disminuya durante la fermentación.

Tabla 24 . *Análisis del pH*

Días	Coefficientes de variación
1	2,06%
2	2,06%
3	3,06%
4	1,93%
5	2,74%
6	2,91%
7	2,16%
8	2,66%
9	2,82%
10	2,51%
11	3,11%
12	14,4%

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Tabla 25 Prueba de Tukey al 5% para el factor A del análisis del pH en los días 1, 2, 4 y 5 de las repeticiones

Día 1					Día 2				
Repeticiones	Medias	n	E.E.	Rangos	Repeticiones	Medias	n	E.E.	Rangos
2	4,19	8	0,03	A	2	4,19	8	0,03	A
1	4,04	8	0,03	B	1	4,04	8	0,03	B
Día 4					Día 5				
Repeticiones	Medias	n	E.E.	Rangos	Repeticiones	Medias	n	E.E.	Rangos
2	3,96	8	0,03	A	2	3,91	8	0,04	A
1	3,83	8	0,03	B	1	3,76	8	0,04	B

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

De acuerdo con la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, luego de realizar la prueba de significación Tukey al 5% para los días 1,2, 4 y 5 se determinó que existen dos rangos de significación, ubicándose en primer lugar la segunda repetición con un rango A lo que incide en el grado de fermentación de la bebida, además indica que existe diferencia significativa en el descenso de pH durante los días de fermentación de la bebida alcohólica. Se concluye que, la repetición 1 es la mejor ya que se produce la disminución del pH.

Tabla 26 Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 1,2, 4,5 y 11 en el factor B de la bebida alcohólica

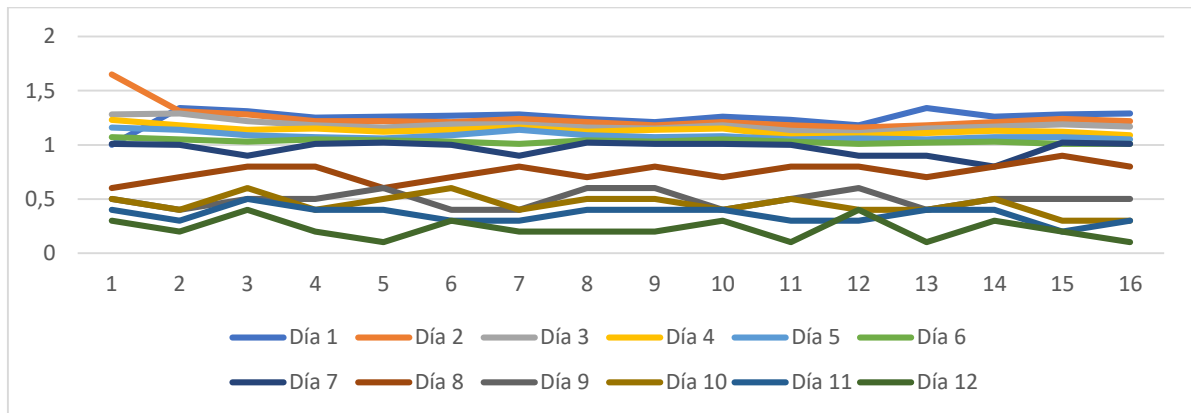
Día 1			Día 2			Día 4		
Repeticiones	Medias	Rango	Repeticiones	Medias	Rango	Repeticiones	Medias	Rango
1	4,16	A	1	4,16	A	1	3,94	A
2	4,06	B	2	4,06	B	2	3,85	A
Día 5			Día 11					
Repeticiones	Medias	Rango	Repeticiones	Medias	Rango			
1	3,89	A	1	3,44	A			
2	3,79	A	2	3,44	A			

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Analizando los datos obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, en la prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 1,2, 4, 5 y 11 para el factor B de la bebida alcohólica, donde se evidencia que existen dos rangos de significación, y que en cada día la segunda repetición tiene menor valor de pH. En conclusión, se menciona que la concentración de suero de leche y pulpa de taxo se ubica entre dos rangos A y B, de los cuales la repetición 2 son las mejores concentraciones ya que se ubican en el rango A, excepto el día 2 y presentan mejores características en lo que respecta a la disminución de pH.

10.2.3. Variable acidez de la bebida fermentada

Figura. 29 Promedio de acidez en los 12 días de fermentación



Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

De los resultados obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se observó descensos en cuanto a la variación de acidez de la bebida fermentada. De acuerdo con la revisión de la bibliografía existente, este valor debe estar comprendido en un rango máximo de 1,10 y mínimo 0,12 (Machado et al., 2007), y en base a la norma NTE INEN 2323 (2002) que establece que este debe presentar un valor máximo de 0,2% se observa que existe cumplimiento de este parámetro.

Tabla 27 Análisis de varianza de acidez durante la fermentación

F.V.	gl	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Repeticiones	1	12,25	0,4121n.s.	0,06	0,9487n.s.	14,06	0,3506n.s.	225	0,0369*	0,06	0,9721n.s.	10,56	0,3845n.s.
Factor A	1	121	0,0289n.s.	115,56	0,0241*	410,06	0,001*	196	0,0474*	297,56	0,0408*	264,06	0,0024*
Factor B	1	12,25	0,4121n.s.	10,56	0,4148n.s.	3,06	0,6549n.s.	1	0,8687n.s.	18,06	0,5569n.s.	68,06	0,0507*
Factor C	1	1	0,8104n.s.	7,56	0,4872n.s.	1,56	0,7486n.s.	36	0,3377n.s.	45,56	0,36n.s.	232,56	0,0033**
A*B	1	1	0,8104n.s.	22,56	0,2458n.s.	60,06	0,0776*	156,25	0,0693*	150,06	0,1187n.s.	126,56	0,0148*
A*C	1	156,25	0,017n.s.	52,56	0,0945*	0,56	0,8472n.s.	30,25	0,377n.s.	1,56	0,8612n.s.	18,06	0,2645n.s.
B*C	1	1	0,8104n.s.	0,06	0,9487n.s.	18,06	0,2944n.s.	306,25	0,0199*	370,56	0,0268*	315,06	0,0015**
A*B*C	1	0,25	0,9044n.s.	5,06	0,5674n.s.	7,56	0,4872n.s.	81	0,1666n.s.	217,56	0,0696*	3,06	0,6328n.s.
Error	7	16,11		14,06		14,06		34		47,49		12,28	
Total	15												
CV (%)		13,00		12,02		11,98		19,2		24,98		11,9	

F.V.	gl	Día 7		Día 8		Día 9		Día 10		Día 11		Día 12	
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor
Repeticiones	1	126,56	0,1234n.s.	126,56	0,1234n.s.	272,25	0,1511n.s.	25	0,3233n.s.	115,56	0,0514*	1	0,7385n.s.
Factor A	1	3,06	0,7932n.s.	3,06	0,7932n.s.	196	0,2138n.s.	324	0,0065**	95,06	0,0709*	36	0,0756*
Factor B	1	5,06	0,7365n.s.	5,06	0,7365n.s.	4	0,8507n.s.	210,25	0,0178*	60,06	0,1346n.s.	9	0,332n.s.
Factor C	1	0,56	0,9103n.s.	0,56	0,9103n.s.	256	0,1621n.s.	72,25	0,1138n.s.	18,06	0,3845n.s.	1	0,7385n.s.
A*B	1	7,56	0,6815n.s.	7,56	0,6815n.s.	9	0,778n.s.	64	0,1329n.s.	39,06	0,2148n.s.	6,25	0,4139n.s.
A*C	1	138,06	0,1101n.s.	138,06	0,1101n.s.	1	0,9249n.s.	16	0,4234n.s.	7,56	0,5673n.s.	20,25	0,162n.s.
B*C	1	115,56	0,1382n.s.	115,56	0,1382n.s.	4	0,8507n.s.	72,25	0,1138n.s.	22,56	0,3343n.s.	6,25	0,4139n.s.
A*B*C	1	0,56	0,9103n.s.	0,56	0,9103n.s.	9	0,778n.s.	121	0,052*	10,56	0,501n.s.	36	0,0756*
Error	7	41,28		41,28		104,82		22,14		20,99		8,29	
Total	15												
CV (%)		28,78		24,19		31,75		13,4		11,84		7,4	

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Al analizar los datos obtenidos de la en el análisis de la dispersión de acidez para los diferentes días de fermentación se observa que para el factor A existe diferencia significativa los días 2,3,4,5,6, 10, 11 y 12 ya que p-valor es $<0,05$ por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa; en cuanto al factor B se observa que los días 6 y 10 existen diferencia significativa por lo que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa; en lo que respecta al factor C, el día 6 presenta diferencia altamente significativa y de igual manera se rechaza la hipótesis nula y se acepta la alternativa. En lo que respecta a los factores de interacción A*B*C se observa que los días 5, 10 y 12 hay diferencia significativa, rechazando la hipótesis nula y aceptando la hipótesis alternativa, ya que después de 12 días de fermentación de la bebida hay diferencias estadísticamente significativas en la bebida en cuanto a acidez. Debido a estos valores de significancia se realiza la prueba de Tukey al 5%.

En lo que respecta a los coeficientes de variación para el día 12 de observación es confiable, ya que de cada 100 observaciones el 7,4% tendrá resultados diferentes, mientras el 92,6% tendrá valores iguales. En lo que respecta a los días 1,2,3,4,5,6,7,8,9,10 y 11 el coeficiente de variación no es confiable ya que el 13,0%; 12,02%, 11,98%, 19,2%, 24,98%, 11,9%, 28,78%, 24,19%, 31,75%, 13,4% y 11,84% serán diferentes y el 87,0%, 87,98%, 88,02%, 80,8%, 75,02%, 88,1%, 71,22%, 75,81%, 68,25%, 86,6% y 88,16% serán confiables.

Al corroborar los resultados obtenidos estimados por Caiza (2019) quien expresa que el coeficiente de variación para la acidez es de 1,79% se evidencia el incumplimiento de la normativa.

