



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

“EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS PRESENTES EN TRES BEBIDAS ANCESTRALES DE YUCA (*Manihot esculenta* Crantz) FERMENTADAS CON KÉFIR Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)”

Proyecto de Investigación previo a la obtención del título de Ingenieras
Agroindustriales

Autoras:

Chimba Guamanarca Erika Gabriela

Muso Lalaleo Patricia Soledad

Tutor:

Q.A. MSc. Sandoval Cañas Gustavo José

LATACUNGA – ECUADOR

Septiembre 2020

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Chimba Guamanarca Erika Gabriela, con cédula de ciudadanía No. 0503667073; y, Muso Lalaleo Patricia Soledad, con cédula de ciudadanía No. 1805402961, declaramos ser autoras del presente proyecto de investigación: **“Evaluación y caracterización de ácidos orgánicos presentes en tres bebidas ancestrales de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) fermentadas con kéfir y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)”**, siendo el Q.A. MSc. Gustavo José Sandoval Cañas, tutor 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.

Latacunga, 18 de septiembre del 2020

Chimba Guamanarca Erika Gabriela

CC: 0503667073

Muso Lalaleo Patricia Soledad

CC: 1805402961

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte **CHIMBA GUAMANARCA ERIKA GABRIELA**, identificada con cédula de ciudadanía **0503667073** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. M.B.A. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector 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. - **LA CEDENTE** es la persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad, según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor: Q.A. MSc. Gustavo José Sandoval Cañas

Tema: “Evaluación y caracterización de ácidos orgánicos presentes en tres bebidas ancestrales de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) fermentadas con kéfir 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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 18 días del mes de septiembre del 2020.

Chimba Guamanarca Erika Gabriela

LA CEDENTE

Ing. M.B.A. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIO

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebra de una parte **MUSO LALALEO PATRICIA SOLEDAD**, identificada con cédula de ciudadanía **1805402961** de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. M.B.A. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez, en calidad de Rector 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. - **LA CEDENTE** es la persona natural estudiante de la carrera de **Ingeniería Agroindustrial**, titular de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado **Proyecto de Investigación**, el cual se encuentra elaborado según los requerimientos académicos propios de la Facultad, según las características que a continuación se detallan:

Historial Académico

Fecha de inicio de la carrera: Septiembre 2015 – Febrero 2016

Fecha de finalización: Mayo 2020 - Septiembre 2020

Aprobación en Consejo Directivo: 07 de julio del 2020

Tutor: Q.A. MSc. Gustavo José Sandoval Cañas

Tema: “Evaluación y caracterización de ácidos orgánicos presentes en tres bebidas ancestrales de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) fermentadas con kéfir 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, **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 **LA 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 18 días del mes de septiembre del 2020.

Muso Lalaleo Patricia Soledad

LA CEDENTE

Ing. M.B.A. Cristian Tinajero Jiménez

LA CESIONARIO

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

En calidad de Tutor del Trabajo de Investigación sobre el título:

“EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS PRESENTES EN TRES BEBIDAS ANCESTRALES DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) FERMENTADAS CON KÉFIR Y LEVADURA (*Saccharomyces cerevisiae*)”, de Erika Gabriela Chimba Guamanarca; y, Patricia Soledad Muso Lalaleo de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, 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, 18 de septiembre 2020

Q.A. MSc. Gustavo José Sandoval Cañas

TUTOR DEL PROYECTO

CC: 1713697538

AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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, las postulantes: Chimba Guamanarca Erika Gabriela; y, Muso Lalaleo Patricia Soledad con el título del Proyecto de Investigación: “EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS PRESENTES EN TRES BEBIDAS ANCESTRALES DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) FERMENTADAS CON KÉFIR 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 realizar los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 18 de Septiembre 2020

Dra. Mg. Patricia Andrade Aulestia

LECTOR 1 (PRESIDENTE)

CC: 0502237555

Ing. Mg. Zoila Zambrano Ochoa

LECTOR 2

CC: 0501773931

Ing. MSc. Gabriela Arias Palma

LECTOR 3

CC: 1714592746

AGRADECIMIENTO

Con la bendición de Dios que nos ha permitido cumplir uno de los objetivos importantes en nuestra vida profesional.

A la Universidad Técnica de Cotopaxi quien nos permitió formarnos día a día como profesionales con ética y humanistas en el transcurso de estos cinco años.

A la Facultad de Ciencias Agropecuarias, especialmente a la carrera de Ingeniería Agroindustrial quien nos impartió nuevos conocimientos y experiencias, que han sido llenas momentos buenos y malos que guardaremos en nuestro corazón. Un agradecimiento especial a Q.A José Gustavo Sandoval, Dra. Marcela Andrade, Ing. Eliana Zambrano e Ing. Gabriela Arias, que con su experiencia nos ha dirigido durante este tiempo para poder desarrollar este proyecto.

Erika Gabriela Chimba Guamanarca

&

Patricia Soledad Muso Lalaleo

DEDICATORIA

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento, principalmente a Dios que me ha dado salud y vida para poder concluir con mi carrera profesional.

A mis padres Salvador y Lilia un agradecimiento infinito ya que son parte de que yo ahora culmine mi carrera universitaria, apoyándome económico y moralmente y más aún, que me han enseñado que todo esfuerzo tiene una gran recompensa.

A mis hermanos Adriana y Anthony que han estado conmigo en los buenos y malos momentos, dándome su compañía, amor y apoyo incondicional.

A mis amigos y familiares, quienes me han apoyado durante este tiempo, brindándome sus mejores deseos para poder cumplir esta meta.

Erika Gabriela Chimba Guamanarca

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a Dios, quien supo guiarme por un buen camino y darme salud y sabiduría para lograr una más de mis metas.

A mis queridos padres Julio y Olga, quienes han sido el regalo más grande que Dios me pudo conceder y han estado conmigo en todo momento brindándome su amor, confianza y más aun siendo mi ejemplo de superación y perseverancia cada día.

A mi hermana Cristina, quien ha sido mi apoyo en cada decisión que eh tomado y ha compartiendo mis pequeños triunfos y derrotas siendo mi compañera incondicional. A mi hermano, que desde el cielo ha bendecido cada paso que he dado en la vida.

A toda mi familia, amigos, gracias por su apoyo y palabras de aliento en momentos de alegría y tristeza y de una u otra forma acompañarme durante toda mi formación profesional.

Patricia Soledad Muso Lalaleo

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

TITULO: “EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS PRESENTES EN TRES BEBIDAS ANCESTRALES DE YUCA (*Manihot esculenta Crantz*) FERMENTADAS CON KÉFIR Y LEVADURA. (*Saccharomyces cerevisiae*)”.

AUTORES: Chimba Guamanarca Erika Gabriela
Muso Lalaleo Patricia Soledad

RESUMEN

Las bebidas fermentadas de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) ocupan un papel importante en los pueblos indígenas de América del Sur. Son elaboradas con distintas materias primas, resultando una bebida rica en nutrientes y características organolépticas únicas. El presente trabajo tuvo como objetivo principal evaluar cuatro ácidos orgánicos (láctico, málico, succínico y tartárico) presentes en tres bebidas de yuca (Blanca, *Wiwis* y Negra) fermentadas con kéfir y levadura. El análisis de ácidos orgánicos se realizó en el Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación de Alimentos (LSAIA) del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) por el método de Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC). Se tomó 15 mL de la bebida fermentada, se centrifugó durante 10 min a 5000 rpm, posteriormente se filtró a través de una membrana de 45 µm y se trasvasó a un vial ámbar de 2 mL. Se utilizó una columna Agilent Eclipse XDB C18, con una fase móvil constituida por Ácido Sulfúrico 0.1 N, con un flujo de 0,7 mL/min con un tiempo de corrida de 12 min, utilizando un detector de arreglo de Diodos (DAD) con una longitud de onda 250 nm. La identificación y cuantificación de ácidos fue realizada en comparación de los tiempos de retención de cada compuesto con su respectivo estándar. El ácido láctico se encontró en mayor concentración en las tres bebidas. La chicha *Wiwis* con kéfir al 5%, presentó mayor concentración de ácido láctico, con 290,91 mg/100 mL. Esto, debido al kéfir, que contiene bacterias ácido lácticas (BAL) y levaduras (LEV). La chicha Negra con levadura al 5%, contiene 285,88 mg/100 mL y la chicha Blanca con levadura al 15% contiene 111,02 mg/100 mL. El ácido succínico se encontró en menores concentraciones, en la chicha *Wiwis* con 25,05 mg/100 mL, la chicha Negra con 45,12 mg/100 mL, y la chicha Blanca con 26,01mg/100 mL. El ácido málico se encontró en concentraciones bajas, la chicha *Wiwis* contiene 12,64 mg/100 mL, la chicha Negra con 27,58 mg/100 mL y la chicha Blanca con 27,57 mg/100 mL. Finalmente, el ácido tartárico se encontró en una concentración mínima, la chicha *Wiwis* con 3,91 mg/100 mL, la chicha Negra de 12,65 mg/100 mL y la chicha Blanca con 14,57mg/100 mL. En conclusión, la concentración de ácidos en las bebidas depende del proceso de fermentación, materias primas, además de las condiciones ambientales. La presencia de los ácidos influye en las características fisicoquímicas y organolépticas de las bebidas. El ácido succínico otorga un sabor amargo a la bebida, mientras que el ácido málico durante su producción hace que se el medio se acidifique, la concentración del ácido tartárico cumple su función como estabilizante en relación al pH mientras, que la concentración del ácido láctico otorga un equilibrio gustativo en las tres bebidas fermentadas.

Palabras clave: bebidas fermentadas, chicha de yuca, ácidos orgánicos, levadura, kéfir, HPLC.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI
FACULTY OF AGROPECUARY SCIENCES AND NATURAL
RESOURCES

TOPIC: “EVALUATION AND CHARACTERIZATION OF ORGANIC ACIDS PRESENT IN THREE ANCESTRAL DRINKS OF CASSAVA (*Manihot esculenta* Crantz) FERMENTED WITH KEFIR AND YEAST (*Saccharomyces cerevisiae*)”.

AUTHORS: Chimba Guamanarca Erika Gabriela
Muso Lalaleo Patricia Soledad

ABSTRACT

Fermented cassava drinks (*Manihot esculenta* Crantz) play an important role in the indigenous people of South America. They are made with different raw materials, obtaining a nutrient rich drink and organoleptic unique characteristics. The main objective of the present work was to evaluate four organic acids (lactic, malic, succinic and tartaric) present in three cassava drinks (White, *Wiwis* and Black) fermented with kefir and yeast. The organic acids analysis was carried out at the Laboratorio de Servicio de Análisis e Investigación de Alimentos (LSAIA) of the Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) by the High Resolution Liquid Chromatography (HPLC) method. 15 mL of the fermented drink was taken, centrifuged for 10 min at 5000 rpm, subsequently filtered through a 45µm membrane and transferred to a 2 mL amber vial. An Agilent Eclipse XDB C18 column was used, with a mobile phase made up of 0.1 N Sulfuric Acid, with a flow of 0.7 mL/min and with a running time of 12 min, using a Diode Array Detector (DAD) with a wavelength 250 nm. The identification and quantification of acids was carried out by comparing the retention times of each compound with its respective standard. Lactic acid was found in the highest concentration in the three drinks. The *wiwis* chicha with 5% kefir presented a higher concentration of lactic acid, with 290.91 mg/100 mL. This, due to kefir, which contains lactic acid bacteria (LAB) and yeast (YST). Black chicha with 5% yeast contains 285.88 mg/100 mL and white chicha with 15% yeast contains 111.02 mg/100 mL. Succinic acid was found in lower concentrations, in the *wiwis* chicha with 25.05 mg/100 mL, the Black chicha with 45.12 mg/100 mL, and the chicha with 26.01mg/100 mL. Malic acid was found in low concentrations, the *wiwis* chicha contains 12.64 mg /100 mL, the Black chicha with 27.58 mg/100 mL and the White chicha with 27.57 mg/100 mL. Finally, tartaric acid was found in a minimum concentration, the *wiwis* chicha with 3.91 mg/100 mL, the Black chicha with 12.65 mg/100 mL and the White chicha with 14.57mg/100 mL. In conclusion, the concentration of acids in beverages depends on the fermentation process raw materials, as well as environmental conditions. The presence of acids influences the physicochemical and organoleptic characteristics of drinks. Succinic acid gives a bitter taste to it, while malic acid during its production causes the medium to acidify, the concentration of tartaric acid fulfills its function as a stabilizer in relation to the pH, while the concentration of lactic acid provides a balanced taste in all three fermented beverages.

Keywords: fermented drinks, cassava chicha, organic acids, yeast, kefir, HPLC

Índice de contenidos

DECLARACIÓN DE AUTORÍA.....	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA	x
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
Índice de contenidos.....	xiv
Índice de tablas.....	xvi
Índice de figuras.....	xviii
Índice de ilustraciones.....	xviii
Índice de gráficas	xviii
Índice de anexos.....	xix
1. Información general.....	1
2. Justificación del Proyecto.....	3
3. Beneficiarios del proyecto de investigación.....	3
4. El problema de la investigación	4
5. Objetivos	5
5.1. Objetivo general.....	5
5.2. Objetivos específicos	5
6. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
7. Fundamentación científico técnica	7
7.1. Antecedentes.....	7
7.2. Fundamentación teórica.....	9
7.2.1. Bebidas fermentadas	9
7.2.2. Tipos de bebidas fermentadas	9
7.2.3. Chicha de yuca	9
7.2.4. Ingredientes de las chichas.....	10
7.2.5. Almidón	13
7.2.6. Fermentación.....	14
7.2.7. Levadura.....	15
7.2.8. Kéfir	16

7.2.9.	Ácidos orgánicos (Ácidos carboxílicos)	17
7.2.10.	Métodos de extracción de ácidos orgánicos	22
7.3.	Glosario de términos	23
8.	Validación de preguntas científicas	25
9.	Metodologías	26
9.1.	Tipos de investigación	26
9.2.	Métodos de investigación	26
9.3.	Técnicas de investigación	27
9.4.	Instrumentos de investigación	27
9.5.	Materiales, equipos e insumos	28
9.5.1.	Materias primas	28
9.5.2.	Agentes fermentadores	28
9.5.3.	Reactivos	28
9.5.4.	Materiales y utensilios	28
9.5.5.	Equipos	29
9.5.6.	Instrumentos	29
9.5.7.	Ácidos orgánicos estándares	29
9.6.	Metodología de elaboración de bebidas fermentadas	30
9.6.1.	Diagrama general (Fases de elaboración y análisis)	30
9.6.2.	Elaboración del masato de la chicha de yuca cocida (1 fermentación)	31
9.6.3.	Diagrama de flujo para la elaboración del masato de la chicha de yuca cocida ..	32
9.6.4.	Elaboración del masato para la chicha de yuca wiwis (2 fermentaciones)	33
9.6.5.	Diagrama de flujo para la elaboración del masato de la chicha de yuca wiwis ...	34
9.6.6.	Elaboración del masato para la chicha de yuca negra	35
9.6.7.	Elaboración del masato para la chicha de yuca negra (2 fermentaciones)	36
9.6.8.	Metodología para la evaluación de ácidos orgánicos	37
9.6.9.	Diagramas de flujo para la evaluación de ácidos orgánicos	38
10.	Análisis y discusión de los resultados	38
10.1.	Resultados de las bebidas ancestrales fermentadas	38
10.1.1.	Características generales	38
10.1.2.	Resultados del control de las tres bebidas ancestrales fermentadas de acuerdo con los parámetros físico-químicos	40