Tabla 28 . *Análisis de la acidez*

Días	Coefficientes de variación
1	13,0%
2	12,02%
3	11,98%
4	19,2%
5	24,98%
6	11,9%
7	28,78%
8	24,19%
9	31,75%
10	13,4%

Días	Coefficientes de variación
11	11,84%
12	7,4%

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Tabla 29 Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 2,3,4,5,6,10,11 y 12 en el factor A de la bebida alcohólica

Día 2			Día 3			Día 4		
Repetición	Medias	Rango	Repetición	Medias	Rango	Repetición	Medias	Rango
2	33,88	A	2	36,38	A	2	33,88	A
1	28,50	B	1	26,25	B	1	26,88	B
Día 5			Día 6			Día 10		
Repetición	Medias	Rango	Repetición	Medias	Rango	Repetición	Medias	Rango
2	32,00	A	2	33,50	A	2	39,63	A
1	23,38	B	1	25,38	B	1	30,63	B
Día 11			Día 12					
Repetición	Medias	Rango	Repetición	Medias	Rango			
2	41,13	A	2	40,38	A			
1	36,25	A	1	37,38	A			

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Una vez realizado el análisis de Tukey al 5% para los días 2,3,4,5,6,10, 11 y 12 del factor A de la bebida láctea se evidenció la existencia de dos rangos A y B en las dos repeticiones. Se concluye que la concentración de suero de leche y pulpa de taxo que están en el rango A en todas las concentraciones, mediante los días de fermentación presentan las mejores características en cuanto a disminución de acidez.

Tabla 30 . Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 6 y 10 en el factor B de la bebida alcohólica

Día 6			Día 10		
Repetición	Medias	Rango	Repetición	Medias	Rango
1	31,50	A	1	38,75	A
2	27,38	A	2	31,50	B

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

En lo que respecta al factor B en la prueba de Tukey al 5% se evidencia que en los días 6 y 10 se encuentran en dos rangos A y B, donde se observa que la concentración de levadura para la segunda repetición es la presenta mejores características en cuanto a disminución de la acidez.

Tabla 31 Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en el día 6 en el factor C de la bebida alcohólica

Día 6		
Repetición	Medias	Rango
1	33,25	A
2	25,63	B

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

En lo que respecta al factor C en la prueba de Tukey al 5% se evidencia que el día 6 se encuentran en dos rangos A y B, donde se observa que la concentración de enzima lactasa para la segunda repetición es la presenta mejores características en cuanto a disminución de la acidez.

Tabla 32 Prueba de Tukey al 5% para el análisis del pH en los días 5, 10 y 12 en los factores de interacción de la bebida alcohólica

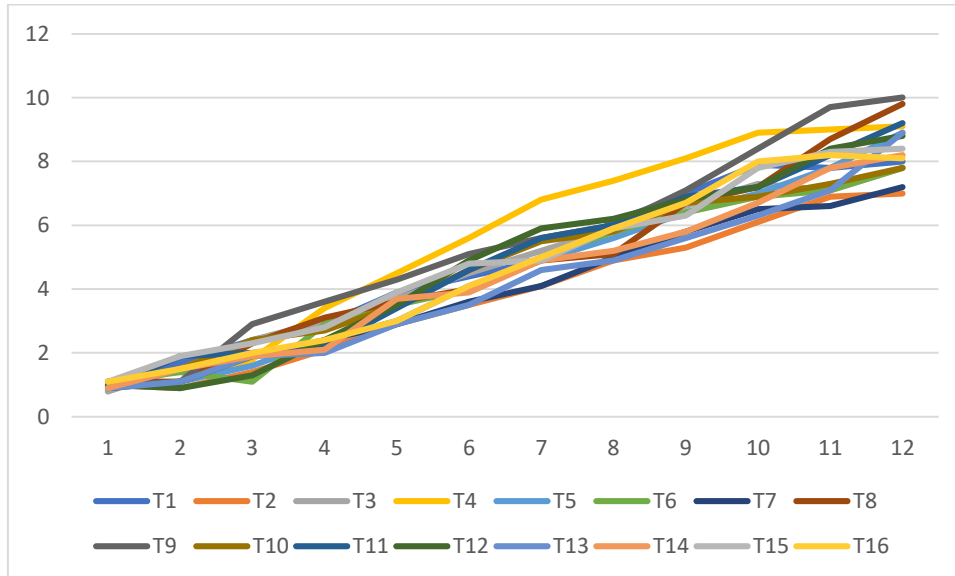
Día 5			Día 10			Día 12		
Tratamiento	Medias	Rango	Tratamiento	Medias	Rango	Tratamiento	Medias	Rango
T5	40,50	A	T6	43,0	A	T5	44,0	A
T8	40,50	A	T5	39,5	A	T2	40,5	A
T1	30,00	A	T8	38,5	A	T6	39,5	A
T7	27,50	A	T1	38,0	A	T7	39,5	A
T2	25,00	A	T7	37,5	A	T3	38,5	A
T6	19,50	A	T2	34,5	A B	T8	38,5	A B
T3	19,50	A	T4	33,0	A B	T4	36,0	A B
T4	19,00	A	T3	17,0	B	T1	34,5	A B

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Por último, al analizar la interacción de factores A*B*C se observa que existen dos rangos; sin embargo, en los días 5,10 y 12, los diferentes tratamientos T4, T3 y T1 respectivamente son los que presentan mejores características para disminución de la acidez.

10.2.4. Análisis de las características fisicoquímicas de las formulaciones de la bebida alcohólica de la variable grados alcohólicos

Figura. 30 Comportamiento de los promedios de la variable grados alcohólicos para obtener la bebida alcohólica



Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se aprecia la evolución del grado alcohólico en los diferentes tratamientos. Estos tratamientos comienzan con valores de 0,8 y muestran un aumento notable en los grados alcohólicos, lo que sugiere una fermentación adecuada. Según los estándares para vinos, los niveles aceptables de grado alcohólico oscilan entre 5 y 23. La representación gráfica indica que todas las muestras de la bebida alcohólica cumplen con este criterio.

Tabla 33 Análisis de varianza del cambio de grados alcohólicos durante la fermentación

F.V.	gl	Día 1		Día 2		Día 3		Día 4		Día 5		Día 6		
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	
Repeticiones	1		0,01	0,5281n.s.	0,14	0,2819n.s.	0,2	0,2972n.s.	0,25	0,3467n.s.	2,50E-03	0,9172n.s.	0,2	0,4052n.s.
Factor A	1		0,01	0,5281n.s.	6,20E-04	0,9402n.s.	0,16	0,3501n.s.	0,3	0,3038n.s.	0,64	0,1284n.s.	1,69	0,0376*
Factor B	1		0,01	0,5281n.s.	0,03	0,6033n.s.	0,01	0,8096n.s.	0,06	0,6295n.s.	0,04	0,6794n.s.	0,56	0,1835n.s.
Factor C	1		0,05	0,0867n.s.	0,14	0,2819n.s.	0,64	0,0853n.s.	2,50E-03	0,9225n.s.	2,50E-03	0,9172n.s.	0	>0,9999n.s.
A*B	1		0,01	0,5281n.s.	0,01	0,8223n.s.	0,81	0,059n.s.	0,16	0,4462n.s.	2,50E-03	0,9172n.s.	0,06	0,6378n.s.
A*C	1		0,01	0,5281n.s.	0,28	0,1467n.s.	0,36	0,1769n.s.	0,25	0,3467n.s.	0,25	0,317n.s.	0	>0,9999n.s.
B*C	1	6,20E-04		0,8312n.s.	0,28	0,1467n.s.	0,04	0,632n.s.	0,25	0,3467n.s.	0,09	0,5386n.s.	0,3	0,315n.s.
A*B*C	1	6,20E-04		0,8312n.s.	6,20E-04	0,9402n.s.	0,01	0,8096n.s.	0,42	0,2311n.s.	1,1	0,0581n.s.	0,72	0,1383n.s.
Error	7		0,01		0,1		0,16		0,25		0,22		0,26	
Total	15													
CV (%)			11,37		24,16		20,23		18,71		13,21		11,75	
F.V.	gl	Día 7		Día 8		Día 9		Día 10		Día 11		Día 12		
		CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	CM	p-valor	
Repeticiones	1		0,28	0,3361n.s.	6,20E-04	0,9663n.s.	0,01	0,8716n.s.	0,03	0,806n.s.	1	0,213n.s.	0,9	0,2837n.s.
Factor A	1		1,76	0,0351*	1,5	0,0692n.s.	1,44	0,0841n.s.	0,77	0,2428n.s.	0,49	0,3695n.s.	0,01	0,9062n.s.
Factor B	1		0,53	0,1969n.s.	0,6	0,217n.s.	0,81	0,175n.s.	0,95	0,1982n.s.	0,56	0,3384n.s.	0,2	0,5995n.s.
Factor C	1		0,33	0,2953n.s.	0,05	0,7054n.s.	0,04	0,7472n.s.	0,02	0,8606n.s.	0,04	0,792n.s.	0,2	0,5995n.s.
A*B	1		0,95	0,0967n.s.	0,33	0,3477n.s.	0,06	0,6877n.s.	0,11	0,6501n.s.	0,06	0,742n.s.	0,36	0,4873n.s.
A*C	1		0,01	0,8869n.s.	0,01	0,8992n.s.	0,3	0,3871n.s.	0,53	0,3257n.s.	0,64	0,3094n.s.	0,49	0,4206n.s.
B*C	1		0,68	0,1487n.s.	0,46	0,2759n.s.	1,32	0,0952n.s.	1,89	0,0851n.s.	3,42	0,039*	4,2	0,0407*
A*B*C	1		0,33	0,2953n.s.	0,77	0,1695n.s.	0,36	0,3479n.s.	1,16	0,1611n.s.	0,72	0,2824n.s.	0	>0,9999n.s.
Error	7		0,26		0,33		0,36		0,47		0,53		0,67	
Total	15													
CV (%)			9,93		9,97		9,16		9,44		9,27		9,7	

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Los resultados obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** revelan que en las repeticiones a los doce días, no se observan diferencias significativas en los niveles de grados alcohólicos, como lo indica un p-valor $>0,05$, lo que conduce a la aceptación de la hipótesis nula y el rechazo de la alternativa. Por otro lado, el factor A, muestra diferencias significativas en los días 6 y 7 de la fermentación, ya que p-valor $<0,05$, lo que lleva al rechazo de la hipótesis nula y la aceptación de la alternativa.