10.1.3.	Resultados de la evaluación y caracterización de ácidos orgánicos por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)	42
10.1.4.	Concentración de ácidos orgánicos en las diferentes las tres bebidas de yuca	44
10.1.5.	Concentración de los ácidos láctico, málico, succínico y tartárico en las tres bebidas fermentadas de yuca.....	46
10.1.6.	Comparación general de los ácidos orgánicos en las tres bebidas fermentadas...	48
11.	Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos)	50
11.1.	Impactos técnicos.....	50
11.2.	Impacto social.....	50
11.3.	Impactos ambientales.....	50
11.4.	Impactos económicos.....	50
12.	Presupuesto para la elaboración del proyecto.....	51
13.	Conclusiones y Recomendaciones.....	53
13.1.	Conclusiones.....	53
13.2.	Recomendaciones	54
14.	Bibliografía.....	55
15.	Anexos.....	65

Índice de tablas

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	6
Tabla 2. Valor nutricional de la yuca (Manihot esculenta Crantz).....	12
Tabla 3. Composición química de los almidones de camote y yuca	14
Tabla 4. Características técnicas Liberty Bell Yeast - M36	16
Tabla 5. IUPAC (Terminación ácido-oico)	18
Tabla 6. IUPAC (Terminación -enoico)	18
Tabla 7. IUPAC (Terminación -car-boxílico)	19
Tabla 8. UPAC (Terminación -dicarboxílico).....	19
Tabla 9. Ácido láctico (estructuras).....	20
Tabla 10. Ácido málico (estructuras)	20
Tabla 11. Ácido succínico (estructuras)	21
Tabla 12. Ácido tartárico (estructuras)	21
Tabla 13. Características generales de las bebidas fermentadas	39
Tabla 14. Parámetros físico químicos obtenidos durante la fermentación de la chicha blanca.....	40
Tabla 15. Parámetros físico químicos obtenidos durante la fermentación de la chicha wiwis.....	40
Tabla 16. Parámetros físico químicos obtenidos durante la fermentación de la chicha negra	41
Tabla 17. Características organolépticas que aportan los ácidos orgánicos en las bebidas	47
Tabla 18. Concentración del ácido málico, láctico, tartárico y succínico.	48
Tabla 19. Presupuesto para la elaboración del proyecto	51

Índice de figuras

Fig. 2 Diagrama general	30
Fig. 3 Chicha blanca (1 fermentación)	32
Fig. 4 Chicha wiwis (2 fermentaciones)	34
Fig. 5 Diagrama chicha negra (2 fermentaciones).....	36
Fig. 6 Análisis de ácidos orgánicos	38
Fig. 7. Cromatograma de los ácidos orgánicos en la muestra de chicha blanca de mg/100 mL.....	43
Fig. 8 Cromatograma de los ácidos orgánicos en la muestra de chicha wiwis de mg/100 mL.....	43
Fig. 9 Cromatograma de los ácidos orgánicos en la muestra de chicha negra de mg/100 mL.....	43

Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Estructura de una molécula de amilosa y amilopectina.....	13
Ilustración 2. <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	15
Ilustración 3. Levadura Mangrove Jack's	16
Ilustración 4. Ácido carboxílico	18

Índice de gráficas

Gráfica 1 Concentración de ácidos orgánicos en la chicha blanca.....	44
Gráfica 2 Concentración de ácidos orgánicos en la chicha wiwis.....	44
Gráfica 3 Concentración de ácidos orgánicos en la chicha negra	45
Gráfica 4 Concentración de los cuatro ácidos orgánicos.....	46
Gráfica 5. Comparación general de la concentración de los ácidos orgánicos en las tres bebidas fermentadas.	48

Índice de anexos

Anexo 1. Aval de la traducción del Abstrac	65
Anexo 2. Lugar de ejecución.....	66
Anexo 3. Datos informativos del tutor académico	67
Anexo 4. Datos informativos del estudiante.....	69
Anexo 5. Datos informativos del estudiante.....	71
Anexo 6. Análisis de laboratorio ácidos orgánicos	73
Anexo 7. Fotografías del proceso de elaboración de las tres bebidas fermentadas.....	74

1. Información general

Título

“Evaluación y caracterización de ácidos orgánicos presentes en tres bebidas ancestrales de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) fermentadas con kéfir y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)”

Lugar de ejecución:

Barrio: Salache (Anexo 2)

Parroquia: Eloy Alfaro

Cantón: Latacunga

Provincia: Cotopaxi

Zona: 3

País: Ecuador

Institución: Universidad Técnica de Cotopaxi

Facultad: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

Carrera: Agroindustria

Proyecto de investigación vinculado a:

Tecnología para la producción de bebidas ancestrales con fines comerciales utilizando preparados enzimáticos TERMAMYL 120 L y AMYLASE AG 300L, kéfir y levadura.

Nombre el equipo de investigación

Tutor de titulación:

Q.A. Sandoval Cañas Gustavo José MSc. (Anexo 3)

Estudiantes:

Chimba Guamanarca Erika Gabriela (Anexo 4)

Muso Lalaleo Patricia Soledad (Anexo 5)

Área de conocimientos

Área: Ingeniería, industria y construcción

Sub área: Industria y producción

Líneas de investigación

Línea: Procesos industriales

Sub línea: Biotecnología agroindustrial y fermentativa.

2. Justificación del Proyecto

En el Ecuador existe gran variedad de bebidas fermentadas elaboradas con distintas materias primas, una de ellas es la chicha de yuca (*Manihot esculenta Crantz*), esta ha sido temas de estudio en diferentes universidades del país, buscando nuevas metodologías para su preparación en laboratorios reemplazando las técnicas artesanales, las únicas pruebas realizadas han sido físico-químicas, microbiológicas, tiempo de vida útil y sensoriales.

La investigación se enfoca en evaluar la presencia de ácidos orgánicos, que se producen durante su proceso fermentativo de esta manera se conocerá si existe presencia de los ácidos; láctico, málico, succínico, tartárico u otros ácidos orgánicos y las características físico químicas y sensoriales que brindan en una bebida fermentada de yuca con agentes fermentativos.

Además, el estudio de ácidos orgánicos en una bebida fermentada de yuca servirá como referencia para el desarrollo de futuras investigaciones y posibles comparaciones entre diferentes bebidas fermentadas ancestrales que existen en nuestro país, también generará mayor producción y realzará la comercialización de este tipo de bebidas en las comunidades de nuestro país.

El impacto que generará la evaluación y caracterización de ácidos orgánicos en las bebidas fermentadas a partir de yuca, será de gran relevancia el cual generará nueva información que podrá ser utilizada como referencia, de la manera en que actúan los diferentes ácidos orgánicos tanto en la composición química y las características sensoriales en este tipo de bebidas fermentas.

La finalidad de la investigación es conocer la concentración del ácido málico, ácido láctico, ácido succínico y ácido tartárico en las bebidas ancestrales fermentadas de yuca, así mismo, ser utilizada como información para futuros estudios de este tipo de compuestos en los diferentes tipos de bebidas ancestrales.

3. Beneficiarios del proyecto de investigación

Beneficiarios directos: Todas las personas quienes elaboran y que consuman esta bebida fermentada de yuca, especialmente en la región amazónica, en la provincia de Pastaza dónde se elabora esta bebida. Además, al conocer el tipo de ácidos orgánicos que poseen estas bebidas fermentadas y los beneficios que ofrece cada uno de ellos, habrá una mayor demanda.

Beneficiarios indirectos: Serán todos los estudiantes y docentes de la Universidad Técnica de Cotopaxi, de la carrera de Ingeniería Agroindustrial que hayan participado en el desarrollo del proyecto de bebidas ancestrales que se lleva a cabo en el barrio Salache Bajo, parroquia Eloy Alfaro, cantón Latacunga, provincia de Cotopaxi.

4. El problema de la investigación

En el mundo especialmente en los países latinoamericanos existe una gran variedad de bebidas fermentadas tradicionales, es una bebida que, dependiendo del país se fabrica de maneras diferentes y con ingredientes distintos.

Aunque, en varios de estos países se han desarrollado algunos proyectos de investigación sobre su elaboración tanto de forma artesanal como adaptadas al laboratorio y su evolución a través de los años, además de, algunos estudios en los que se utiliza bacterias probióticas con el fin de obtener una bebida funcional.

Por otra parte, hay muy pocos estudios de algunas variedades de bebidas fermentadas, en donde se haya utilizado o evaluado los diferentes ácidos orgánicos. Tampoco, existen normas de referencia que establezcan los valores de la concentración de ácidos orgánicos o un registro que se pueda referenciar si son aptos o no para el consumo.

En el Ecuador, algunas de sus regiones aún elaboran este tipo de bebidas. Estas se utilizan en celebraciones especiales, rituales de adoración a la *pacha mama* o, cuando se la ofrece a alguien como parte de una representación simbólica de amistad. De esta manera, se ha logrado mantener esta tradición con el paso del tiempo y la globalización del mundo. Patrimonio Alimentario (como se citó en Marcillo , 2018)

Sin embargo, en el país no se han desarrollado estudios de ácidos orgánicos en ninguna de las variedades de bebidas fermentadas que existe en las diferentes provincias, en donde se los evalúe o caracterice. Entonces, no se ha logrado conocer las propiedades y características que pueden otorgar estos ácidos orgánicos, mucho menos, la cantidad en la que se encuentran presentes en dichas bebidas.

Por ende, en la investigación se podrá determinar la concentración de ácidos orgánicos producidos en el proceso de fermentación en tres bebidas fermentadas de yuca, utilizando kéfir y levadura como fermentadores, brindando una nueva alternativa en el proceso de productos agroindustriales.

5. Objetivos

5.1. Objetivo general

Evaluar los ácidos orgánicos (láctico, málico, succínico y tartárico) presentes en tres bebidas ancestrales de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) fermentadas con kéfir y levadura (*Saccharomyces cerevisiae*).

5.2. Objetivos específicos

- Replicar los mejores tratamientos de bebidas ancestrales de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) de proyectos ya realizados en la Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Investigar bibliográficamente, la influencia que tienen los cuatro ácidos orgánicos, en las bebidas fermentadas.
- Cuantificar los principales ácidos orgánicos que contienen las bebidas por medio de cromatografía líquida de alta eficacia.

6. Actividades y sistemas de tareas en relación a los objetivos planteados

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.

Objetivo	Actividades (tareas)	Resultado esperado de la actividad	Medio de verificación
Replicar los mejores tratamientos de bebidas ancestrales de yuca (<i>Manihot esculenta Crantz</i>) de proyectos ya realizados en la Universidad Técnica de Cotopaxi.	Revisión de los proyectos realizados preliminarmente y seleccionar los mejores tratamientos.	Obtención de las metodologías de los mejores tratamientos, para elaborar las tres bebidas de yuca fermentadas.	Se obtuvo el procedimiento de los mejores tratamientos de las tres bebidas fermentadas: Figuras: 1, 2, 3. Se realizó control de los parámetros físico-químicos: pH, acidez, °Brix, °Alcohólicos Tablas: 14, 15, 16
Investigar bibliográficamente, la influencia que tienen los cuatro ácidos orgánicos, en las bebidas fermentadas.	Revisión y complicación bibliográfica en proyectos de investigación, tesis y artículos científicos, para conocer la influencia de los ácidos orgánicos (láctico, málico succínico y tartárico).	Conocer, el papel que cumple cada uno de los ácidos orgánicos en los tres tipos de tres bebidas fermentadas.	Mediante investigaciones realizadas se analizó la influencia de los cuatro ácidos orgánicos en los tres tipos de bebidas. Tabla: 13
Cuantificar los principales ácidos orgánicos que	Realizar un análisis para la determinación de	Realizar el análisis en el departamento de Nutrición y	Se representó mediante graficas la

contienen las bebidas por medio de cromatografía líquida de alta eficacia.	ácidos orgánicos, de las tres bebidas de yuca obtenidas.	Calidad del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias INIAP. Obtener la concentración de los ácidos orgánicos; láctico, málico succínico y tartárico, que contienen las tres bebidas fermentadas.	concentración de ácidos orgánicos Gráfica: 1, 2, 3. Se realizó una comparación general de la concentración de los ácidos orgánicos en las tres bebidas fermentadas. Gráfica: 4
--	--	---	--

Fuente: Chimba, E. y Muso, P (2020).

7. Fundamentación científico técnica

7.1. Antecedentes

Según Mena & Santamaría (2019) en su proyecto de investigación, manifiestan que: al elaborar 3 tipos de bebidas de yuca tiene el objetivo de compararlas con las que se realizan de forma artesanal. Se tomaron en cuenta en un lapso de 72 horas los siguientes parámetros de control: pH, acidez, °Brix y grados alcohólicos, obteniendo los siguientes resultados; en la chicha blanca con levadura al 15%: un pH de 4,51; acidez titulable de 0,64%; 10 °Brix de y 5,6% de concentración de alcohol. La chicha *wiwis* con kéfir al 5%: un pH de 3,97; acidez titulable de 0,68%; 17,95 °Brix de y 9,8% de alcohol. Finalmente, la chicha negra con levadura al 5%: un pH de 4,22: acidez titulable de 0,71%, 10,79 °Brix y 5,95 % de alcohol.

De acuerdo con Correa & Rivera (2018), en el artículo de investigación que se desarrolló por el método de separación por cromatografía líquida de alta eficiencia (HPLC), evaluando 6 ácidos orgánicos: ascórbico, cítrico, málico, fórmico, succínico y tartárico. Con diferentes fases móviles usando ácido sulfúrico y fosfórico, estos se los utiliza para la cuantificación de ácidos orgánicos con una fase estacionaria reversa (C18). La mejor separación se da en fase móvil isocrática constituida por ácido sulfúrico 1,0 mM a un flujo de 1,0 mL min⁻¹ en un tiempo total de corrida de 10 minutos y detección por ultravioleta

(UV) a 210 nm. Bajo dichas condiciones se encontró presencia del ácido cítrico y ascórbico.

Según Das, Khawas, Miyaji, & Deka en el artículo publicado en el año (2014), se analizó el contenido de varios ácidos orgánicos mediante HPLC. Se mostró una variación en el contenido de varios ácidos orgánicos (láctico, propiónico, oxálico, cítrico, tartárico, succínico, pirúvico, fórmico y acético) que se evaluó. La muestra fue preparada en una solución de agua: acetonitrilo, agitada durante 2 horas y centrifugada por 10 min a 10000 rpm. Finalmente, filtrando el sobrenadante para iniciar el análisis de ácidos orgánicos, obteniendo como resultado que el ácido láctico que predominó entre los otros ácidos.

De acuerdo con el artículo De Sena, Azevedo, Ribeiro, Costa, & Amante, publicado en el (2015), se desarrolló un método por (HPLC) para determinar concentración de los ácidos: láctico, acético, propiónico y butírico, en aguas residuales de almidón de yuca agria. En el ácido láctico, acético y propiónico, se utilizó una fase móvil de 0,02 mol/L KH_2PO_4 , con una solución tampón ajustada a un pH 2,88 - 0.02 con ácido o-fosfórico y metanol al 0,2%, filtrada por una membrana de 0,45 μm , utilizando una elución isocrática a un flujo de 0,6 mL/min en un tiempo total de 14 min y la detección UV- visible con una longitud de onda a 220 nm. Se obtuvo como resultado mayor presencia del ácido láctico y acético, siendo esta técnica simple, rápida y efectiva para la identificación y cuantificación de los ácidos orgánicos.

Según, Cunha, Fernandes, Faria, Ferreira, & Ferreira., en el artículo publicado en el año (2002), tiene como objetivo proporcionar la determinación de los ácidos orgánicos, más importantes que pueden existir en estos vinos por HPLC. Donde utilizaron O-(4-nitrobenzil)-N, N'- diisopropilisourea (NBDI), como agente de derivatización. Para la preparación de la muestra, se utilizó una resina de intercambio catiónico fuerte (Dowex 50W-X8), por 15 minutos liberando los ácidos orgánicos. Para la determinación de HPLC, se usó una columna RP-18 (3 μm), con una fase móvil compuesta de agua y acetonitrilo, a un caudal 1 mL min^{-1} con un corrido de menos de 30 min, utilizando un detector UV ajustado a 265 nm. Se encontraron distintos ácidos orgánicos como: láctico, acético, succínico, tartárico, málico y cítrico, encontrándose en mayor cantidad de ácido láctico.

7.2. Fundamentación teórica

7.2.1. Bebidas fermentadas

Según Rosas (2012): “La chicha durante la historia ha sido considerada como bebida innata, nacida y creada por nuestros indígenas sudamericanos. Donde su preparación ha sido difundida a través del tiempo y el espacio; por lo tanto, es reconocida como elixir ancestral por excelencia.” (pág. 26).

“Las bebidas fermentadas son líquidos cuyo proceso de elaboración se los realiza con microorganismos estos ayudan en el proceso fermentativo. Existe una gran variedad de bebidas fermentadas en el mundo, como el vino, la sidra, cerveza, entre otras”. Garibay, et al. (como se citó en López, 2015, pág. 16)

7.2.2. Tipos de bebidas fermentadas

En el Ecuador existen varios tipos de bebidas fermentadas, hay una gran variedad de productos con los que se puede elaborar, cada una de las provincias del Ecuador ha logrado adaptar sus ingredientes acorde a sus necesidades, las bebidas que destacan son: la chica de maíz o jora, de yuca, de chontaduro, de arroz, la ayahuasca y el aguardiente. (Veintimilla, 2015, pág. 2)

En la amazonia, las chichas más importantes son; de yuca, de chontaduro y la ayahuasca. Los nativos elaboran la chicha de yuca en un ritual ancestral. Para su elaboración participa toda la comunidad, desde la siembra hasta la cosecha de la yuca, está se fermenta por varios días, dependiendo del contenido alcohólico que se desee, también se puede agregar cierta cantidad de camote crudo masticado. (Silva, 2014, pág. 11)

7.2.3. Chicha de yuca

Se prepara desde la antigüedad por culturas y civilizaciones ubicadas en la región amazónica. “Conocida por los indígenas como *Casire* o chicha de yuca. El proceso de elaboración de esta bebida es cocinar la yuca, luego la mastican y escupen para después dejarla fermentar, obteniendo un líquido amarillo listo para ser bebido”. Rodríguez (como se citó en López, 2015, pág. 22)

7.2.3.1. Variedades de chichas de yuca

Entre la variedad de bebidas fermentadas, “existe varias chichas de yuca, a estas se las puede diferenciar de acuerdo al lugar, ingredientes y su proceso de elaboración, ya que, existen varias comunidades indígenas en la región Amazónica”. (Azanza & Chacón, 2018)

- **Chicha blanca**

Según Núñez et al. (como se citó en Arias & Quilpanta, 2020): “Esta es una bebida masticada y su masa o “masato” obtenido se introduce en vasijas se la exprime y el líquido que extraen lo mezclan con agua y lo hierven en una olla hasta conseguir que espese un poco”. (pág. 14)

- **Chicha negra**

Se la prepara mediante la fermentación, con un tipo de hongo rojizo (*Monilia sitophila*) que crece en la yuca después de ser quemada. Durante el proceso de fermentación este hongo descompone a la yuca y desprende un olor y sabor agradable. Chiriap, (como se citó en Lojano, 2018)

- **Chicha *wiwis***

Según Mena & Santamaría (2019): “En esta bebida se ralla la yuca para poder separar el periderma y obtener el parénquima cortical e interno de la yuca que tiene como fin acondicionar la materia prima para la obtención de esta bebida fermentada”. (págs. 32-33)

7.2.4. Ingredientes de las chichas

Para que una bebida sea considerada chicha, esta debe ser elaborada con agua, cereales, tubérculos y saborizantes como; hierbas aromáticas y especias, en ocasiones se utiliza frutas ácidas que ayudan a la fermentación. También se utiliza panela y en algunos casos azúcar para endulzar, este ingrediente tiene influencia en la coloración final de la bebida. Se obtienen bebidas únicas y con su propio distintivo. (Veintimilla, 2015)

7.2.4.1. Camote (*Ipomoea batatas L.*)

Según Renee, Zaucedo, & Ramos (2018): “El camote (*Ipomoea batatas L.*), es una planta perenne que se desarrolla bajo el suelo y posee estructuras vegetativas comestibles

de alto valor nutritivo. Es un tubérculo que contiene agua, fibra, lípidos, proteínas, grasas, almidón, azúcares, vitaminas, minerales y aminoácidos”. (pág. 1)

7.2.4.1.1. Variedades de camote

Existen alrededor de 400 variedades de camote, algunas son bastante extrañas, se los diferencia por el color de la cáscara y pulpa. El camote blanco es menos dulce que el tradicional camote de pulpa anaranjada. (Mercola, 2017)

- **Camote blanco**

“El camote blanco posee un color crema tanto en la piel como en su pulpa, este contribuye con un alto contenido de materia seca y almidón. Este está dirigido para la producción industrial de almidón”. (Rubio & Túquerres, 2012, pág. 9)

7.2.4.1.2. Beneficios del camote

El camote es un alimento nutritivo que aporta; carbohidratos, proteínas, lípidos, vitaminas A y B6, minerales y el efecto antioxidante. Consumirlo ayuda a combatir el riesgo de sufrir estrés oxidativo o enfermedades cardiovasculares. Su contenido de fibra, ayuda el cuidado de la salud intestinal mejorando la actividad y movimientos intestinales. (Ruíz, 2019)

7.2.4.2. Yuca (*Manihot esculenta Crantz*)

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*), ha sido cultivada en el Ecuador a lo largo de la historia. Es cultivada por pequeños agricultores de la costa, sierra y amazonia; manteniendo tradiciones campesinas e indígenas, su cultivo es de forma vegetativa. Posee una gran cantidad de carbohidratos, alta resistencia a la sequía, plagas y enfermedades. (Hinostroza, et al., 2014 ; Muñoz, et al., 2017)

Además de ser considerada una fuente de almidón barata, siendo utilizada por varios productos, por lo que su uso es prometedor en la producción etanol. (FAO, 2008)

7.2.4.2.1. Variedades de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*)

La yuca (*Manihot esculenta Crantz*) pertenece a la familia *Euphorbiaceae*. Esta familia cuenta con 7200 especies, pueden crecer en una gran variedad de condiciones tropicales, en suelos ácidos y escasa fertilidad, también su alta resistencia a largos periodos de sequía, esta no se desarrolla en suelos con encharcamientos y condiciones salinas. (Aristizábal et al., 2007, pág. 1)

“Ésta se caracteriza por sus vasos laticíferos compuestos por células secretoras o galactócitos que producen una secreción lechosa”. (Ceballos & de la Cruz, 2002, pág. 16)

- **Dulce**

“La yuca dulce (*Manihot aipi*) posee niveles bajos de glucósidos cianogénicos, lo que puede ser consumidas de manera segura luego de llevar un proceso normal de cocción”. (Aristizábal, Sánchez, & Mejía , 2007, pág. 1)

- **Amarga**

“La yuca amarga (*Manihot utilissima*), posee un elevado contenido de glucósidos cianogénicos, que necesitan un proceso adecuado para ser aptas para el consumo; por ello estas variedades son generalmente utilizadas en procesos industriales”. (Aristizábal, Sánchez, & Mejía , 2007, pág. 1)

7.2.4.2.2. Beneficios

Es utilizado en la cocina Sudamérica, proporciona gran cantidad de calorías, posee varios compuestos como: 90 % de almidón, siendo pobre en proteínas, grasas, fibra y aporta con vitamina C, complejo B, glúcidos cianógenos, polifenoles, taninos y otros nutrientes que pueden beneficiar al organismo, el tránsito intestinal y pérdida de peso. (Gottau, 2018)

Tabla 2. Valor nutricional de la yuca (*Manihot esculenta Crantz*)

Composición	Contenido en 100 g
Calorías	159 kcal
Grasa	0,3 g
Proteínas	1,4 g
Carbohidratos	38 g
Calcio	16 mg
Hierro	0,3 mg
Magnesio	21 mg
Potasio	271 mg

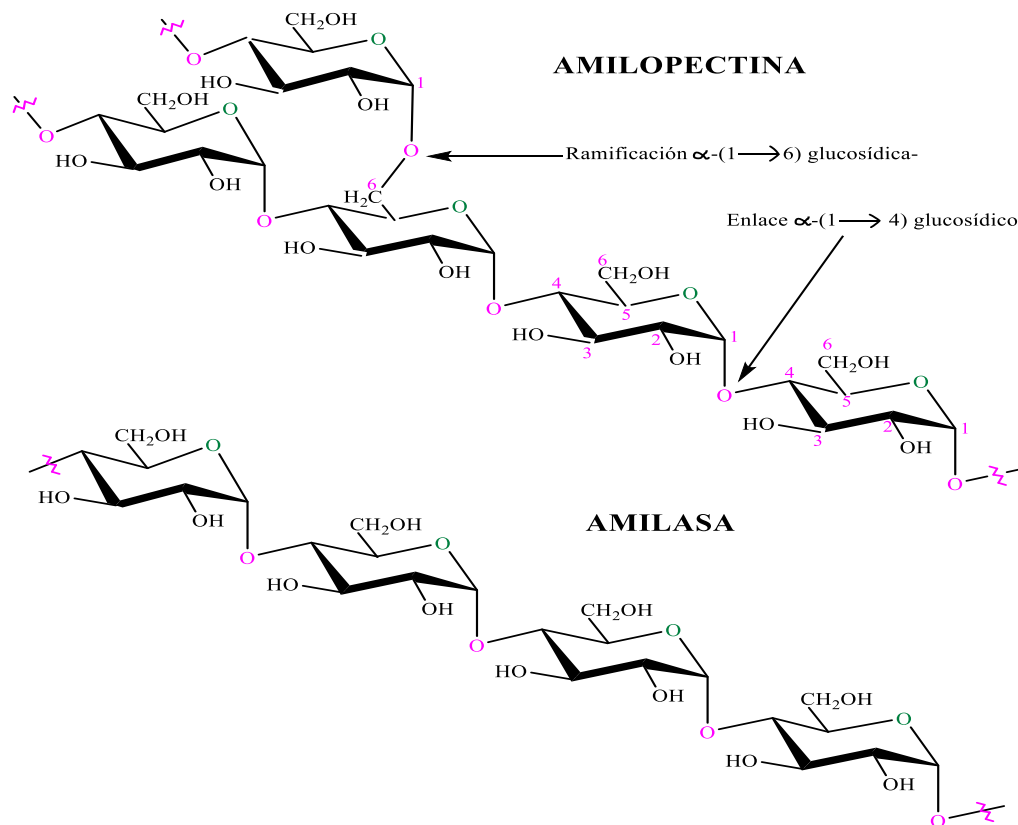
Fuente: LA VANGUARDIA. (2019)

7.2.5. Almidón

Según Laguna, Piña, Martínez , Pardo , & Riveros (2013):

Constituye a una reserva de carbohidratos, se encuentra en plantas, tubérculos y en semillas de cereales. Esta se forma por unidades de glucosa combinadas entre sí, por uniones glucosídicas. Donde la unidad estructural del disacárido repetida periódicamente, es la maltosa, la que da origen a dos tipos de moléculas, amilosa y amilopectina. La amilosa forma de 10 y 20 % del almidón; es un polímero lineal de 300 a 350 unidades de glucosa con uniones α -D-(1 \rightarrow 4) y la amilopectina, es más abundante, este es un polímero ramificado de la glucosa, aparte de las uniones α -D-(1 \rightarrow 4), entre las moléculas sucesivas de la glucosa, muestra otro tipo de unión, a nivel de ramificación, en posición α -D-(1 \rightarrow 6). (pág. 208)

Ilustración 1. Estructura de una molécula de amilosa y amilopectina



Fuente: McMurry, J. (2008)

Además, el almidón es de gran importancia en la industria ya que tiene un amplio campo de aplicaciones en la alimentación, manufactura de papel y empaques biodegradables.

Tabla 3. Composición química de los almidones de camote y yuca

Componentes	Camote	Yuca
Proteína cruda %	0,22	0,06
Grasa cruda %	0,31	0,20
Fibra cruda %	0,28	1,01
Extracto Libre de Nitrógeno %	19,6	17,0
Amilosa %	23,6	19,6
Amilopectina %	76,4	80,4

Fuente: Hernández, Torruco, Chel & Betancur. (2008)

7.2.6. Fermentación

La fermentación (latín *fermentare*, hacer que suba o fermente), es producida a partir de la oxidación y degradación de la glucosa u otras azúcares, donde la vía catabólica produce compuestos como el piruvato; esta acepta electrones e hidrógeno, dando como resultado la producción del ATP. Casi siempre la fermentación se produce en condiciones anaeróbicas y rara vez el oxígeno puede estar presente, dando como resultado la respiración dividiéndose en dos tipos: respiración aerobia y anaerobia. Al fermentar los azúcares se convierten en etanol y CO₂, este proceso da como resultado la fermentación alcohólica y la fermentación ácido-láctica. (Prescott, Harley, & Klein, 2001, págs. 188-192)

7.2.6.1. Fermentación alcohólica

De acuerdo con Prescott, Harley & Klein (2001): “El piruvato es descarboxilado y se convierte en acetaldehído, que a su vez es reducido a etanol por la ADH con el NADH como dador de electrones”. (pág. 192)

7.2.6.2. Fermentación ácido-láctica

Reducción del piruvato a lactato, se encuentran en bacterias ácido lácticas. Donde los fermentadores ácido láctica se divide en dos: fermentadores homolácticos, utilizan la vía glucolítica, reduciendo directamente casi todo el piruvato a lactato. El fermentador heterolácticos, forma cantidades importantes de otros productos diferentes al lactato, muchos producen, etanol y CO₂. (Prescott, Harley & Klein, 2001, pág. 192)

7.2.7. Levadura

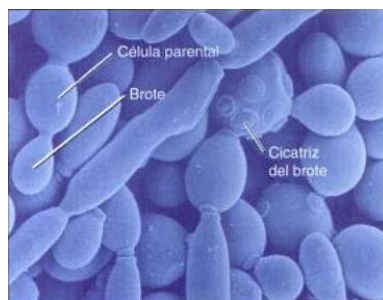
Según Tortora, Funke, & Case (2007): “Las levaduras son hongos, unicelulares no filamentosos de forma esférica u oval típica, se encuentran presentes ampliamente en la naturaleza; se encuentra como una capa en forma pulverulenta en frutas y hojas”. (pág. 346)

Forma un papel importante en la dieta de los humanos ya que, hay alimentos fermentados (pan, vino y cerveza) donde su uso es indispensable. Estos microorganismos, fueron descubiertos por el microbiólogo Louis Pasteur, la levadura solo es un nombre genérico ya que agrupa a una gran cantidad de organismos unicelulares, incluyendo especies patógenas para plantas y animales. Siendo organismos con gran diversidad por su tamaño, forma, color. Estas toleran un rango de pH entre 3 y 10. (Suárez, Garrido, & Guevara, 2016, págs. 21-22)

7.2.7.1. *Saccharomyces cerevisiae*

La *Saccharomyces cerevisiae*, es una levadura, fundamental en la industria de alimentos fermentados (panadería y bebidas). La capacidad metabólica de la *S. cerevisiae*, se realizó en dos formas de catabolismo de glucosa; fermentación, se da el consumo de la glucosa convirtiéndose en ATP, generando productos fermentados. La respiración, donde la molécula de glucosa es mucho mayor al realizar este proceso, convirtiéndose en CO₂. (Madigan, Martinko, Bender, Buckley & Stahl, 2016, pág. 89)