En cuanto al factor B, tampoco muestra significancia en los 12 días de la fermentación, indicado por un p-valor $>0,05$, lo que conduce a la aceptación de la hipótesis nula y el rechazo de la alternativa. Las interacciones entre A*B*C en los 12 días tampoco resultaron significativas con un p-valor $>0,05$, lo que respalda la aceptación de la hipótesis nula y el rechazo de la alternativa. Estas diferencias demuestran una variación en los grados alcohólicos entre los tratamientos de la bebida alcohólica, lo que justifica la necesidad de realizar una prueba de rango múltiple Tukey al 5% para evaluar los valores con significancia.

Los coeficientes de variación para los diferentes días de fermentación reflejan que de cada 100 observaciones el 11,37%, 24,16%, 20,23%, 18,71%, 13,21% y 11,75% van a salir diferentes y el 88,63%, 75,84%, 79,77, 81,29, 86,79% y 88,25% van a ser iguales. En lo que respecta a los coeficientes de variación para los días 7,8,9,10, 11 y 12 de observaciones serán confiables, ya que de cada 100 observaciones el 9,93%, 9,97%, 9,16%, 9,44%, 9,27% 9,7% tendrá resultados diferentes, mientras el 90,07%, 90,03%, 90,56%, 90,73% y 90,3% tendrá valores iguales, lo que indica un control adecuado en la investigación. En conclusión, la interacción entre la concentración de pulpa de taxo, levadura, suero de leche y HA Lactasa en ciertos días influye en los grados alcohólicos de la bebida alcohólica, demostrando su significancia con un nivel de $p < 0,05$.

Tabla 34 . Grados alcohólicos de la fermentación

Días	Coefficientes de variación
1	11,37%
2	24,16%
3	20,23%
4	18,71%
5	13,21%
6	11,75%
7	9,93%
8	9,97%
9	9,16%
10	9,44%

Días	Coefficientes de variación
11	9,27%
12	9,7%

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Tabla 35 Prueba de Tukey al 5% para el factor A en los días 6 y 7 de la fermentación

Día 6			Día 7		
Repetición	Medias	Rango	Repetición	Medias	Rango
2	4,00	A	2	4,79	A
1	4,65	B	1	5,45	B

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Como puede evidenciarse en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** al realizar la prueba de Tukey al 5% se evidenció dos rangos diferentes de significancia, encontrándose en el primer rango A la segunda repetición para los dos días.

En resumen, se pudo observar un aumento en los niveles de alcohol a lo largo de los 12 días de fermentación, influenciado por las distintas concentraciones de pulpa de taxo, suero de leche, levadura y HA lactasa empleados en los diversos tratamientos para la elaboración de la bebida alcohólica. Este aumento se atribuye al proceso de fermentación de los azúcares presentes en las pulpas, dando lugar a la producción de alcohol etílico.

Para culminar, de acuerdo con la norma NTE INEN 2262 (2003) el grado alcohólico debe ser de 1,00°% a 10,00°%; por lo tanto, los diferentes tratamientos se encuentran dentro de este rango establecido, ya que presenta una concentración más elevada de alcohol. Por esta razón, se considera que este tratamiento es el más eficaz, ya que cumple con el criterio establecido para la producción deseada.

Para obtener el mejor tratamiento se llevó a cabo la encuesta de la bebida por 18 catadores de la Universidad Técnica de Cotopaxi y la mayoría constataron que el tratamiento t7 fue el que más le gusto en las fases de la evaluación sensorial.

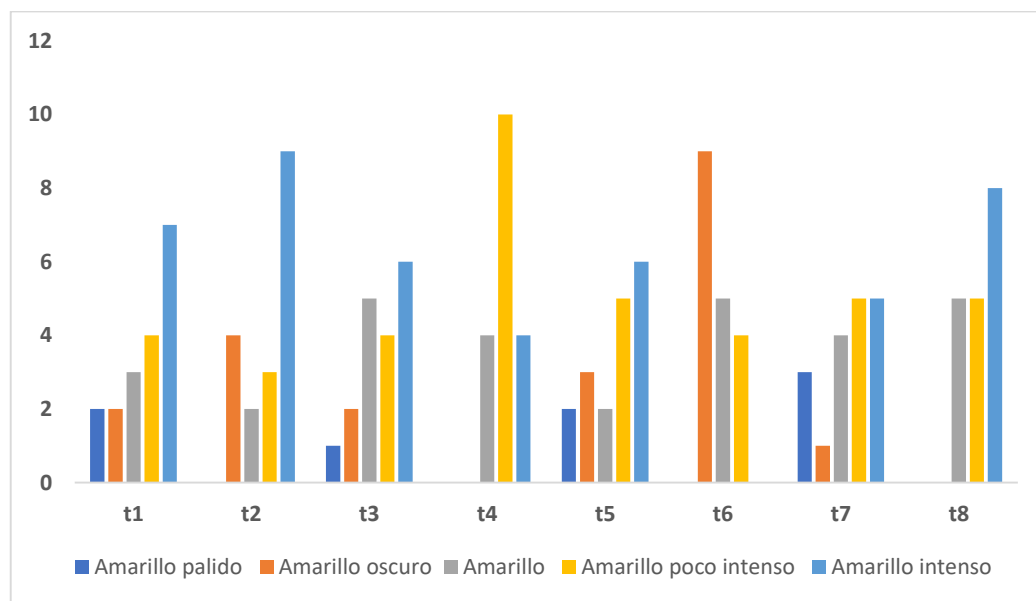
10.2.5. Evaluación sensorial de la bebida alcohólica

Se realizó el análisis sensorial para lo cual se empleó la tabla hedónica respectiva (Ver Anexo 5) y se hizo la catación con 18 personas.

10.3.5.1. Atributo color

El color es un indicador de calidad y frescura de las bebidas alcohólicas; si una bebida presenta colores brillantes suele asociarse a bebidas obtenidas de un buen proceso, si se presentan con colores opacos, puede influir el almacenamiento, el color también va a depender del origen de la fruta (Riu, 2005), sus ingredientes de elaboración, pigmentos y copigmentación (Soto et al., 2021). Bajo este argumento la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestra el resultado del análisis sensorial del atributo correspondiente a Color.

Figura. 31 *Análisis de color*



Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Durante el análisis sensorial, se aplicó como primer atributo el color; donde se evaluó conforme al establecimiento de una escala de colores para el producto, el mismo que se contrasta con la evaluación del vino. Al realizar la respectiva catación con 18 panelistas se evidenció que el color amarillo intenso fue el de mayor valoración, siendo el Tratamiento 7 (t7) el más preferido por los catadores.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se realizó el análisis de varianza para determinar las diferencias significativas entre tratamientos del atributo color.

Tabla 36 . *Análisis de varianza del color*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Catadores	0,00	17	0,00	0,00	>0,999n.s.
Color	23,29	4	5,82	0,97	0,4269n.s.

Error	732,71	122	6,01
Total	756,00	143	
CV%	54,46		

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

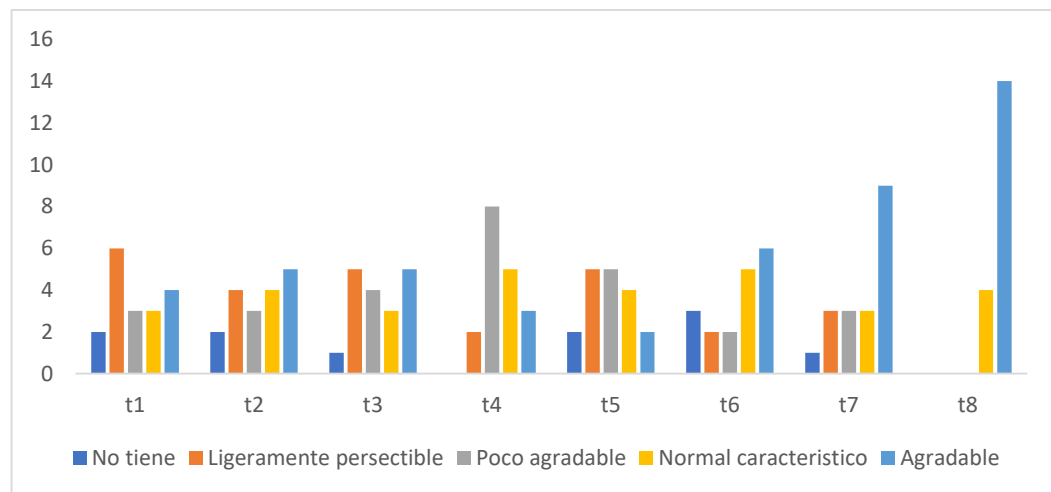
Los resultados presentados en la tabla 40 indican que, mediante el análisis de varianza del color, no se observa una diferencia significativa entre los catadores, ya que el valor p es mayor que 0,05. Sin embargo, esta no es significativa por las percepciones de los panelistas que puede variar conforme a sus preferencias o experiencias de consumo.

El coeficiente de varianza no resulta confiable, lo que indica que el 54,46% de las observaciones serán diferentes de un total de 100, mientras que el 45,54% de las observaciones serán fiables. Esto sugiere una alta variabilidad, ya que los valores para los tratamientos y sus repeticiones son propensos a ser distintos. El análisis sensorial del color varía según la concentración de levadura, la concentración de lactosuero (tanto dulce como ácido) y la cantidad de pulpa de taxo añadida durante la elaboración de la bebida fermentada.

Estos resultados se contrastan con otras investigaciones como Barco (2017), en su investigación sobre la "Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y soya (*Glycine max*) con la aplicación de probióticos", el coeficiente de variación de color es del 16,92%. Por lo tanto, el color amarillo poco intenso obtenido para la bebida es característico de la fruta de taxo que es amarillo brillante.