Ilustración 2. Saccharomyces cerevisiae



Fuente: Tortora, Funke, & Case. (2007)

7.2.7.2. Levadura (Liberty Bell Yeast - M36)

Existe una gama de cepas de levadura, son utilizadas en el mercado después de años de desarrollo, brindando tazas de lanzamiento confiable, estabilidad superior en almacenamiento y facilidad de uso. Esta levadura de fermentación superior, es adecuada para una gran variedad de cervezas de lúpulo y estilo distintivo. Esta cepa produce ésteres frutales ligeros y delicados. (Mangrove Jack's, 2020)

Ilustración 3. Levadura Mangrove Jack's



Fuente: Mangrove Jack's. (2020)

Tabla 4. Características técnicas Liberty Bell Yeast - M36

Características técnicas	
Clasificación de la levadura	<i>Saccharomyces cerevisiae</i>
Rango de temperatura	18 - 23 °C (64 - 73 °F)
Factor de muerte	Neutral
Características de rendimiento	5- alta, 1- baja
Atenuación	74 - 78% (alta)
Tasa de floculación	4 (alta)
Compactación	4 (alta)
Células de levadura viables	$> 5 \times 10^9$ células/ g
Bacterias totales	<1 por 10^6 células

Fuente: Mangrove Jack's. (2020)

7.2.8. Kéfir

Según Waldherr, Doll, Meißner & Vogel (2010): “El kéfir tiene una apariencia de gránulos similares a una coliflor, con un diámetro promedio de 5 a 20 mm, apariencia transparente y estructura elástica”. (pág. 672)

“Se obtiene una bebida fermentada, con un sabor levemente ácido, poca cantidad de azúcar y una ligera cantidad de alcohol, por la producción de dióxido de carbono, ácido láctico y etanol”. (Gulitz, Stadiea, Wenning, Ehrmanna, & Vogel, 2011, pág. 284)

- **Kéfir de agua**

El kéfir de agua, es una bebida fermentada ligeramente ácida, elaborada con azúcar y fermentada por un consorcio de microorganismos de bacterias ácido lácticas (BAL) y levaduras (LEV), formadas por un polisacárido llamado granulo de KA, lo que da como resultado la producción de (AO) ácido láctico y ácido acético (Caro & León, 2015, pág. 22)

7.2.8.1. Aportes nutricionales del kéfir

Posee varios aportes nutricionales, es considerado como un alimento probiótico. Esto también depende del cuidado diario que se le dé para obtener una bebida de calidad, fortaleciendo el sistema inmunológico, combate enfermedades gastrointestinales, manteniendo el microbiota intestinal sana impidiendo la infección por microorganismos a través del intestino. (Zazin , 2020)

7.2.9. Ácidos orgánicos (Ácidos carboxílicos)

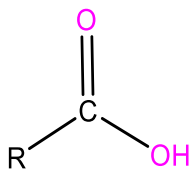
7.2.9.1. Concepto

Wade (2011) indica que:

Los ácidos orgánicos o ácidos carboxílicos, se forman por la combinación de un grupo carboxilo y un hidroxilo. Este dona protones, por una ruptura heteroítica del enlace O-H ácido, para dar un protón y un ión carboxilato. Estos se clasificación de acuerdo con el sustituyente enlazado con el grupo carboxilo; por ejemplo, un ácido alifático, es un grupo alquilo enlazado con un grupo carboxilo. (pág. 937)

“Además, los ácidos orgánicos (AO) son compuestos que se han empleado en la industria alimentaria, como aditivo para disminuir la propagación de microorganismos patógenos”. (Isaza, Mesa, & Narváez, 2019, pág. 47)

Ilustración 4. Ácido carboxílico



Fuente: McMurry, J. (2008)

Los ácidos orgánicos, los azúcares y los compuestos fenólicos, son las moléculas de mayor presencia en bebidas. El estudio de ácidos orgánicos es importante, debido a que, interviene en las propiedades sensoriales de los alimentos y bebidas. Además, influyen en la estabilidad de un producto ya que, al disminuir el pH puede alargar la vida útil en una bebida dependiente que ácidos orgánicos estén presentes. Kelebek (como se citó en Correa & Rivera, 2018, pág. 19)

7.2.9.2. Nomenclatura

Los ácidos carboxílicos, estaban entre los primeros compuestos orgánicos que se aislaron y purificaron. Estos son más conocidos por sus nombres comunes que, por los sistemáticos, se debe a quienes definieron las reglas de la IUPAC, y han aceptado estos como alternativas.

1. En la nomenclatura sistemática (IUPAC), a un ácido carboxílico se nombra sustituyendo la terminación “o” del nombre del alcano con “ácido-oico”.

Tabla 5. IUPAC (Terminación ácido-oico)

Fórmula estructural	Nombre sistemático	Nombre común
HCO ₂ H	Ácido metanoico	Ácido fórmico

Fuente: Carey, F. (2006)

2. Cuando hay dobles enlaces en la cadena principal, se indica con la terminación “-enoico” y su posición se indica con un prefijo numérico (cis-trans o E-Z)

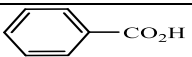
Tabla 6. IUPAC (Terminación -enoico)

Fórmula estructural	Nombre sistemático	Nombre común
H ₂ C=CHCO ₂ H	Ácido propenoico	Ácido acrílico

Fuente: Carey, F. (2006)

3. Cuando un carboxilo está unido a un anillo, se menciona primero la palabra ácido, seguido del nombre del anillo (conservando -o) y se termina con el sufijo “-carboxílico”. (Carey, 2006, págs. 805-806-807)

Tabla 7. IUPAC (Terminación -car-boxílico)

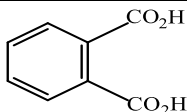
Fórmula estructural	Nombre sistemático	Nombre común
	Ácido benceno carboxílico	Ácido benzoico

Fuente: Carey, F. (2006)

4. Ácido dicarboxílico

Los ácidos dicarboxílicos (compuestos por dos grupos carboxilo), la cadena se numera desde el átomo de carbono del carboxilo, ya que, se usan para obtener las posiciones de los sustituyentes, Las se los nombra con la palabra “ácido” y se coloca el sufijo “-dioico” o “-dicarboxílico”.” (Wade, 2011, pág. 939)

Tabla 8. UPAC (Terminación -dicarboxílico)

Fórmula estructural	Nombre sistemático	Nombre común
	Ácido 1,2-benceno dicarboxílico	Ácido ftálico

Fuente: Carey, F. (2006)

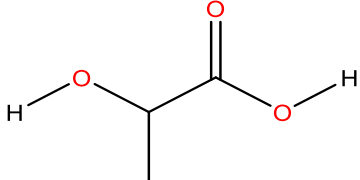
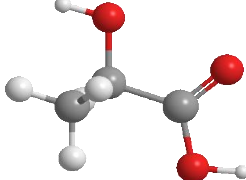
7.2.9.3. Ácido láctico

Según (Enologica Vason, 2017)“El ácido láctico se encuentra presente en varios alimentos, utilizado como metabolito de actividades microbiológicas, este se usa en varias aplicaciones en la industria alimentaria, una de ella es regulador de acidez”. (pág. 1)

“Es un ácido orgánico, que tiene gran valor, por su aplicación en la industria de alimentos, farmacéutica y química; con gran potencial en producción de polímeros biodegradables”. (Garcia, Arrázola , & Durango, 2017, pág. 9) “Otorga a la bebida como cualidad organoléptica una suavidad y equilibrio gustativo”. (AGROVIN, 2020)

Nombre común: Ácido láctico **IUPAC:** acido 2-hidroxipropanoico

Tabla 9. *Ácido láctico (estructuras)*

Fórmula molecular	Fórmula semidesarrollada
$C_3H_6O_3$	$H_3C-CH(OH)-COOH$
Fórmula estructural	Fórmula 3D
	

Fuente: National Center for Biotechnology Information (2020)

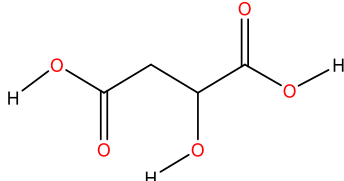
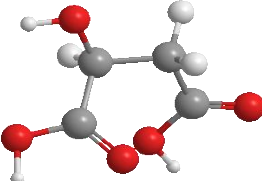
7.2.9.4. Ácido málico

Según (Enologica Vason, 2017) “El ácido málico, se encuentra en alimentos ácidos o agrios, en frutas y verduras, está presente en la uva y vinos. También este es un acidificante permitido en vinificación alterando la composición y las características, es estable en la producción de alcohol.” (pág. 1)

Este tiene muchos usos en la industria alimentaria, de bebidas, farmacéutica, química y médica. Dado por biosíntesis de microorganismos, existen tres vías metabólicas; no oxidativa, oxidativa y el ciclo glioxilato, para que, exista producción de ácido málico, este también puede ser producido por el ácido pirúvico mediante la fermentación. (Chi, Wang, Wang, Khan, & Chi, 2016, págs. 99-100)

Nombre común: Ácido málico **IUPAC:** Ácido 2-hidroxi 1,4-butanodioico

Tabla 10. *Ácido málico (estructuras)*

Fórmula molecular	Fórmula semidesarrollada
$C_4H_6O_5$	$COOH-CH_2-CH(OH)-COOH$
Fórmula estructural	Fórmula 3D
	

Fuente: Centro Nacional de Información Biotecnológica. (2020)

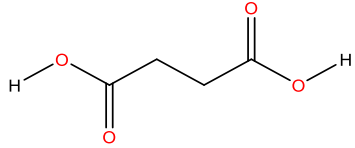
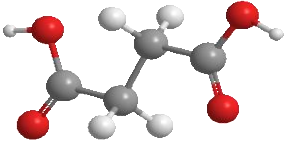
7.2.9.5. Ácido succínico

“El ácido succínico ha sido reconocido como un componente químico importante ya que este tiene varias aplicaciones potenciales en la industria. Es un metabolito que está casi presente en varios organismos, por lo tanto, este puede ser producido por la fermentación microbiana ayudando a corregir la acidez y otorgando un sabor amargo a la bebida”. (Pinazo, Dominea, Parvules, & Petru, 2015, págs. 16-17)

Nombre común: Ácido succínico

IUPAC: Ácido butanodioico

Tabla 11. Ácido succínico (estructuras)

Fórmula molecular	Fórmula semidesarrollada
$C_4H_6O_4$	$COOH-(CH_2)_2-COOH$
Fórmula estructural	Fórmula 3D
	

Fuente: Centro Nacional de Información Biotecnológica. (2020)

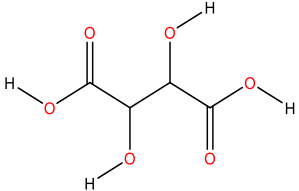
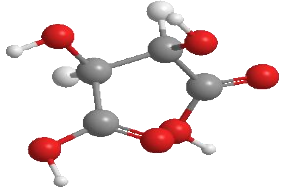
7.2.9.6. Ácido tartárico

El ácido tartárico, se encuentra en muchas plantas, en las uvas y el tamarindo, tiene como función generar dióxido de carbono. Este ácido se encuentra principalmente en los vinos, además se agrega a otros alimentos, como un agente antioxidante. Las sales del ácido tartárico se las conocen como tartratos, es un derivado del dihidroxilo del ácido succínico dando astringencia en la bebida. (OPERQUIM, 2018)

Nombre común: Ácido tartárico

IUPAC: ácido 2,3-dihidroxitbutanodioico

Tabla 12. Ácido tartárico (estructuras)

Fórmula molecular	Fórmula semidesarrollada
$C_4H_6O_6$	$COOH-CHOH-CHOH-COOH$
Fórmula estructural	Fórmula 3D
	

Fuente: Centro Nacional de Información Biotecnológica. (2020)

7.2.9.7. Los ácidos orgánicos en la industria alimentaria

De acuerdo con Hidalgo & Olmedo (2017):

Los ácidos orgánicos, son de gran importancia en diferentes ramas de la industria, desempeñando diferentes funciones, para la obtención final de un producto con características específicas. Por otro lado, estos compuestos se deben a su actividad antimicrobiana a diversas funciones, ya que, logran la disolución de sus moléculas formando sales carboxílicas capaces de ser solubles en las membranas celulares, con fin de interferir en el transporte de sustratos, acidificando el medio y provocando una modificación, inhibición, destrucción o muerte de los microorganismos. (pág. 9)

Los ácidos orgánicos sirven en la industria alimentaria como aditivos, siendo agentes de transformaciones y neutralizantes, en ciertos productos son empleados como agentes antimicrobianos buscando mejorar significativamente la calidad y vida útil del producto terminado. Además, estos de acuerdo a su naturaleza y en la concentración que estos se encuentren, determinará las características gustativas y de calidad organoléptica, ya que, tienen la capacidad de conservar el tiempo de almacenamiento, autenticidad de los productos en los que se encuentren, debido a su importante influencia en las propiedades sensoriales. (Kelebek, et al., 2009 ; Netto, 2020)

7.2.10. Métodos de extracción de ácidos orgánicos

Corzo (2019) afirma que: “La cromatografía es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva cuyo objetivo es separar los distintos componentes de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes”. (pág. 9)

7.2.10.1. Método

El método permite seleccionar las condiciones de separación y cuantificación, logrando obtener buenos resultados en el análisis de ácidos orgánicos. Es necesario seguir algunos pasos:

- Se evalúa la composición de la muestra y se determina las metas de separación.
- Realizar un pre-tratamiento de la muestra.
- Selección del modo de operación y el tiempo de HPLC.

- Elección del detector.
- Seleccionar las condiciones de separación. Snyder et al. (como se citó en (Suarez Ospina & Morales, 2018)).

7.2.10.2. Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)

Entre estas técnicas la HPLC (High Performance Liquid Chromatography) es una de las principales técnicas modernas de la química analítica. Es una metodología altamente eficiente que tiene una gran resolución para un amplio rango de compuestos orgánicos, las separaciones pueden realizarse en unos pocos minutos. Las diferentes combinaciones de fases estacionarias y fases móviles determinan la separación y los tiempos de retención en la columna de los compuestos en la muestra. (Romero, Escalada , Bregliani , & Pajares , 2016, pág. 55)

7.3. Glosario de términos

ADH: Alcohol deshidrogenasa.

Análisis: Es un conjunto de procedimientos que tienen como objetivo la producción de un meta-texto analítico en el que se representa el corpus textual de manera transformada.

Ácidos orgánicos: Se denominan alifáticos, si R es una cadena lineal de carbonos y aromáticos si R es un anillo de carbonos.

Amilosa: Molécula lineal de almidón que está constituida por muchos anillos de glucosa unidos entre sí para formar largas moléculas que no tienen ramificaciones.

Amilopectina: Molécula del almidón que tiene ramificaciones y está constituida por muchos anillos de glucosa unidos entre sí para formar largas moléculas con numerosas ramificaciones laterales cortas.

Bacterias: Microorganismo unicelular sin núcleo diferenciado, algunas de cuyas especies descomponen la materia orgánica, mientras que otras producen enfermedades.

BAL: Las bacterias ácido lácticas, son microorganismos que tienen diversas aplicaciones, siendo una de las principales la fermentación.

BAA: Las bacterias del ácido acético, son un conjunto heterogéneo, que comprende organismos con flagelación peritrica o polar.

Bebida: Es una palabra de uso común que se refiere a todo tipo de líquidos (naturales o artificiales) que puedan ser utilizados para el consumo humano.

Caracterización: Determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás.

Cuantificación: Es el cálculo del número de unidad, tamaño o proporción de una cosa, especialmente, por medio numérico.

Evaluación: La palabra, como tal, deriva de evaluar, que a su vez proviene del francés évaluer, que significa ‘determinar el valor de algo’.

Fase móvil: Es el fluido que utilizamos como portador de la mezcla, es decir, es un gas, líquido o fluido supercrítico que arrastra a la muestra.

Fase estacionaria: Denominamos fase estacionaria a un sólido o un líquido colocado sobre un sólido que sirva como soporte a la prueba.

Fermentación: Implica un proceso anaeróbico propio del catabolismo (una parte del metabolismo) que ofrece como resultado la conformación de un compuesto orgánico.

Galactócitos: Células únicas o grupos de células, contienen diversas sustancias: bálsamos, taninos, mucílagos y gomas.

Jora: Bebida hecha con fermento de maíz de jora, una variedad especial de maíz, endulzada con panela.

Kéfir: Es una leche fermentada rica en bacterias y levaduras probióticas que mejoran la flora intestinal, auxilian en la inmunidad y mejoran el tránsito intestinal, ayudando a mantener la salud general del organismo.

Microorganismos: Los microorganismos son aquellos organismos que, por su tamaño reducido, son imperceptibles a la vista.

NADH: Nicotinamida adenina dinucleótido.

Laticíferos: Estructuras que secretan el látex, jugo espeso, cremoso, de aspecto lechoso.

Probiótico: Son diferentes ya que contienen organismos vivos, generalmente cepas específicas de bacterias que se añaden directamente a la población de microbios sanos en el intestino.

Retención: Es la acción y efecto de retener (conservar algo, impedir que se mueva o salga, interrumpir su curso normal).

Tíbico: Se trata de un cultivo asociado de bacterias y levaduras benignas que se alimentan de azúcar y producen ácido láctico, etanol con bajo contenido y dióxido de carbono dando una bebida fermentada pro-biótica.

Vegetativa: Necesita de una semilla para obtener una nueva planta.

8. Validación de preguntas científicas

¿Cuáles serán los tratamientos ideales para la elaboración de bebidas fermentadas y que parámetros se debe tomar en cuenta para la obtención de estas bebidas fermentadas?

Se encontró en el trabajo de investigación realizado por Mena y Santamaría en el año 2019, la elección de los tres mejores tratamientos es a partir de cuatro parámetros de control; pH, Acidez, °Brix y °Alcohólicos. Además, la materia prima, tiempo de fermentación y el porcentaje de los agentes fermentativos tanto de levadura y kéfir que le usara.

- Chicha blanca con levadura al 15% con un pH 4,51, acidez titulable de 0,64%, °Brix de 10 y grados alcohólicos al 5,6%.
- Chicha *wiwis* con kéfir al 5% con un pH de 3,97, acidez titulable al 0,68%, °Brix de 17,95 y grados alcohólicos de 9,8%.
- Chicha negra con levadura al 5% con un pH de 4,22, acidez titulable de 0,71%, °Brix de 10,79 y grados alcohólicos de 5,95%.

¿De qué manera influyen los ácidos orgánicos en la composición química o en las características organolépticas, en las tres bebidas fermentadas?

Estos influyen de manera directa tanto en la composición química como en las características organolépticas de las tres bebidas, ya que, estos ácidos orgánicos son producidos desde el proceso de la fermentación en las tres bebidas incluso afectado algunos de los parámetros control de que se tomó en cuenta para la elaboración de estas bebidas.

¿Cuál es la concentración de ácidos orgánicos (láctico, málico, succínico y tartárico), en las tres bebidas fermentadas de yuca?

Los resultados del análisis de ácidos orgánicos mediante el método de Cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC), donde se detectó la presencia de los cuatro ácidos orgánicos en diferentes concentraciones en las tres bebidas fermentadas de yuca. Se encontró en mayor concentración al ácido láctico, seguido por el ácido succínico y málico, por último el ácido tartárico con una concentración mínima del ácido tartárico en las bebidas de yuca.

9. Metodologías

9.1. Tipos de investigación

- **Investigación bibliográfica**

Mediante fuentes bibliográficas se recopiló información a partir de documentos como tesis de grado, artículos, revistas científicas, publicaciones en internet, periódicos, libros, tratando de profundizar en el tema y permitiendo explicar la concentración de ácidos orgánicos en las bebidas fermentadas.

- **Investigación descriptiva**

Esta investigación se la utiliza con el objetivo de obtener datos precisos que se pueda presentarse en el fenómeno en su estado natural. En la cual permitió encontrar el método y la técnica para análisis de ácidos orgánicos en bebidas fermentadas a partir de yuca.

9.2. Métodos de investigación

- **Método cuantitativo**

La intención de este método es exponer y encontrar el conocimiento ampliado de un caso mediante datos detallados y principios teóricos. Estos datos son estructurados y estadísticos siendo un respaldo necesario para llegar a conclusiones generales de la investigación. Este método se lo utilizó para conocer la cantidad de cada ácido concentrados, también encontrar la bebida fermentada que contenga mayor concentración de ácidos orgánicos.

- **Método analítico**

A través de este método se puede descomponer cada parte o elemento de un todo, permitiendo así observar las causas, naturaleza y los efectos por separado. Se utilizó para conocer la metodología sobre todo analizar las características que brindan los ácidos orgánicos durante la fermentación y así poder comprender correctamente su aparición y su comportamiento dentro de la bebida.

9.3. Técnicas de investigación

- **Observación**

La observación es un elemento fundamental de todo proceso investigativo; en ella se apoya el investigador para obtener el mayor número de datos. Es una técnica que consiste en observar atentamente el fenómeno, hecho o caso, tomar información y registrarla para su posterior análisis.

Esta técnica fue utilizada durante toda la investigación debido a que se debe observar los cambios físico- químicos que se manifiestan durante el proceso fermentativo en las bebidas.

9.4. Instrumentos de investigación

- **La ficha**

Consiste en registrar los datos que se van obteniendo de acorde a la investigación estas deben ser ordenadas y visibles contando, con la mayor parte de la información.

Este instrumento permitió recopilar información de las materias primas, método, técnica aplicada, ayudando al desarrollar la investigación con menor dificultad.

- **Instrumentos tecnológicos**

Los instrumentos tecnológicos describen a varios elementos que se pueden combinar de diferentes maneras, sirve en el ámbito de oficios o para determinar propósitos además el ser considerado como una herramienta, estos permitieron la elaboración de informes, tomar fotos o buscar información.

Se utilizaron para la compilación de datos y comunicación, siendo de gran apoyo durante la investigación.

9.5. Materiales, equipos e insumos

9.5.1. Materias primas

- Yuca (*Manihot esculenta Cranz*)
- Camote blanco (*Ipomoea batatas*)
- Hojas de bijao (*Calathea lutea A.*)
- Caña de azúcar (*Saccharum officinarum*)

9.5.2. Agentes fermentadores

- Kéfir de agua
- Levadura (*Saccharomyces cerevisiae*)

9.5.3. Reactivos

- Ácido sulfúrico 0.1 N
- Fenolftaleína
- Soluciones buffers
- Hidróxido de sodio

9.5.4. Materiales y utensilios

- Vasijas de barro
- Ollas
- Alcohol antiséptico
- Mascarillas
- Cofia
- Bandejas
- Cuchillos
- Recipientes plásticos
- Cooler
- Pistilo de madera
- Cucharas
- Guantes
- Tabla de picar
- Tela lienzo
- Envases PET 400 ml
- Vasos de precipitación
- Colador

9.5.5. Equipos

- Cocina
- Extractor de jugos

9.5.6. Instrumentos

- Alcoholímetro
- Potenciómetro (Milwaukee)
- Refractómetro (Atago 0-85%)
- Termómetro (Multi-thermometer)
- Balanza analítica (Boeco Germany 1500 g)

9.5.7. Ácidos orgánicos estándares

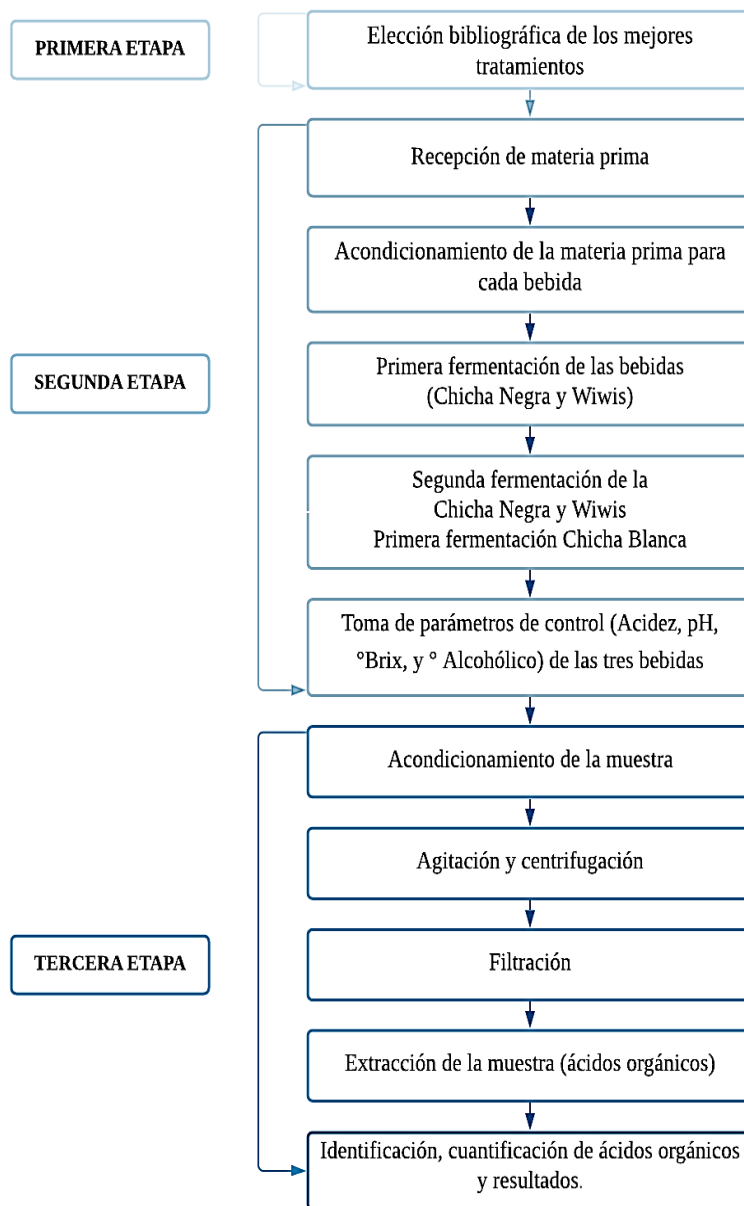
- Ácido DL-málico estándar analítico (Sigma-Aldrich)
- L - (+) - Ácido láctico (Sigma-Aldrich)
- Material de referencia certificado ácido succínico (Sigma-Aldrich)
- L - (+) - Ácido tartárico (reactivo ACS, $\geq 99,5\%$) (Sigma-Aldrich)

9.6. Metodología de elaboración de bebidas fermentadas

Las diferentes metodologías descritas a continuación para la elaboración de bebidas ancestrales de yuca, fueron tomadas del trabajo de investigación de Mena & Santamaria, realizado en el año 2019, seleccionando los mejores tratamientos, para realizar una réplica de cada una de ellas para evaluar los diferentes ácidos orgánicos.

9.6.1. Diagrama general (Fases de elaboración y análisis)

Fig. 1 Diagrama general



Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

9.6.2. Elaboración del masato de la chicha de yuca cocida (1 fermentación)

Recepción: La materia prima en este caso yuca un 83,69 % y de camote 0,77 % debe estar en óptimas condiciones.

Pelado: Se da un proceso de pelado, separando la periderma y el parénquima cortical para obtener el parénquima interno de la yuca,

Lavado: Antes de manipular la materia prima se debe limpiar bien con abundante agua para eliminar residuos extraños.

Cocción: Se somete a la yuca en un proceso de cocción a una temperatura de 80 a 82 °C por 30 minutos, en agua sin sal hasta que se suavice por completo.

Triturado: Se aplasta la yuca cocinada hasta conseguir una pasta homogénea utilizando un pistilo de madera.

Fermentado: Se coloca el masato dentro de la vasija, previamente preparada con soportes de cañas y cubiertas de hojas de bijao, después se coloca el agente fermentativo (levadura al 15%), después de ser activado en agua a una temperatura de 32 a 38 °C con la adición de zumo de camote como endulzante, y se tapa con las hojas para que inicie su proceso de fermentación.

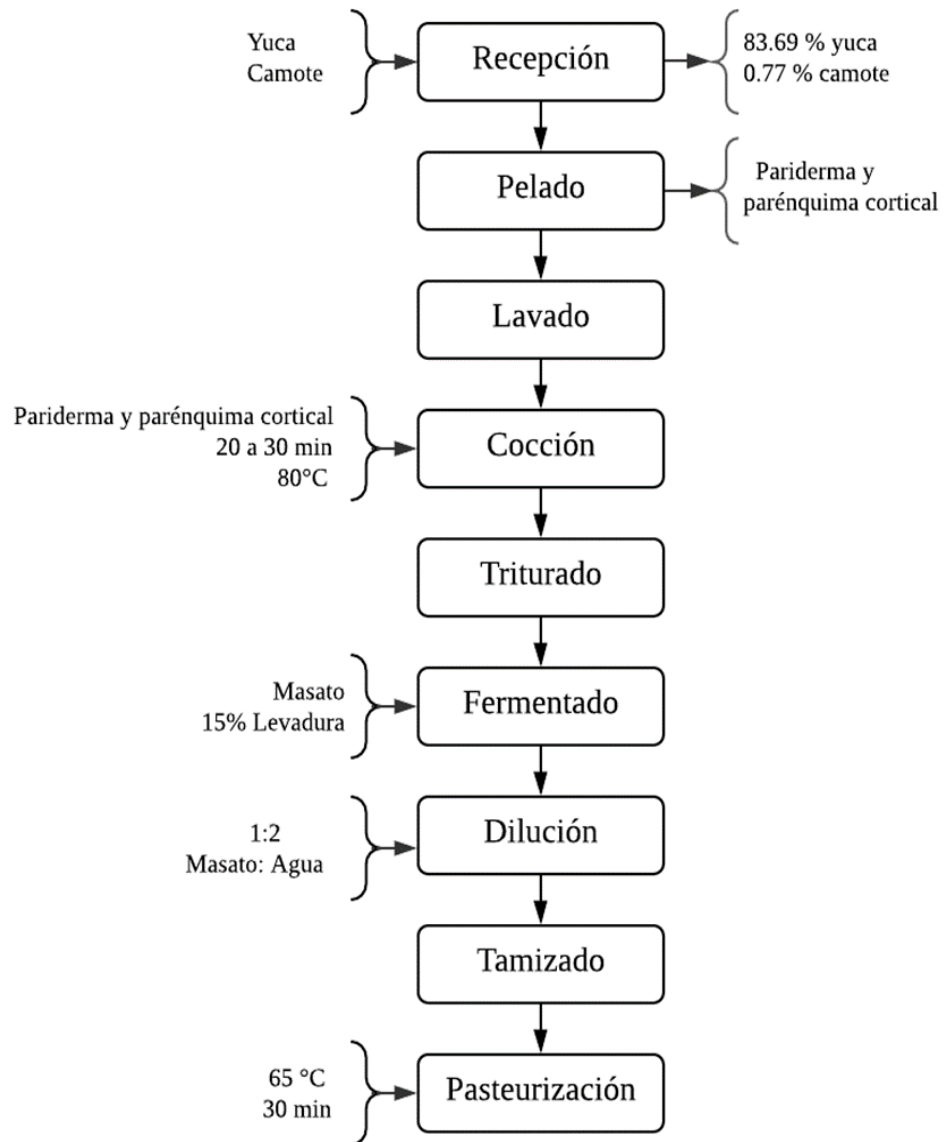
Dilución: Se realiza una relación de 1:2 entre agua y masato para obtener la bebida fermentada.