10.2.5.1. Atributo olor

Determinar el olor en bebidas alcohólicas es importante porque puede identificar defectos o aromas anormales lo que pueden ser un resultado de problemas en el proceso o conservación de la bebida ya que la excelencia del olor de los vinos se ve principalmente influenciada por su fragancia inicial, derivada de la cepa de uva, misma que debe predominar tanto en intensidad como en calidad. En cambio, en aquellos vinos donde el aroma secundario prevalece pueden resultar agradables, pero tienden a perder sus atributos con mayor celeridad y carecen de perspectivas a largo plazo (Peynaud y Blouin, 1999).

Figura. 32 . *Análisis de olor*

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Además, en esta prueba se evidenció que la mayor parte de catadores la describieron con un olor agradable debido a la adición de pulpa de taxo.

Tabla 37 . *Análisis de varianza del olor*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Catadores	0,00	17	0,00	0,00	>0,999n.s.
Olor	260,80	4	65,20	16,06	<0,0001**
Error	495,20	122	4,06		
Total	756,00	143			
CV%	44,77				

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Los resultados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, obtenidos mediante el análisis de varianza del olor, muestran que no hay una diferencia significativa entre los catadores, ya que el valor p es mayor que 0,05. Por lo tanto, se concluye que la hipótesis nula es válida y se descarta la hipótesis alternativa en este aspecto. Sin embargo, se observa una diferencia altamente significativa en el parámetro olor, ya que el valor p es menor que 0,05. Esto conlleva al rechazo de la hipótesis nula y a la aceptación de la hipótesis alternativa, lo que indica una diferencia significativa entre los tratamientos. En consecuencia, se realiza la prueba Tukey al 5 % para un análisis más detallado.

Así mismo, el coeficiente de varianza no resulta confiable, lo que indica que aproximadamente el 44,77 % de las observaciones serán diferentes de un total de 100, mientras que el 55,23 % de las observaciones serán fiables. Esto sugiere una alta variabilidad en los valores de los

tratamientos y sus repeticiones. La percepción sensorial del olor varía según factores como la concentración de levadura, la concentración de lactosuero (tanto dulce como ácido) y la cantidad de pulpa añadida durante la elaboración de la bebida fermentada.

Según la investigación de Barco (2017) sobre "Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y soya (*Glycine max*) con la aplicación de probióticos", el coeficiente de variación para la variable olor es del 22,72 %. Comparado con los datos obtenidos este valor se encuentra fuera del rango establecido del 10 % de coeficiente de variación. Por lo tanto, se concluye que existe una diferencia significativa debido a la gran variabilidad observada en los resultados.

Tabla 38 Prueba de Tukey para el olor

Olor	Medias	n	E.E.	Rango
5	6,56	41	0,36	A
4	5,25	31	0,39	A B
3	4,07	28	0,40	B
2	3,57	10	0,68	C
1	3,38	27	0,41	C

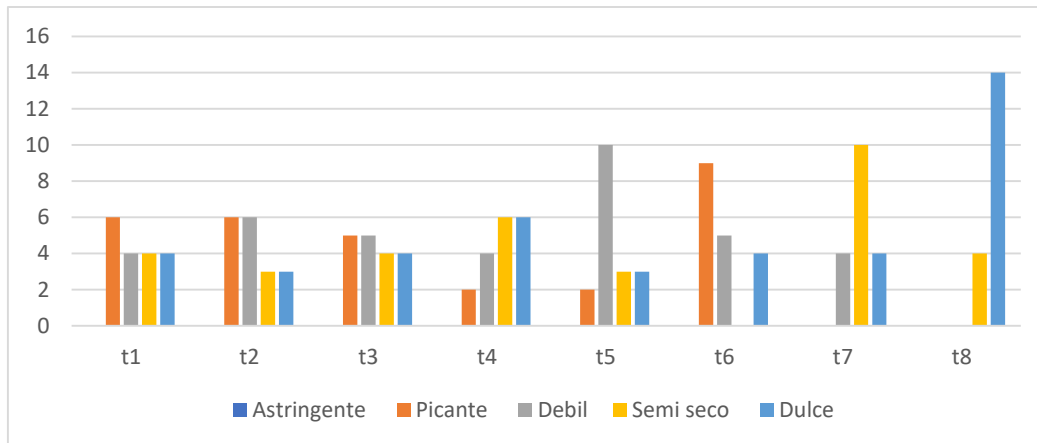
Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Basándose en los datos presentados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se llega a la conclusión de que el tratamiento más efectivo para el atributo del olor, según la evaluación sensorial realizada a los catadores es el que recibió una valoración de 1 y según la normativa NTE INEN 2609 de 2012 para bebidas de suero, este exhibe un aroma característico acorde con la variedad de fruta empleada en la elaboración de la bebida fermentada.

10.2.5.2. Atributo sabor

Es la fase gustativa siendo percibida como la sensación a causa de un alimento u otra sustancia para ello se tomó los siguientes criterios: astringente, picante, débil, semi seco y dulce. Es importante mencionar que, el sabor de los alimentos representa un aspecto crucial de su excelencia, dado que influye significativamente en la disposición del consumidor hacia el producto. Este atributo está compuesto por una diversidad de elementos, si bien solo se toman en cuenta aquellos cuya cantidad supera su límite umbral de concentración, que es la mínima cantidad de un componente que puede ser percibido directamente por su sabor (Riu, 2005).

Figura. 33 *Análisis de sabor*

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

En esta variable la mayor parte de catadores la calificó con un sabor dulce.

Tabla 39 . *Análisis de varianza del sabor*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Catadores	0,00	17	0,00	0,00	>0,999n.s.
Sabor	190,12	3	63,37	13,77	<0,0001**
Error	565,88	123	4,60		
Total	756,00	143			
CV%	47,66				

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Los resultados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, que corresponde al análisis de varianza del sabor, revelan que tanto en los tratamientos como en los catadores no hay una diferencia significativa, dado que el valor p es mayor que 0,05. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa. Sin embargo, en el análisis de sabor se evidencia diferencias altamente significativas tanto entre los tratamientos como entre los catadores. Esto implica la necesidad de aplicar la prueba de significación Tukey al 5 % para un análisis más detallado. Asimismo, se observa que el coeficiente de variación no es confiable, lo que sugiere que aproximadamente el 47,66 % de las observaciones serán diferentes de un total de 100, mientras que el 52,34 % de las observaciones serán fiables. Estos valores varían entre los tratamientos en función del sabor. Se puede atribuir esta diferencia significativa en el sabor a los porcentajes de lactosuero (dulce y ácido) utilizados en la elaboración del producto.

Según Barco (2017) en su investigación sobre "Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y soya (*Glycine max*) con la aplicación de probióticos", el coeficiente de variación para la variable sabor es del 29,15 %. Comparado con los datos obtenidos esta cifra no muestra una diferencia significativa, ya que no hay una gran variabilidad y excede los límites del rango establecido del 10 % de coeficiente de variación. En conclusión, se destaca que en la producción de la bebida fermentada a base de lactosuero (dulce y ácido) utilizando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), el sabor respectivo de la bebida fermentada sí influye en la variable del sabor, mostrando diferencias entre los tratamientos investigados.

Tabla 40 Prueba de Tukey para el sabor

Olor	Medias	n	E.E.	Rango
5	6,58	42	0,45	A
4	5,26	34	0,40	B
3	4,13	38	0,36	B C
2	3,16	30	0,42	C

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

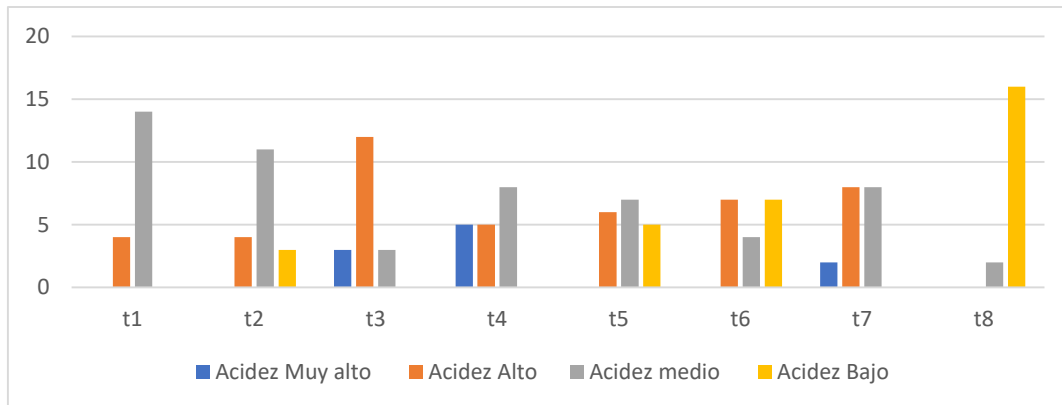
Análisis e interpretación

Basándose en los datos presentados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se llega a la conclusión de que el tratamiento más efectivo para el atributo del sabor, según la evaluación sensorial realizada a los catadores es el que recibió una valoración de 5 y según la normativa NTE INEN 2609 de 2012 para bebidas de suero, este tiene un sabor característico de acuerdo con la variedad de fruta empleada en la elaboración de la bebida fermentada.

10.2.5.3. Atributo acidez

Es una fase gustativa que sirve para ver el nivel de acidez presente en la bebida, lo que puede afectar a su sabor. Para ello se tomó en cuenta los siguientes aspectos: acidez muy alta, acidez alta, acidez media y acidez baja.

Cabe mencionar que, el sabor agrio, que se manifiesta de forma suave en las bebidas alcohólicas, podría atribuirse a la abundante presencia de carbohidratos de la fruta. Cuando estos se descomponen, generan azúcares simples que son beneficiosos para la elaboración de las bebidas. Sin embargo, si están en exceso, pueden perjudicar la bebida, ya que las levaduras se adaptan rápidamente, lo que resulta en una proliferación excesiva y una pérdida temprana de estas, ocasionando cierto grado de acidez (Aguirre, 2019).

Figura. 34 *Análisis de acidez*

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

De igual manera, en esta variable se calificó a la bebida con un nivel de acidez medio.

Tabla 41 *Análisis de varianza de acidez*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Acidez	113,61	2	56,80	12,47	<0,0001**
Error	642,39	141	4,56		
Total	756,00	143			
CV%	47,43				

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Los resultados de la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, que corresponde al análisis de varianza del sabor, revelan que tanto en los tratamientos como en los catadores hay una diferencia significativa, dado que el valor p es menor que 0,05. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa. Esto implica la necesidad de aplicar la prueba de significación Tukey al 5 % para un análisis más detallado.

Asimismo, se observa que el coeficiente de variación no es confiable, lo que sugiere que aproximadamente el 47,43 % de las observaciones serán diferentes de un total de 100, mientras que el 52,57 % de las observaciones serán fiables. Estos valores varían entre los tratamientos en función del sabor. Se puede atribuir esta diferencia significativa en la acidez a los porcentajes de pulpa de taxo utilizados en la elaboración del producto.

Según Barco (2017) en su investigación sobre "Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd) y soya (*Glycine max*) con la aplicación de probióticos", el coeficiente de variación para la variable acidez es del 3,58 %. Comparado con los datos obtenidos esta cifra no muestra una diferencia significativa, ya que no hay una gran

variabilidad y excede los límites del rango establecido del 10 % de coeficiente de variación. En conclusión, se destaca que en la producción de la bebida fermentada a base de lactosuero (dulce y ácido) utilizando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), la acidez respectiva de la bebida fermentada sí influye en esta variable, mostrando diferencias entre los tratamientos investigados.

Tabla 42 Prueba de Tukey para la acidez

Acidez	Medias	n	E.E.	Rango
2	5,31	64	0,27	A
3	4,76	29	0,40	A
1	3,33	51	0,30	B

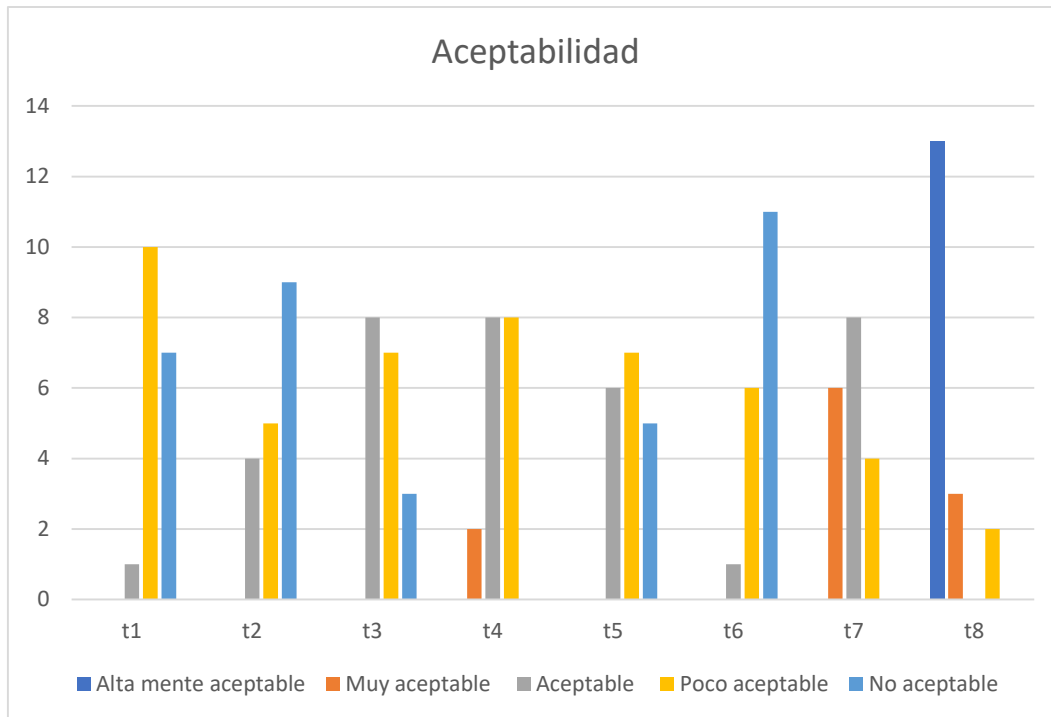
Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Basándose en los datos presentados en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, se llega a la conclusión de que el tratamiento más efectivo para este atributo, según la evaluación sensorial realizada a los catadores es el que recibió una valoración de bajo y para bebidas de suero, la acidez es influenciada por la variedad de fruta empleada en la elaboración de la bebida fermentada.

10.2.5.4. Atributo aceptabilidad

La expansión del mercado de bebidas tropicales de frutas se vincula con la conveniencia, la escasez de tiempo entre la población para preparar jugos de frutas frescas, el sabor globalmente apreciado, y su aporte de nutrientes esenciales como vitaminas, minerales, carbohidratos, entre otros. Por ende, los métodos de producción de estas bebidas deben preservar las propiedades nutricionales inherentes a las frutas utilizadas en su elaboración para su aceptación (Marcelo, 2020).

Figura. 35 . *Análisis de aceptabilidad*

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Al realizar la valoración de todas las fases de análisis sensorial de la bebida alcohólica se logró determinar el mejor tratamiento, estableciendo que el T7 es el que tuvo mayor aceptación por parte de los catadores al ser altamente aceptable.

Tabla 43 *Análisis de varianza de aceptabilidad*

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Aceptabilidad	266,25	4	6,41	1,45	0,0568n.s.
Catadores	56,67	17	3,33	0,76	0,7354n.s.
Aceptabilidad*Catadores	80,62	42	1,92	0,44	0,9980n.s.
Error	352,47	80	4,41		
Total	756,00	143			
CV%	46,64				

Elaboración: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

Los resultados de la

, que corresponde al análisis de varianza de la aceptabilidad, revelan que tanto en los tratamientos como en los catadores no hay una diferencia significativa, dado que el valor p es $>0,05$. Por lo tanto, se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alternativa.

Asimismo, se observa que el coeficiente de variación no es confiable, lo que sugiere que aproximadamente el 46,64% de las observaciones serán diferentes de un total de 100, mientras que el 52,36 % de las observaciones serán fiables.

10.3.6. Análisis fisicoquímico del mejor tratamiento

Adicionalmente, se realizó el análisis fisicoquímico del mejor tratamiento como se muestra en la siguiente Tabla:

Tabla 44 Análisis del grado alcohólico del mejor tratamiento correspondiente a T7

Parámetros	Resultado	NTE INEN 2262,2013	
		Min.	Máx.
Grado alcohólico	9°	1,00	10,00(v/v)

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Análisis e interpretación

De acuerdo con los resultados obtenidos, se evidencia que los grados de alcohol de la bebida fermentada a base de lactosuero, empleando levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) del mejor tratamiento que corresponde al T7 es de 9° grados de alcohol, que de acuerdo con la norma NTE INEN 2262 (2003) debe ser de 1,00°% a 10,00°%, se concluye que esta bebida cumple con la normativa establecida.

A continuación, se muestran los resultados fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos en la caracterización del suero de leche:

Tabla 45 Parámetros fisicoquímicos de la bebida alcohólica

Análisis	Resultado	Unidad	Normativa NTE INEN 374. Vino de frutas. Requisitos	Cumplimiento
Cenizas totales	7,8	g/L	Mínimo 1,4 g/L	CUMPLE
Alcalinidad en cenizas	14,83	mEq/L	14 a 36 mEq/L	CUMPLE
Cloruro de sodio	0,1	%	Máximo 1,0	CUMPLE
° Alcohólico	9	°GL	Mínimo 6°GL	CUMPLE
Acidez volátil	0,18	g/L (Ac. Acético)	Máximo 1,5 g/L	CUMPLE
Anhidrido sulfuroso total	29,70	mg/L	Máximo 400 mg/L	CUMPLE

Análisis	Resultado	Unidad	Normativa NTE INEN 374. Vino de frutas. Requisitos	Cumplimiento
Metanol	<0,01	mg/100 cm ₃ AA	mg/100 cm ₃ AA	CUMPLE
Acidez total	6,15	g/L (Ac. Tartárico)	g/L (Ac. Tartárico)	CUMPLE

Fuente: Análisis de laboratorio (Ver Anexo 4).

Análisis de resultados

Los resultados obtenidos en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** muestran que existen parámetros que se deben analizar en el lactosuero a emplearse para realizar la bebida alcohólica; para ello, de acuerdo con el análisis realizado se evidencia que se cumple con los valores establecidos en la normativa.

10.3. Análisis de costos para la elaboración de la bebida

Al realizar la evaluación sensorial de la bebida alcohólica con sabor a taxo se determinó que el mejor tratamiento es el T7 (a2b2c1) que contiene (65% Suero de leche +35% Pulpa de taxo) + 1.0 Concentración de Levadura + 0,5 enzima de lactasa; por ello, seguidamente se detalla los costos de producción para la bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

10.3.1. Costos directos

Son los gastos implicados en la realización de la bebida alcohólica. En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detallan los ingredientes que se usan para elaborar 6 litros de la bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

Tabla 46 . Costos de materia prima

Recursos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total	% materia prima
Suero de leche	5,6	L	\$0,05	\$0,28	38,48
Taxo	5,45	Kg	\$1,10	\$6,00	37,48
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	2	Funda (11,8 g)	\$3,50	\$7,00	13,74
Enzima de lactase 5200	1	L	\$54,00	\$54,00	6,87
Azúcar	0,5	Kg	\$1,20	\$0,60	3,44
Subtotal				\$67,88	100

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

A continuación, en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detallan los materiales que se emplearon para el empaqueo y etiquetado del producto final del mejor tratamiento:

Tabla 47 *Costos de empaque*

Recursos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total	Cantidad %
Botellas de 200 ml	20	Unidades	\$0,45	\$9,00	50
Etiquetas	20	Unidades	\$0,25	\$5,00	50
Subtotal	40			\$14,00	100

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se presentan los costos necesarios en cuanto a mano de obra para producir la bebida alcohólica del mejor tratamiento. Cabe mencionar que según el Ministerio de Trabajo (2024) el sueldo básico unificado a partir de enero de 2024 en el país es de \$460, y las horas máximas de trabajo son de 160 horas mensuales. Con estos datos se calculó el valor de la hora trabajo como: $\$hora=460/160=\$2,88$.