Tamizado: Se separa la parte sólida de la líquida luego de un posterior mezclado en una dilución en relación 1:2 entre agua y masato.

Pasteurización: Se realiza una pasteurización lenta a 65 °C por 30 min. (Mena y Santamaría, 2019).

9.6.3. Diagrama de flujo para la elaboración del masato de la chicha de yuca cocida

Fig. 2 Chicha blanca (1 fermentación)



Elaborado por: Mena, M y Santamaría, J.

9.6.4. Elaboración del masato para la chicha de yuca *wiwis* (2 fermentaciones)

Recepción: La materia prima en este caso yuca un 93,69 % y de camote 0,77 %, esta debe estar en óptimas condiciones.

Raspado: Se da un proceso de raspado, separando el pericarpio para obtener el parénquima cortical e interna de la yuca.

Lavado: Antes de manipular la materia prima se debe limpiar con abundante agua para eliminar residuos extraños.

Cocción: Se somete la yuca en un proceso de cocción a una temperatura de 80 a 82 °C por 30 minutos en agua sin sal hasta que se suavice por completo.

Primera Fermentación (ambiente): Se coloca en un recipiente que este previamente cubierto por hojas de bijao la yuca y el camote, después se recubre por completo, se lo deja fermentar al ambiente durante 4 a 5 días hasta que nazca el hongo rojizo (*Monilia sitophila*).

Triturado: Se aplasta las yucas hasta conseguir una pasta homogénea con un pistilo de madera.

Segunda fermentación: Se coloca el masato dentro de las vasijas, previamente preparadas con soportes de cañas y cubiertas de hojas de bijao, donde se coloca el agente fermentativo (Kéfir al 5% y zumo de camote), y se tapa con las hojas, para que inicie su proceso de fermentación durante 72 horas. Se controla las variables respuestas de pH, °Brix, acidez, grados alcohólicos.

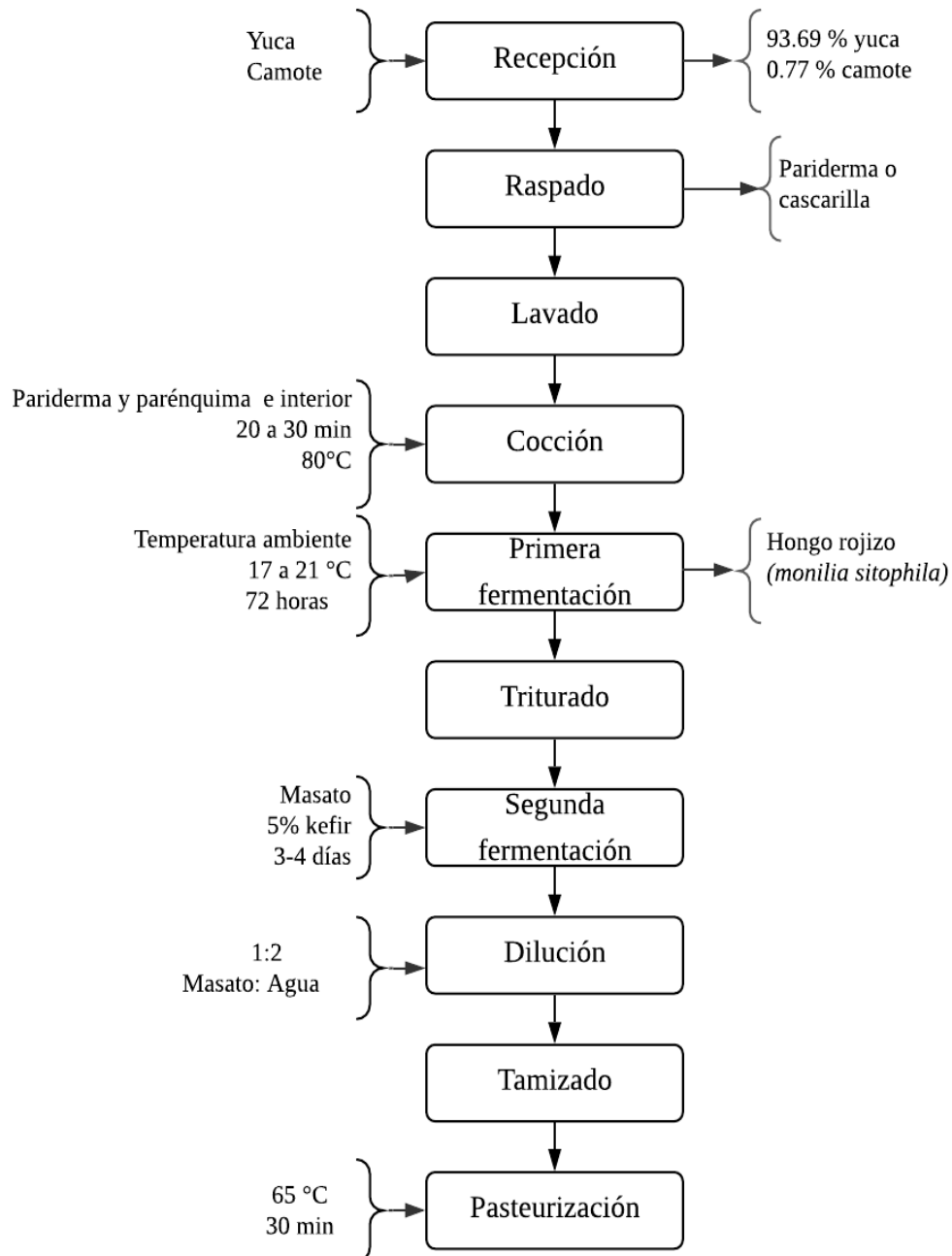
Dilución: Se realiza una relación de 1:2 entre agua y masato para obtener la bebida fermentada.

Tamizado: Con una tela lienzo o colador, se separa la parte sólida de la líquida.

Pasteurización: Se realiza una pasteurización lenta a 65 °C por 30 min. (Mena y Santamaría, 2019)

9.6.5. Diagrama de flujo para la elaboración del masato de la chicha de yuca *wiwis*

Fig. 3 Chicha *wiwis* (2 fermentaciones)



Elaborado por: Mena, M y Santamaría, J.

9.6.6. Elaboración del masato para la chicha de yuca negra

Recepción: La materia prima en este caso de yuca un 93,69 % y de camote 0,77 % la misma que tiene que estar en óptimas condiciones.

Quemado: Se coloca en el fuego la yuca entera a una temperatura de 89 °C, hasta que se vuelva completamente suave.

Primera Fermentación (ambiente): Las yucas quemadas enteras junto con el camote se coloca en un recipiente, que este previamente cubierto por hojas de bijao, después se cubrirá por completo. Se lo deja fermentar al ambiente durante 4 a 5 días hasta que nazca el hongo rojizo (*Monilia sitophila*).

Triturado: Se aplasta con un pistilo de madera la yuca quemada hasta conseguir una pasta homogénea.

Segunda fermentación: Se coloca el masato dentro de la vasija ya previamente preparada con soportes de cañas y cubiertas de hojas de bijao, donde se coloca el agente fermentativo (levadura al 5%) después de ser activado en agua a una temperatura de 32 a 38 °C, con la adición de zumo de camote y se tapa con las hojas para que inicie su proceso de fermentación durante 72. Se controla las variables respuestas de pH, °Brix, acidez, grados alcohólicos.

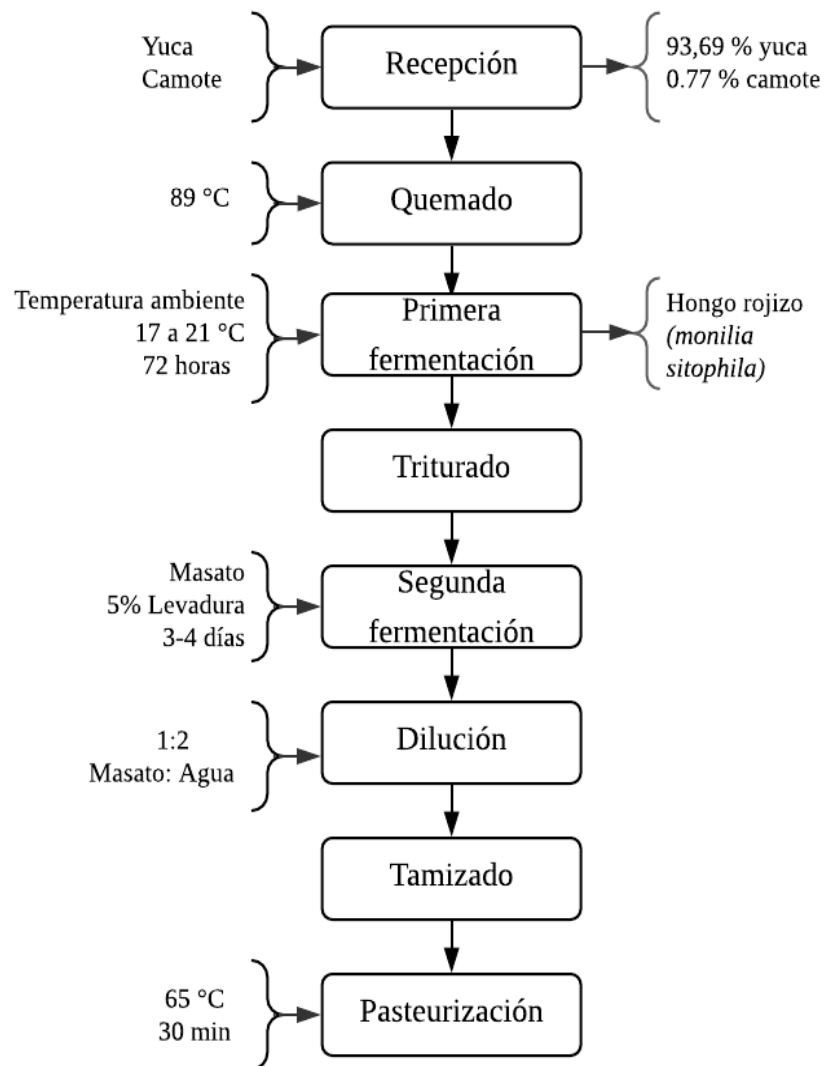
Dilución: Se realiza una relación de 1:2 entre agua y masato para obtener la bebida fermentada.

Tamizado: Con una tela lienzo o colador, se separa la parte sólida de la líquida.

Pasteurización: Se realiza una pasteurización lenta a 65 °C por 30 min. (Mena y Santamaría, 2019).

9.6.7. Elaboración del masato para la chicha de yuca negra (2 fermentaciones)

Fig. 4 Diagrama chicha negra (2 fermentaciones)



Elaborado por: Mena, M y Santamaría, J.

9.6.8. Metodología para la evaluación de ácidos orgánicos

Para la extracción de ácidos orgánicos en las tres bebidas se tomó 100 mL de la muestra en un tubo de centrífuga de polietileno falcón en la cual se aplica la siguiente técnica.

Preparación de la muestra

- **Centrifugación:** Se realizó una centrifugación durante 10 min a 5000 rpm.
- **Filtración:** Una vez separada la parte sólida de la líquida, se filtra mediante una membrana de 45 micras.
- **Extracción:** La parte sólida obtenida de la bebida, se coloca en un vial ámbar de 2 mL.

Evaluación de ácidos orgánicos

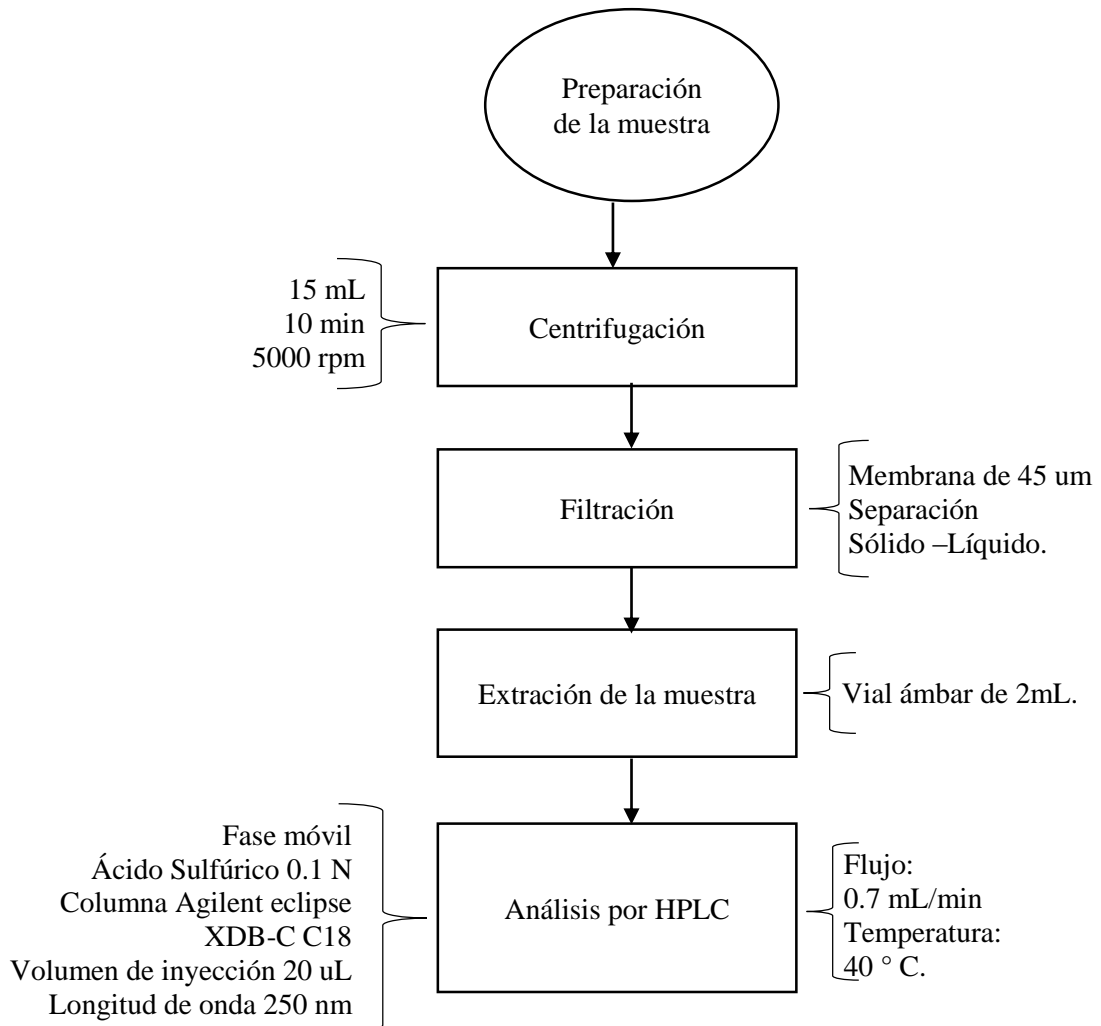
Una vez obtenida la parte sólida se procede a realizar la identificación de ácidos orgánicos por HPLC acoplada a un detector de arreglo de Diodos (DAD) mediante las siguientes condiciones:

- Fase móvil: solución de ácido sulfúrico 0.1N.
- Flujo: 7 mL/min
- Longitud de onda: 250 nm.
- El volumen de inyección: 20 μ L.
- La columna: Agilent eclipse XDB-C 18 4.6 x 250 mm.
- Temperatura de la columna: 40 °C. (Caperos y Girard, 2000)

Nota: La evaluación de los ácidos orgánicos se realizó por comparación de los tiempos de retención del compuesto con su respectivo estándar.