Tabla 48 . *Costo mano de obra*

Recursos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total	Cantidad %
Personal 1	8	Horas	\$ 2,88	\$ 23,00	50
Personal 2	8	Horas	\$ 2,88	\$ 23,00	50
Subtotal				\$ 46,00	100

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

10.3.2. Costos indirectos

Seguidamente, se detallan los costos indirectos de producción que derivan recursos durante el proceso de elaboración de la bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollissima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

Tabla 49 *Costos indirectos de producción*

Recursos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario	Valor total
Agua potable	3,5	m3	\$ 3,48	\$ 3,48
Electricidad	15	Días	\$ 0,10	\$ 0,27
Gas	5	Kg	\$ 1,60	\$ 0,53
Cocina	5	Días	\$ -	\$ -
Refrigeradora	5	Días	\$ -	\$ -
Ollas	1	Unidad de 20 L	\$ 21,68	\$ 21,68

Total	\$	25,96
--------------	----	-------

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

10.3.3. Costo total de producción

Se refiere al desembolso esencial necesario para elaborar la bebida, donde se agregan los gastos directos de manufactura junto con el trabajo manual y los gastos indirectos de producción, resultando en el costo total de producción.

Tabla 50 Costo total de producción

Costo total de producción 6 L		
Materia prima	\$	67,88
Empaque	\$	14,00
Mano de obra	\$	46,00
Costos indirectos de fabricación	\$	25,96
Total	\$	153,84
# de unidades producidas		20
Costo de producción unitario	\$	7,69

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

Para fabricar 6 litros de la bebida alcohólica con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), se necesita un presupuesto de \$153,84, lo que resulta en la obtención de 20 botellas en presentación de 300 ml, con un precio individual de \$7,69 por botella.

10.3.4. Determinación de PVP con utilidad del 30%

En la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** se detalla el precio de venta al público de la bebida correspondiente al mejor tratamiento tomando como utilidad el 30%:

Tabla 51 PVP bebida alcohólica a base de suero de leche, pulpa de taxo, ha-lactasa y levadura con utilidad del 30%

Costo Unitario	Utilidad
\$ 7,69	100%
x	30%
\$ 10,00	

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

El precio individual de producción de la bebida alcohólica elaborada con suero de leche y pulpa de taxo (*Passiflora var mollisima*) utilizando ha-lactasa 5200 y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*), es de \$7,69. Al aplicar un margen de beneficio del 30% debido a la alta calidad de

la bebida producida, el precio de venta al público (PVP) alcanza los \$10,00. Esto resulta en una ganancia de \$2,31 por cada botella elaborada.

Tabla 52 PVP bebida alcohólica a base de suero de leche, pulpa de taxo, ha-lactasa y levadura 300 ml

Costo Unitario	\$ 7,69
PVP	\$10,00
Ganancia	\$2,31

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

En conclusión, el precio obtenido es accesible para el consumidor.

11. IMPACTOS (TÉCNICOS, SOCIALES, AMBIENTALES O ECONÓMICOS)

11.1. Impacto Técnico

La tesis propone una forma innovadora de utilizar subproductos lácteos y frutas, como el suero de leche y la pulpa de taxo, para crear una bebida alcohólica. Esta diversificación puede conducir a la creación de nuevos productos en la industria alimentaria y ofrecer alternativas atractivas a los consumidores.

Además, la utilización del suero de leche como ingrediente en la bebida alcohólica contribuye al aprovechamiento de subproductos lácteos, reduciendo el desperdicio y promoviendo la sostenibilidad en la cadena de suministro.

El uso de enzima lactasa y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en la fermentación de la bebida alcohólica destaca la aplicación de biotecnología en la industria de alimentos y bebidas, lo que puede abrir puertas a procesos de producción más eficientes y controlados.

Por último, contribuye a la investigación científica ya que puede contribuir al conocimiento científico en términos de la fermentación de suero de leche y pulpa de taxo, la interacción entre enzimas y levadura, así como la influencia de diferentes ingredientes en las características del producto final.

11.2. Impacto Social

El impacto social de la tesis "Elaboración de una Bebida Alcohólica con Suero de Leche y Pulpa de Taxo utilizando Lactasa y Levadura" es significativo y puede tener diversas implicaciones positivas para la sociedad en general, como:

La utilización del suero de leche y la pulpa de taxo como ingredientes en la bebida alcohólica contribuye al aprovechamiento de recursos y reduce el desperdicio de subproductos lácteos y

frutas. Esto puede tener un impacto positivo en términos de sostenibilidad y en la reducción del impacto ambiental.

La introducción de una nueva bebida alcohólica basada en suero de leche y pulpa de taxo brinda a los consumidores una opción adicional en el mercado de bebidas alcohólicas. Esto puede aumentar la diversidad de productos disponibles y satisfacer las preferencias y necesidades de diferentes segmentos de la población.

La utilización de la pulpa de taxo en la bebida alcohólica puede promover la producción local de esta fruta, lo que podría beneficiar a los agricultores y fortalecer la economía local en áreas donde se cultiva la *Passiflora var mollisima*.

La tesis puede aumentar la conciencia pública sobre la innovación en la industria alimentaria y cómo los subproductos pueden transformarse en productos valiosos, lo que puede alentar a otros investigadores y emprendedores a explorar enfoques similares.

11.3. Impacto Ambiental

La utilización del suero de leche y la pulpa de taxo como ingredientes en la bebida alcohólica ayuda a reducir el desperdicio de subproductos lácteos y frutas. Esto disminuye la cantidad de residuos orgánicos que podrían terminar en vertederos o instalaciones de eliminación de desechos.

La tesis demuestra cómo los subproductos alimentarios, que de otra manera podrían considerarse desechos, pueden transformarse en ingredientes valiosos. Esto fomenta la economía circular y la reutilización de recursos, lo que a su vez disminuye la necesidad de recursos adicionales para la producción.

En comparación con algunas bebidas alcohólicas tradicionales que pueden requerir grandes cantidades de agua en su proceso de producción, la elaboración de la bebida a partir de suero de leche y pulpa de taxo podría resultar en un menor consumo de agua.

Al demostrar cómo los ingredientes poco convencionales pueden utilizarse de manera sostenible en la producción de alimentos y bebidas, la tesis puede fomentar la adopción de enfoques más sostenibles en la industria alimentaria en general.

Para finalizar, la investigación puede aumentar la conciencia pública sobre la importancia de reducir el desperdicio de alimentos, promover la sostenibilidad y buscar soluciones innovadoras para minimizar el impacto ambiental de la producción de alimentos y bebidas.

11.4. Impacto Económico

El impacto económico puede ser significativo y abarcar varios aspectos de la economía y el mercado, como los que se mencionan seguidamente:

Diversificación de la oferta de productos en la industria de bebidas alcohólicas, que podría ayudar a las empresas a expandir su línea de productos y atraer a diferentes segmentos de consumidores.

La investigación puede impulsar la colaboración entre diferentes actores de la cadena de valor, como agricultores, procesadores, distribuidores y minoristas, creando oportunidades económicas en múltiples etapas.

12. PRESUPUESTO PARA LA PROPUESTA DEL PROYECTO

Tabla 53 *Presupuesto aproximado para proyecto investigativo*

RECURSOS HUMANOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALORTOTAL
Tutor	1	-	-	-
Lectores	3	-	-	-
Postulantes	2	-	-	-
EQUIPOS				
Termómetro	1	Unidad	\$ 0	\$ 0
pHchmetro	1	Unidad	\$ 0	\$ 0
Balanza	1	Unidad	\$ 0	\$ 0
Brixómetro	1	Unidad	\$ 0	\$ 0
Alcoholímetro	1	Unidad	\$ 0	\$ 0
Despulpadora	1	Unidad	\$ 0	\$ 0
SUBTOTAL				\$ 0
MATERIALES Y SUMINISTROS				
Fracos de vidrio	16	Unidad	\$ 1,50	\$ 24
Telas lienzo	10	Unidad	\$ 1,00	\$ 10
Botella	1	Unidad	\$ 0,30	\$ 4,80
SUBTOTAL				\$ 38,80
MATERIA PRIMA				
Suero de leche	15	Kg	\$ 0,5	\$ 1,50
Taxo	5	Kg	\$ 1	\$ 5
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	11	g	\$ 14,50	\$ 14,50
Enzima de lactase 5200	1	Unidades (10go 0,035 oz)	\$ 80	\$ 80
SUBTOTAL				\$ 101

RECURSOS HUMANOS	CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALORTOTAL
MATERIALES/ OFICINA				
Cd	3	Unidad	\$ 1,50	\$ 4,50
Impresiones	550	Unidad	\$ 0,10	\$ 55
SUBTOTAL				\$ 59,50
ANÁLISIS DE LABORATORIO				
Fisicoquímico				\$ 300
SUBTOTAL				\$ -----
GASTOS VARIOS				\$ 100,00
TOTAL				\$ 300
IMPREVISTOS 10%				\$ -----
VALOR TOTAL				\$ 499,30

Elaborado por: Caisaguano A & Casa J.

13. CONCLUSIONES

Al terminar la presente investigación se concluye que:

- De acuerdo con los datos obtenidos al realizar la evaluación fisicoquímica del suero de leche y pulpa de taxo para la elaboración de la bebida alcohólica con sabor a taxo, se determinó que esta cumple con los parámetros de calidad necesarios para producir una bebida alcohólica.
- Se determinó que la mejor concentración de suero de leche y pulpa de taxo, levadura y la enzima de H.A lactasa 5200 para la bebida alcohólica fue la empleada en el tratamiento 7 correspondiente a (65% suero de leche +35% pulpa de taxo) + 1.0 concentración de levadura + 0,5 concentración de enzima debido a que la bebida fermentada mostró un mejor proceso de fermentación. De igual manera, este tratamiento fue catalogado como el mejor tratamiento dando un valor de aceptabilidad agradable para los catadores.
- En base a los resultados obtenidos del análisis fisicoquímico y nutricional del mejor tratamiento t7 (a2b2c1) realizados en el laboratorio de investigación Multianálityca S.A. los análisis cumplen con los parámetros establecidos por las normativas y los distintos autores.
- La capacidad de comprender los gastos involucrados en la producción de la bebida no solo es esencial para la toma de decisiones internas, sino que también permite establecer precios competitivos en el mercado y garantizar la rentabilidad a medida que el proyecto avanza. El costo de producción se estableció en un precio de \$3,47 que es accesible para el potencial consumidor.

14. RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar pruebas en pequeña escala antes de escalar a producción completa para minimizar costos y desperdicio de ingredientes.

Realizar una investigación exhaustiva sobre las propiedades y características de la lactosa, el suero de leche, las enzimas lactasa y las cepas de levadura disponibles, que ayudará a comprender cómo interactúan estos componentes y cómo afectarán la fermentación.

Analiza los datos recopilados para cada experimento y evalúa la eficiencia de conversión de lactosa en alcohol, así como la calidad sensorial de los productos resultantes.

15. BIBLIOGRAFÍA

- Aguirre, J. (2019). *Obtención de cerveza artesanal a partir de una malta de maíz morado (Zea mays L.)*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/11845/1/84T00645.pdf>
- Araujo, K., Páez, G., Mármol, Z., Ferrer, J., Ramones, E., Aiello, C., y Rincón, M. (2007). Efecto de la concentración de lactosa sobre la cinética de crecimiento de *Kluyveromyces marxianus* var. *marxianus* y la producción de b-D-galactosidasa (E.C. 3.2.1.23). *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 30(1), 64-73.
- Aráuz, M. (2020). *Fermentación de lactosuero para la obtención de etanol y su uso en cervezas y bebidas saborizadas. Revisión de Literatura*. Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/dac4a18a-1b49-41ed-b8d3-bdf98ec7e58f/content>
- Asas, C., Llanos, C., Matavaca, J., y Verdezoto, D. (2021). El lactosuero: impacto ambiental, usos y aplicaciones vía mecanismos de la biotecnología. *Agroindustrial Science*, 11(1), 105-116. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.17268/agroind.sci.2021.01.13>
- Ávalos, L. (2012). *Elaboración de yogurt deslactosado a base de leche de vaca, con la adición de la enzima lactasa*. Universidad Técnica de Ambato: <file:///C:/Users/DELL/Downloads/AL478.pdf>
- Ayala, D. (2023). La modificación genética de la levadura y su efecto en la industria mexicana. *Avances*. <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.2.10745>
- Azanza, C., y Chacón, D. (08 de mayo de 2018). *Análisis Cultural y Sensorial de la chicha de jora elaborada en la sierra norte ecuatoriana (Imbabura y Pichincha)*. Universidad San Francisco de Quito: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7335/1/138692.pdf>
- Barco, L. (11 de 2017). *Elaboración de bebida fermentada a base del extracto de quinua (Chenopodium quinoa Willd) y soya (Glycine max) con la aplicación de probióticos*. Escuela Agrícola Panamericana Zamorano: <https://bdigital.zamorano.edu/server/api/core/bitstreams/f1513f28-bad5-497e-a9d5-0182afee25f1/content>
- Bernal, J., y Díaz, C. (2005). *Tecnología para el cultivo de la curuba*. Litomadrid. <https://doi.org/https://hdl.handle.net/11404/7047>

- Bustamante, A. (2014). *Diseño de modelos estandarizados de hidrólisis de lactosa como sustrato para fermentación láctica*. Universidad del Azuay: <https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/3598/1/10280.pdf>
- Caiza, L. (febrero de 2019). *Elaboración de una bebida fermentada a partir de lactosuero y leche de chocho (Lupinus mutabilis sweet) utilizando al kéfir de agua como fermento*. Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/6152/6/PC-000665.pdf>
- Carretero, F. (s.f.). *Innovación Tecnológica en la industria de bebidas*. Parte 1: Procesos de fabricación de bebidas alcohólicas: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2099.1/4867/03_Memoria.pdf?sequence=4
- Casas, A., Aguilar, C., De La Garza, H., Morlett, J., Montet, D., y Rodríguez, R. (2015). Importancia de las levaduras no-Saccharomyces durante la fermentación de bebidas alcohólicas. *Investigación y Ciencia*, 23(65), 73-79.
- Cedeño, G. (2019). *Destilacion Molecular Centrifuga*. <https://es.scribd.com/document/421662205/Destilacion-Molecular-Centrifuga>
- Chacón, L., Chávez, A., Monterrubio, A., y Rodríguez, J. (2017). Proteínas del lactosuero: usos, relación con la salud y bioactividades. *Interciencia*, 42(11), 712-718. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/339/33953499002.pdf>
- CHR Hansen. (2020). *Ha-Lactase 5200*.
- Cisneros, A. (2022). *Beneficios de la utilización del suero de leche en la elaboración de suplementos proteicos en la industria láctea*. Universidad Central del Ecuador: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/28180/1/FCQ-CQA-CISNEROS%20ALISSON.pdf>
- Contreras, C., y Del Campo, M. (2014). *Productos de la fermentación alcohólica, un beneficio para la salud*. Universidad de San Buenaventura seccional Cartagena: <https://bibliotecadigital.usb.edu.co/server/api/core/bitstreams/99a92d95-1ad0-4f30-a610-7ff211da6afd/content>

- Córdoba, R., Robledo, T., Nebot, M., Cabezas, C., Megido, J., Marques, F., . . . Camarrelles, F. (2007). Alcohol, vino y salud: mitos y realidades . *Atención primaria*, 39(12), 637-639. <https://doi.org/10.1157/13113953>
- DERVINS.A. (2020). *Levaduras Saccharomyces cerevisiae*. VINOLAB: <https://dervinsa.com.ar/vinolab-levaduras-saccharomyces-cerevisiae.php#:~:text=FORMA%20DE%20EMPLEO&text=Esparcir%20la%20levadura%20suavemente%20sobre,de%20la%20fase%20de%20aclimataci%C3%B3n>
- Fernández, E., Kantuta, L., Manzano, K., Tarqui, N., y Yugar, M. (2017). *Destilación destructiva*. Universidad Mayor de San Andrés: <https://es.scribd.com/document/382568976/Destilacion-Destructiva-F-1>
- Galecio, G., y Haro, C. (noviembre de 2012). *Bebidas fermentadas en base a "maíz negro" Zea Mays L. Poaceae, con el eco tipo racimo de uva y la variedad mishca de la serranía ecuatoriana*. Universidad Politécnica Salesiana: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/3865>
- Gamarra, S., Rodríguez, A., y Silva, E. (2020). Desarrollo de una bebida alcohólica a base de pepino dulce (*Solanum Muricatum*), para la aplicación en coctelería. *Revista Ingeniería Química y Desarrollo*, 2(2), 34-45.
- Granda, B. (2022). Productos de origen no animal. Bebidas, clasificaciones, criterios de calidad, transformación, conservación y técnicas de elaboración. *Ocronos*, V(8). <https://doi.org/https://revistamedica.com/bebidas-clasificaciones/#Bebidas-alcoholicas>
- Heredia, E., y Segura, P. (febrero de 2019). *Competitividad en micro y pequeñas empresas en el sector lácteo del cantón Latacunga*. <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/7477/1/PI-001045.pdf>
- Herrera, E., Bañuelos, F., Cervantes, C., Gamboa, S., y García, K. (22 de noviembre de 2016). *Saccharomyces Cerevisiae*. *Biología de eucariontes*. Instituto Politécnico Nacional: https://www.academia.edu/31553408/Investigaci%C3%B3n_acerca_de_la_levadura
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (1998). *NTE INEN 1529-10: Control Microbiológico de los Alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuento en placa por siembra en profundidad*. <https://ia801900.us.archive.org/5/items/ec.nte.1529.10.1998/ec.nte.1529.10.1998.pdf>

- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2003). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2 262:2003*. <https://odaninkasiquito.files.wordpress.com/2015/08/inen-2-262-cerveza.pdf>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización. (2011). *Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2594:2011*. Suero de leche líquido: Requisitos: <https://ia801900.us.archive.org/17/items/ec.nte.2594.2011/ec.nte.2594.2011.pdf>
- Jácome, C., Moreno, C., Mazabanda, R., Merino, D., y Patín, M. (2023). Identificación y cuantificación de levaduras *Saccharomyces Cerevisiae* en la fermentación de mostos de vinos. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 4(1), 2430-2445. <https://doi.org/> <https://doi.org/10.56712/latam.v4i1.427>
- Juca, R., y Pérez, A. (2010). *Determinación de lactosa en leche deslactosada y su comparación con la fórmula aplicada en la empresa de lácteos San Antonio*. Universidad de Cuenca: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/2427/1/tq1068.pdf>
- Labayen, I., y Martínez, J. (2003). Bacterias probióticas y deficiencia de lactasa. *Elsevier*, 26(S1), 64-72. <https://doi.org/><https://www.elsevier.es/es-revista-gastroenterologia-hepatologia-14-articulo-bacterias-probioticas-deficiencia-lactasa-13043247>
- Landa, D. (2012). *Diagnóstico situacional del taxo (*Passiflora mollissima* B.H.K) en la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3942/1/Tesis-38agr.pdf>
- Lauzurique, Y., Zumalacárregui, L., y Pérez, O. (2016). Simulación de la destilación por cambio de presión para obtener etanol deshidratado. *Centro Azúcar*, 43(4), 90-98. <https://doi.org/>http://centrozucar.uclv.edu.cu/index.php/centro_azucar/article/view/163/154
- León, G. (septiembre de 2016). *Obtención de una base deshidratada a partir de pulpa de taxo (*Passiflora mollissima*) conservando carotenos y compuestos fenólicos*. Escuela Politécnica Nacional: <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/16714/1/CD-7311.pdf>
- López, F., Godínez, I., Flores, R., Altagracia, M., y Córdova, R. (2013). La calidad de varias bebidas alcohólicas comercializadas en México y las consecuencias potenciales en la salud pública. *Revista mexicana de ciencias farmacéuticas*, 44(4), 62-72. <https://doi.org/><https://www.scielo.org.mx/pdf/rmcf/v44n4/v44n4a8.pdf>