9.6.9. Diagramas de flujo para la evaluación de ácidos orgánicos

Fig. 5 Análisis de ácidos orgánicos



Referencia: Caperos y Girard, 2000

Adaptado por: INIAP Santa Catalina

10. Análisis y discusión de los resultados

10.1. Resultados de las bebidas ancestrales fermentadas

10.1.1. Características generales

Para realizar la identificación de ácidos orgánicos, se consideró algunos factores en estudio: tipo de chicha, metodología, método y técnica. Además, se tomó en cuenta las

siguientes variables físico químicas (pH, acidez, °Brix, °Alcohólico), de acuerdo con (Mena & Santamaría, 2019).

Tabla 13. Características generales de las bebidas fermentadas

Bebidas	Chicha blanca	Chicha wiwis	Chicha negra
Características			
Preparación de la materia prima	Pelado (Sin periderma y el parénquima cortical)	Raspado (Sin pericarpio)	Quemado (Con periderma y el parénquima cortical)
Cocción	80 a 82 ° C 30 min	80 a 82 ° C 30 min	89 ° C 60 min
Acondicionamiento (fermentación)	Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) hojas de bijao	Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) Hojas de bijao	Caña de azúcar (<i>Saccharum officinarum</i>) Hojas de bijao
Reposo	-	Temperatura ambiente	Temperatura ambiente
		Aparición del hongo Rojizo (<i>Monilia Stiophila</i>)	Aparición del hongo Rojizo (<i>Monilia Stiophila</i>)
Fermentación (tiempo)	1 fermentación	2 fermentaciones	2 fermentaciones
	-	1 ^{ra} Fermentación 4 días (96 horas)	1 ^{ra} Fermentación 4 días (96 horas)
		2 ^{da} Fermentación 3 días (72 horas)	2 ^{da} Fermentación 3 días (72 horas)
Triturado	(Pistilo de madera) Pasta homogénea	(Pistilo de madera) Pasta homogénea	(Pistilo de madera) Pasta homogénea
% De agente fermentativo	Levadura 15% (3,6 g)	Kéfir 5% (18 g)	Levadura 5% (1,22 g)
% De endulzante (zumo de camote)	0,77% (5 ml)	0,77% (22,5 ml)	0,77% (5 ml)
Pasteurización	65°C (30 min)	65°C (30 min)	65°C (30 min)

Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

10.1.2. Resultados del control de las tres bebidas ancestrales fermentadas de acuerdo con los parámetros físico-químicos

10.1.2.1. Chicha blanca

Tabla 14. Parámetros físico químicos obtenidos durante la fermentación de la chicha blanca

Chicha blanca cocida (1 fermentación)					
Parámetros de control	Referencia (Mena y Santamaría,2019)		Resultados Obtenidos		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Pasteurización (1:2)
pH	5,12	4,51	5,97	4,6	4,31
Acidez	0,36	0,64	0,3	0,59	0,1
° Brix	7,25	10	7,2	10,9	4,8
°Alcohólicos	4,35	5,6	4,1	5,28	1,2

Elaborado por: Chimba, E y Muso, P

De acuerdo con la **Tabla 14**, durante las 72 horas transcurridas en el proceso de fermentación, se obtuvo un valor de 5,97 en el pH donde bajo a un valor de 4,6. Para la variable de acidez titulable inicia con un valor de 0,3%, que sube hasta alcanzar el valor de 0,59 %. Los grados °Brix presentan al inicio un valor de 7,2 y al transcurrir el tiempo de fermentación este sube a 10,9. Finalmente en relación a los grados °Alcohólicos el valor inicial es de 4,1 v/v, y luego sube a 5,28 v/v al final de la fermentación. Mostrando que los resultados obtenidos de los parámetros de control están acorde a los valores de referencia de Mena y Santamaría, 2019. Previo la pasteurización se realizó una dilución 1:2 (por 1 kg de masato por 2 L de agua), donde se obtuvieron los siguientes valores en el proceso; 4.31 pH, 0,1% acidez titulable, 4,8 °Brix y un 1,2v/v en el °Alcohólico.

10.1.2.2. Chicha de yuca *wiwis*

*Tabla 15. Parámetros físico químicos obtenidos durante la fermentación de la chicha *wiwis**

Chicha <i>wiwis</i> (2 fermentaciones)					
Parámetros de control	Referencia (Mena y Santamaría,2019)		Resultados Obtenidos		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Pasteurización (1:2)
pH	5,68	3,97	5,1	3,37	3,77
Acidez	0,36	0,68	0,35	0,64	0,4
° Brix	19	17,95	18,5	17,4	8,5
°Alcohólicos	8,95	9,8	8,41	9,67	2,4

Elaborado por: Chimba, E. y Muso, P.

Como se muestra en la **Tabla 13**, el tiempo de fermentación que se llevó a cabo durante los dos procesos de fermentación, se obtuvieron los siguientes datos como se observa en la **Tabla 15**, el pH inicial es de 5,4 subió a un valor de 4,5. En la acidez titulable se obtuvo un valor inicial de 0,32% bajo a un valor de 0.62 %. El °Brix inicia con un valor de 15,8 baja hasta alcanzar el valor de 10,6. Por último el ° Alcohólico que inicia con 8,1 v/v el cual bajó a 5,07v/v, al darse el proceso de fermentación. Previo la pasteurización se realizó una dilución 1:2 (por 1 kg de masato 2 L de agua), donde los valores obtenidos en el proceso son; 4,11 pH, 0,3% acidez titulable, 7,5 °Brix y el 2,6 v/v. el °Alcohólico.

10.1.2.3. Chicha de yuca negra

Tabla 16. *Parámetros físico químicos obtenidos durante la fermentación de la chicha negra*

Chicha negra (2 fermentaciones)					
Parámetros de control	Referencia (Mena y Santamaría,2019)		Resultados Obtenidos		
	Inicial	Final	Inicial	Final	Pasteurización (1:2)
pH	5,3	4,22	5,4	4,5	4,11
Acidez	0,36	0,71	0,32	0,62	0,3
°Brix	16,2	10,97	15,8	10,6	7,5
°Alcohólico	8,85	5,95	8,1	5,07	2,6

Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

Como se muestra en la **Tabla 13**, el tiempo de fermentación que se llevó a cabo durante los dos procesos de fermentación, se obtuvieron los siguientes datos como se observa en la **Tabla 16**, el pH inicial es de 5,4 baja a un valor de 4,5. En la acidez titulable se obtuvo un valor inicial de 0,32% sube a un valor de 0.62 %. El °Brix inicia con un valor de 15,8 el cual baja a un valor de 10,6. Por último el ° Alcohólico que inicia con 8,1 v/v el cual baja a 5,07v/v, al darse el proceso de fermentación.

Previo la pasteurización se realizó una dilución 1:2 (por 1 kg de masato 2 L de agua), donde los valores obtenidos en el proceso son; 4,11 pH, 0,3% acidez titulable, 7,5 °Brix y el 2,6 v/v. el °Alcohólico.

Interpretación de los resultados (Tablas 14, 15 y 16)

Para la fermentación de las tres bebidas, se utilizó dos agentes fermentativos en diferentes concentraciones (kéfir 5% y levadura al 5%, 15%), además de diferentes tiempos de fermentación.

El proceso fermentativo de los tres tipos de bebidas fue diferente, en la chicha blanca y negra se llevó a cabo una fermentación alcohólica, esto se debe a que es realizada por levaduras debido a la metabolización, de los azúcares y almidones que posee el masato de yuca, el cual es transformado en dióxido de carbono y etanol. En el caso de la chicha *wiwis* se produce una fermentación ácido láctico, al utilizar kéfir de agua, ya que, está formada por un grupo de microorganismos (bacterias ácido lácticas y acéticas), con la fermentación de los hidratos de carbono, el cual da como resultado la obtención de ácido láctico, dióxido de carbono y etanol. Según López, García, Hernández, & Cornejo (2017): En el caso del pH, este descienda a medida que existe crecimiento de los agentes (kéfir y levadura), la producción de etanol y ácidos orgánicos, creando las condiciones para la acidificación del medio, en cuanto a la disminución del °Brix se presenta por el consumo de azúcares utilizadas como sustrato durante la fermentación.

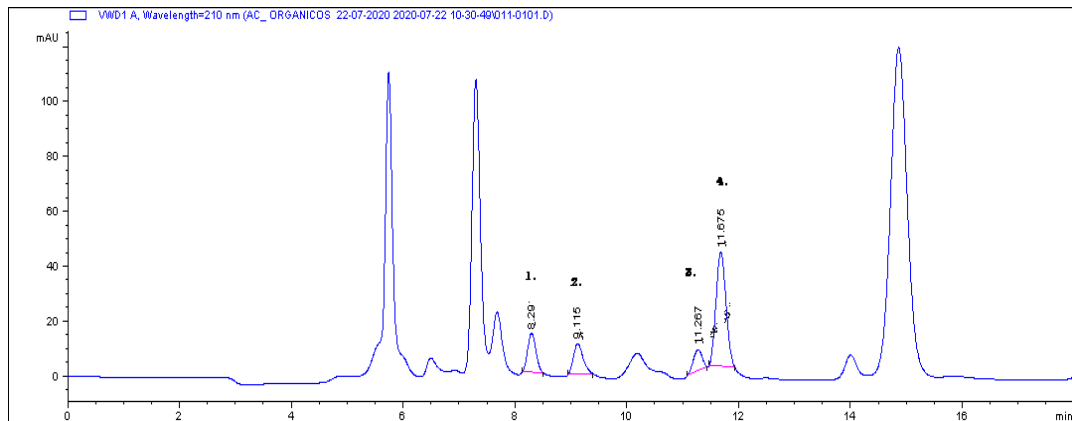
En el proceso de pasteurización se realizó en las tres bebidas una temperatura de 65 °C por 30 min, eliminando organismos patógenos y el caso de los agentes fermentativos una inactivación, además al realizar la dilución del masado con agua contribuyo para que descendieran los parámetros de control.

10.1.3. Resultados de la evaluación y caracterización de ácidos orgánicos por cromatografía líquida de alta eficacia (HPLC)

El análisis e identificación de los ácidos orgánicos se realizó por Cromatografía Líquida de Alta Eficacia (HPLC), acoplada a detector de arreglo de Diodos (DAD) de 250 nm, con una solución de fase móvil de ácido sulfúrico a la 0.1 N, volumen de inyección de 20 µL, a una temperatura de 40 °C y un flujo de 0,7 mL/min tiempo total del análisis por HPLC, para los ácidos orgánicos: málico, láctico, succínico y tartárico. (Caperos y Girard, 2000)

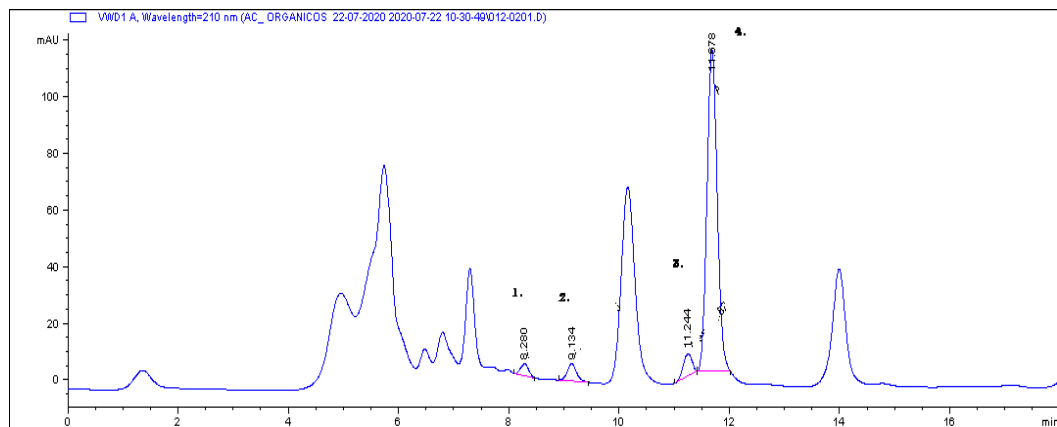
Descripción: En las figuras 6,7 y 8 se muestra la concentración de los ácidos orgánicos ácido tartárico (1), ácido málico (2), ácido succínico (3) y ácido láctico (4), donde se puede observar el tiempo de recorrida de las diluciones de los estándares de los ácidos orgánicos, mostrando concentración de estos en cada una de las muestras.

Fig. 6. Cromatograma de los ácidos orgánicos en la muestra de chicha blanca de mg/100 mL



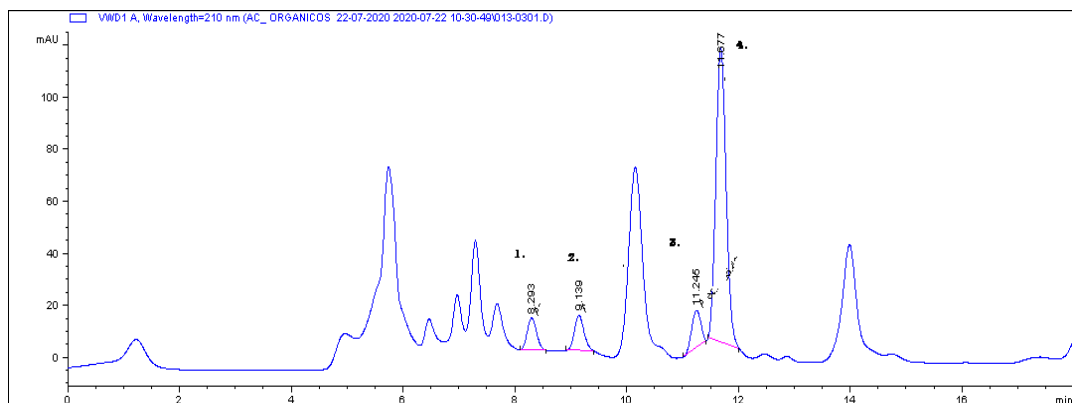
Fuente: Chimba, E y Muso, P.

Fig. 7 Cromatograma de los ácidos orgánicos en la muestra de chicha wiwis de mg/100 mL



Fuente: Chimba, E y Muso, P.

Fig. 8 Cromatograma de los ácidos orgánicos en la muestra de chicha negra de mg/100 mL

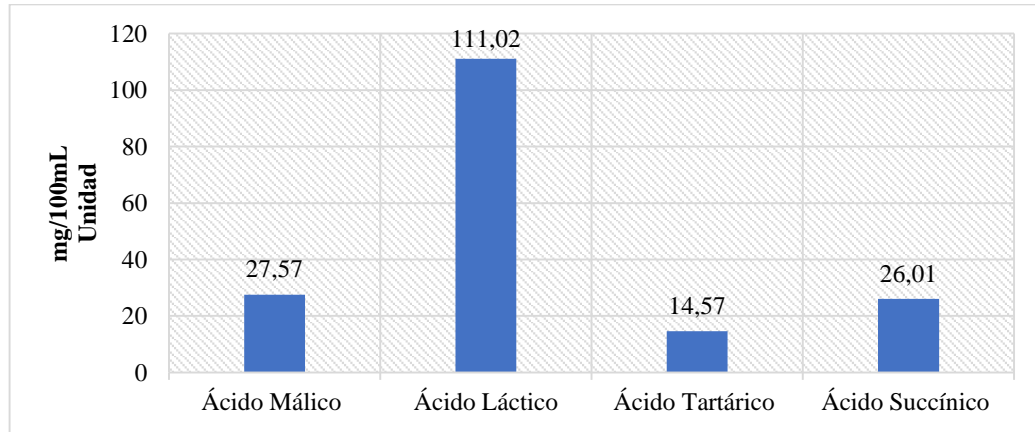


Fuente: Chimba, E y Muso, P.