- López, L., Zumalacárregui, L., y Pérez, O. (2019). Análisis de componentes principales aplicado a la fermentación alcohólica. *Revista Científica de la UCSA*, 6(2), 11-19. <https://doi.org/https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2019.006.02.011-019>
- Machado, A., Gorrochotegui, L., y Cárdenas, A. (2007). Recuperación del ácido láctico de suero lácteo fermentado utilizando la técnica de electrodiálisis. *Revista Técnica de la Facultad de Ingeniería Universidad del Zulia*, 30(1), 56-63. https://doi.org/http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0254-07702007000100007&lng=es&tlng=es
- Marcelo, E. (2020). *Formulación y nivel de aceptabilidad de una bebida elaborada a partir de pitahaya (Selenicereus megalanthus)*. Universidad Señor de Sipán: <https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/6952/Marcelo%20Bances%20El%C3%ADas%20Igor.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Mazorra, M., y Moreno, J. (2019). Propiedades y opciones para valorizar el lactosuero de la quesería artesanal. *Ciencia UAT*, 14(1), 133-144. <https://doi.org/doi.org/10.29059/cienciauat.v14i1.1134>
- Mieles, M., Yépez, L., y Ramírez-Cárdenas, L. (2018). Elaboración de una bebida utilizando subproductos de la industria láctea. *Enfoque UTE*, 9(2), 59-69. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/journal/5722/572262061006/html/>
- Miranda, J. (2017). *Evaluación de una bebida alcohólica destilada a partir de dos variedades de camote (Ipomoea batatas) utilizando dos tipos de enzimas*. Universidad Técnica Estatal de Quevedo: <https://repositorio.uteq.edu.ec/server/api/core/bitstreams/6a360011-3e4b-4a7c-b650-0173dbb9e241/content>
- Miranda, O., Ponce, I., Fonseca, P., Cutiño, M., Díaz, R., y Cedeño, C. (2009). Características fisicoquímicas de sueros de queso dulce y ácidos producidos en el combinado de quesos de báyamo. *Revista Cubana Alimentación Nutricional*, 19(1), 21-25. https://doi.org/https://revalnutricion.sld.cu/index.php/rcan/article/view/816/pdf_160
- Montero, M. (2016). *Destilación simple y fraccionada como estrategia metodológica para fortalecer el aprendizaje de la separación de los componentes de una mezcla en los estudiantes de primer año de bachillerato del colegio Hernán Gallardo Moscoso de la ciudad de Loja, Perú*. Universidad Nacional de Loja:

<https://dspace.unl.edu.ec/jspui/bitstream/123456789/10859/1/TESIS%20Magdalena%20Elizabeth%20Montero%20Paccha.pdf>

- Montesdeoca, R., Benítez, I., Guevara, R., y Guevara, G. (2017). Procedimiento para la producción de una bebida láctea fermentada utilizando lactosuero. *Revista Chilena de Nutrición*, 44(1), 39-44. <https://doi.org/10.4067/S0717-75182017000100006>
- Mulet, M. (2013). Automatización de la destilación de alcohol de la UEB destilería de la ronera Santiago de Cuba. *Tecnología Química*, XXXIII(1), 5-11. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543778001.pdf>
- Muñoz, J. (10 de febrero de 2010). *Las bebidas alcohólicas en la historia de la humanidad*. Medigraphic: <https://www.medigraphic.com/pdfs/aapaunam/pa-2010/pae101i.pdf>
- Ninasunta, S., y Molina, H. (junio de 2014). *Aplicación del equipo de destilación en las prácticas de laboratorio de Ciencias Naturales en la Universidad Técnica de Cotopaxi*. Universidad Técnica de Cotopaxi: <http://repositorio.utc.edu.ec/bitstream/27000/1918/1/T-UTC-1794.pdf>
- Paredes, A. (2020). *Propuesta para elaborar un prototipo de bebida alcohólica utilizando suero de leche como materia prima en alianza con la Universidad San Francisco de Quito (USFQ) y la industria alimenticia*. Universidad San Francisco de Quito: <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/10406/1/124688.pdf>
- Parra, R. (2009). Lactosuero: importancia en la industria de los alimentos. *Revista Facultad Nacional Agropecuaria Medellín*, 62(1), 4967-4982. <https://doi.org/https://revistas.unal.edu.co/index.php/refame/article/view/24892>
- Peynaud, E., y Blouin, J. (1999). *Découvrir le goût du vin*. Paris: Dunod.
- Poveda, E. (2013). Suero lácteo, generalidades y potencial uso como fuente de calcio de alta biodisponibilidad. *Revista chilena de nutrición*, 40(4), 397-403. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0717-75182013000400011>
- Puente, S. (2018). *Elaboración de una bebida alcohólica a partir de suero de leche dulce proveniente de queso fresco y mora (rubus glaucus benth)*. Universidad de las Américas: <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/9541>

- Puerta, G. (diciembre de 2010). *Fundamentos del proceso de fermentación en el beneficio del café*. Avances técnicos CENICAFE: <https://www.cenicafe.org/es/publications/avt0402.pdf>
- Quiñones, T. (2021). *Propiedades funcionales del suero de leche*. Grupo Lácteos Investigación y Divulgación: <https://grupolacteos.mx/wp-content/uploads/2021/09/PB-LF-PROPIEDADES-DEL-SUERO.pdf>
- Ramírez, J., Solís, C., y Vélez, C. (2018). Tecnología de membranas: Obtención de proteínas de lactosuero. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 12(24), 52-59. <https://doi.org/https://doi.org/10.31908/19098367.3815>
- Reyes, E. (13 de 04 de 2021). *Aprende una manera sencilla para calcular el precio de un producto*. <https://www.emprendedorinteligente.com/formula-sencilla-para-poner-el-precio-a-tu-producto/>
- Ribas, F., Maricato, E., Neves, A., y Bolutari, E. (2021). Proteínas do soro do leite: propriedades funcionais e benefícios para a saúde humana. *Lecturas: Educación Física y Deportes*, 25(272), 106-120. <https://doi.org/https://doi.org/10.46642/efd.v25i272.691>
- Riu, M. (diciembre de 2005). *Caracterización de compuestos volátiles en bebidas derivadas de fruta*. Universitat de Barcelona: https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/2429/TESIS_MRIU_AUMATELL.pdf?sequence=1
- Rodríguez, D., Colomina, A., y Rodríguez, W. H. (2020). Bebida fermentada de suero con la adición de salvado de trigo y pulpa de guayaba (*Psidium guava* L.) . *Tecnología Química*, 40(2), 428-441. https://doi.org/http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S2224-61852020000200428
- Rodríguez, J. (2015). Obtención de las funciones de transferencia de las temperaturas del tope y fondo de una destilación binaria. *UNEXPO*, 5(2), 795-802. <https://doi.org/http://redip.bqto.unexpo.edu.ve>
- Rosas, J., y Acebo, M. (2022). Desarrollo de tecnologías para la reutilización sostenible del lactosuero. *Environmental, Sciences and Practices*, 1(1), 26-41.

- Salvador, F., y Sorto, J. (2019). Producción de queso ricota a través de un prototipo de proceso continuo. *Revista de Investigación*, 10(10), 24-39. <https://doi.org/https://doi.org/10.5377/revunivo.v10i10.11368>
- Soto, J., Charry, S., y Amorocho, C. (2021). Evaluación del comportamiento del color del vino artesanal de curuba “Son del Alba”. *Ingeniería y Región - Universidad surcolobiana*, 26. <https://doi.org/https://doi.org/10.25054/22161325.2915>
- Souza, C., de Mattos, F., y Severo, L. (2013). Infección por *Saccharomyces cerevisiae*. *Revista Iberoamericana de Micología*, 30(3), 205-208. <https://doi.org/https://www.elsevier.es/es-revista-revista-iberoamericana-micologia-290-pdf-S1130140613000235>
- Suárez-Machín, C., Garrido, N., y Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. *Instituto Cubano de Investigaciones de los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), 20-28. <https://doi.org/https://www.redalyc.org/pdf/2231/223148420004.pdf>
- Toca, M., Fernández, A., Orsi, M., Tabacco, O., y Vinderola, G. (2022). Intolerancia a la lactosa: mitos y verdades. Actualización. *Arch Argent Pediatr*, 120(1), 59-66. <https://doi.org/dx.doi.org/10.5546/aap.2022.59>
- Tufiño, K. (s.f.). *Estudio investigativo del taxo y su aplicación en la repostería*. https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/11776/1/50926_1.pdf
- Ulloa, J. (2015). *Elaboración de bebidas alcohólicas a base de frutas amazónicas, como alternativa para la creación de una carta de cocteles exóticos*. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo: <http://dspace.espace.edu.ec/bitstream/123456789/10436/1/84T00382.pdf>
- UTPL. (13 de diciembre de 2021). *Suero de leche, un aliado para la innovación alimenticia*. <https://noticias.utpl.edu.ec/suero-de-leche-un-aliado-para-la-innovacion-alimenticia>
- Vallejo, Y. (marzo de 2023). *Evaluación fisicoquímica y cinética de producción de biomasa de dos tipos de levaduras *Saccharomyces cerevisiae* y *Saccharomyces bayanus* en la fermentación alcohólica de una bebida a base de mandarina (*Citrus reticulata*) y cidra (*Sechium edule*)*. Universidad Técnica de Ambato: <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/37923/1/CAL%20048.pdf>

Vázquez, H., y Dacosta, O. (2007). Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas. *Ingeniería, investigación y tecnología*, VIII(4), 249-259.

Vázquez, S. (2017). *Puesta a punto de metodologías analíticas de lactosa en bases lácteas*. Universidad de Oviedo:
https://digibuo.uniovi.es/dspace/bitstream/handle/10651/43653/TFM_SilviaVazquezDiaz.pdf;jsessionid=5AD0C11965E9FC0E8133C106E66B4FC2?sequence=6