10.1.4. Concentración de ácidos orgánicos en las diferentes las tres bebidas de yuca

10.1.4.1. Chicha de yuca cocida (1 fermentación)

Gráfica 1 Concentración de ácidos orgánicos en la chicha blanca

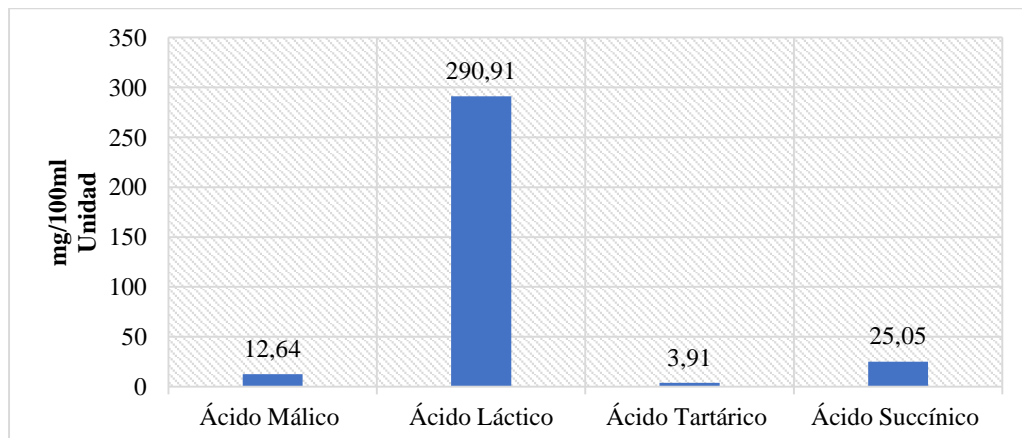


Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

De acuerdo con la **Gráfica 1**, se puede verificar que existe presencia de los cuatro ácidos orgánicos, el ácido láctico se encuentra en mayor concentración con 111,02 mg/100 mL, seguido del ácido málico con una concentración de 27,57 mg/100 mL, el ácido succínico 26,01 mg/100 mL y por último el ácido tartárico con una concentración de 14,57 mg/100 mL, siendo de los 4 ácidos el que se encuentra en menor cantidad.

10.1.4.2. Chicha *wiwis* (2 fermentaciones)

Gráfica 2 Concentración de ácidos orgánicos en la chicha wiwis

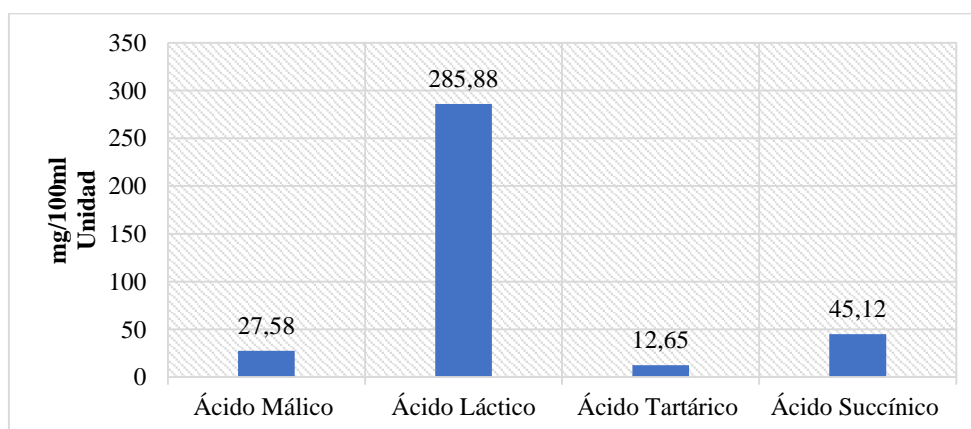


Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

De acuerdo con los datos obtenidos en la **Gráfica 2**, el ácido láctico se encuentra en mayor concentración con un valor de 290,91 mg/100 mL, seguido por el ácido succínico con una concentración de 25,05 mg/100 mL, el ácido málico que tiene una concentración de 12,64 mg/100 mL y por último el ácido tartárico que se encuentra en concentración mínima de 3,91 mg/100 mL.

10.1.4.3. Chicha negra (2 fermentación)

Gráfica 3 Concentración de ácidos orgánicos en la chicha negra



Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

De acuerdo con la **Gráfica 3**, se observa el ácido láctico predomina con una concentración de 285,88 mg/100 mL, seguido por el ácido succínico con una concentración de 45,12 mg/100 mL, la concentración del ácido málico es de 27,58 mg/100 mL y el tartárico que se encuentra en menor concentración con un valor de 12,65 mg/100 mL.

Interpretación de los datos (Gráficas 1, 2 y 3)

La producción de ácidos orgánicos en las tres bebidas fermentadas se da por de varios factores; la materia prima y varias reacciones químicas que se presentan en el proceso de fermentación. Cuando el masato de yuca se fermenta, de acuerdo con De Sena et al. (2015), al ser sometido almidón (yuca y camote), a un proceso de fermentación natural, variando las condiciones como el tiempo, la ubicación del procesamiento o la acción de las enzimas microbianas, promoviendo la formación de ácidos orgánicos, provocando oxidación y la degradación de los azúcares mediante la glicólisis dando como resultado la obtención del piruvato, el cual al tener una oxidación inversa se convierte en lactato (ácido láctico), esta reacción se da en la fermentación ácido láctica en la chicha *wiwis*. En las chichas blanca y negra el piruvato es descarboxilado, convirtiéndose en un acetaldehído dando como

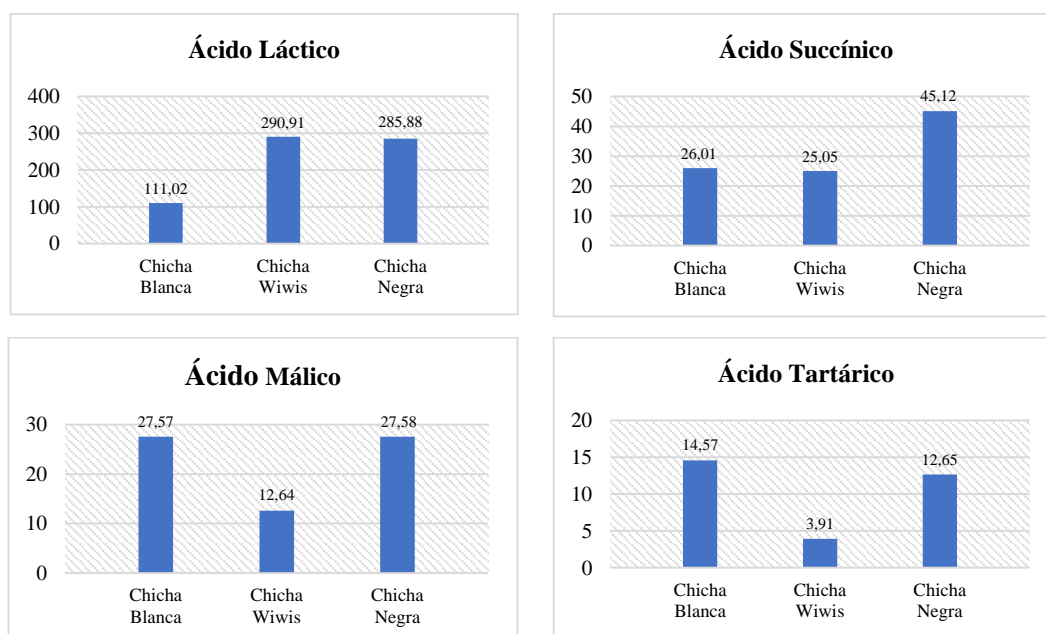
resultado la obtención de etanol. El ácido láctico es un acidificante que se utiliza para la corregir la acidez, provocando una ligera caída del pH, a una bebida aporta suavidad, además de contribuir al equilibrio gustativo de una bebida.

De igual manera, Chi et al (2016) describe que los ácidos orgánicos provienen de la síntesis del ácido pirúvico, y otros componentes obteniendo el ácido oxaloacético, dando como resultado la producción de ácido málico”, en cuanto la producción del ácido succínico, este es obtenido a partir de la producción del ácido fumárico que es producido por el ácido málico. El ácido málico, es utilizado como acidificante para corregir la acidez, este aporta a la bebida frescura y el ácido succínico un sabor amargo.

El ácido tartárico, es considerado como un subproducto que aparece en la producción de vino, encontrándolo como el estereoisómero dextrógiro 2R, 3R. El ácido tartárico está presente frutas, este es utilizado en la industria, como estabilizante del pH y acidez, aporta a la bebida un sabor astringente.

10.1.5. Concentración de los ácidos láctico, málico, succínico y tartárico en las tres bebidas fermentadas de yuca

Gráfica 4 Concentración de los cuatro ácidos orgánicos



Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

Como se observa en la **Gráfica 4**, el ácido láctico se encuentra en mayor cantidad en la chicha *wiwis* con una concentración de 290,91 mg/100 mL, seguido de la chicha negra con

una concentración de 285, 88 mg/100 mL y en cuanto a la chicha blanca se encuentra en menor cantidad con una concentración de 111,02 mg/100 ml. En cambio, el ácido succínico en la chicha negra se encuentra en mayor concentración con 45,12 mg/100 mL, en la chicha blanca y *wiwis* se encontraron concentraciones casi similares de 26,01 y 25,05 mg/100 mL. EL ácido málico en la chicha blanca y negra obtuvieron concentraciones similares de 27,57 y 27,58 mg/100 ml y en la chicha *wiwis* la concentración del ácido málico se encontró con un valor de 12,64 mg/100 mL. Por último, existe una diferencia considerable en el ácido tartárico ya que se encuentra en menor concentración de los cuatro ácidos orgánicos, en la chicha *wiwis* con una concentración mínima de 3,91 mg/100 mL, en la chicha negra este se encuentra con una concentración de 12,64 mg/100 mL, pero en el caso de la chicha blanca es la que se encuentra en mayor concentración con 14,57 mg/100 mL. La cantidad de los ácidos orgánicos varía de manera notable, la concentración del ácido láctico es superior a la de los ácidos succínico y málico. En el caso del ácido tartárico se encuentra en menor concentración en las tres bebidas fermentadas de yuca.

Tabla 17. Características organolépticas que aportan los ácidos orgánicos en las bebidas

Bebidas Fermentadas Ácidos Orgánicos	Chicha Blanca- Chicha <i>Wiwis</i> Chicha Negra
Ácido Láctico	- Suavidad - Equilibrio en la bebida - Ligeramente ácido
Ácido Succínico	- Sabor amargo
Ácido Málico	- Frescura - Liger color verde
Ácido Tartárico	Astringencia

Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

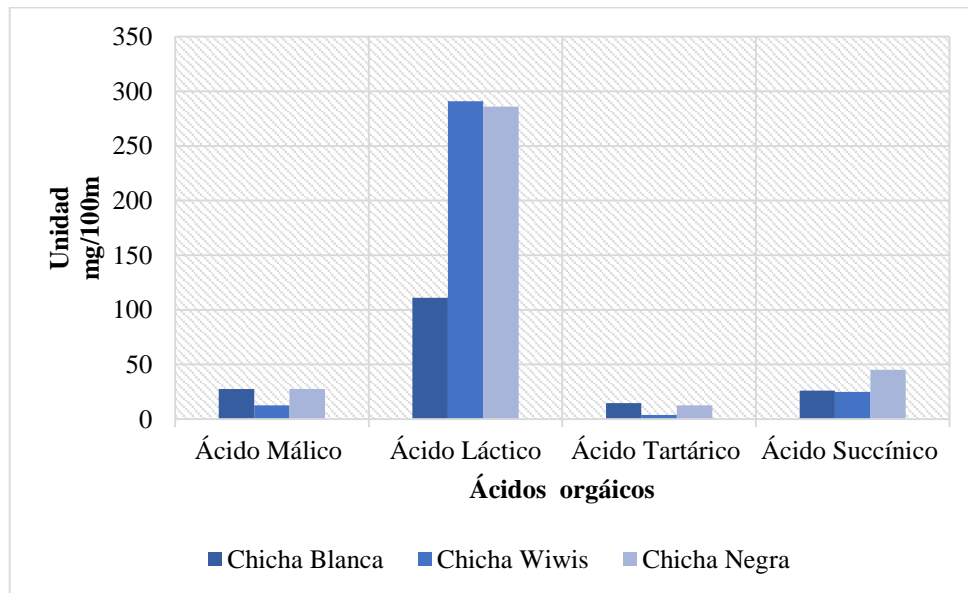
10.1.6. Comparación general de los ácidos orgánicos en las tres bebidas fermentadas

Tabla 18. Concentración del ácido málico, láctico, tartárico y succínico.

Unidad mg/100mL		Chicha Blanca	Chicha Wiwis	Chicha Negra
	Ácido Málico		27,57	12,64
Ácido Láctico		111,02	290,91	285,88
Ácido Tartárico		14,57	3,91	12,65
Ácido Succínico		26,01	25,05	45,12

Elaborado por: Chimba, E y Muso, P.

Gráfica 5. Comparación general de la concentración de los ácidos orgánicos en las tres bebidas fermentadas.



Elaborado por: Chimba, E y Muso, P

En el **Gráfico 5**, el ácido láctico predomina entre los cuatro ácidos, la chicha *wiwis* tiene un valor de 290,91 mg/100 mL, seguida de chicha negra con una concentración de 285,88 mg/100 mL, a diferencia de la chicha blanca que se presentó en una concentración menor con un valor de 111,02 mg/100 mL. De acuerdo con Quicazán (2010): “Al llevar un proceso de acidificación se da como resultado la producción de ácido láctico, la concentración del ácido láctico en la chicha *wiwis* es mayor, por el agente fermentativo (kéfir) que se utilizó, ya que, este formado por bacterias ácido lácticas, ácido acéticas y levaduras que ayudan a una mayor producción de ácido láctico.

El ácido succínico se encuentra en mayor concentración en la chicha negra con 45,12 mg/100 mL. En la chicha blanca y la chicha *wiwis*, obtuvieron concentraciones casi similares

con un valor de 26,01 mg/100 mL y 25.05 mg/100 mL respectivamente. Özcelik, Kuley, & Özogul (2016) afirma que, el ácido succínico y fórmico son producido durante el proceso de fermentación por BAL de cierto tipo de bebidas alcohólicas como el vino.

El ácido málico se encuentra en mayor cantidad en la chicha blanca y la chicha negra, donde se puede observar que su concentración es de 27,58 y 27,57 mg/100 mL, respectivamente. En la chicha *wiwis* su concentración es menor con un valor de 12,64 mg/100 mL.

Finalmente, el ácido tartárico es el que se encuentra en menor concentración, en las tres bebidas analizadas, donde la concentración más alta está en la chicha blanca, con un valor de 14,57 mg/100 mL, Seguido de la chicha negra con una concentración de 12,65 mg/100 mL y por último en la chicha *wiwis*, con una concentración de 3,91 mg/100 mL, siendo este el más bajo de todos los valores obtenidos en referencia del ácido láctico, málico y succínico. Esto puede ser por el descenso de la acidez que se presenta durante la fermentación de acuerdo con López, García, Hernández, & Cornejo (2017) producida por la síntesis de ácidos orgánicos, asciende que el ácido tartárico cumpla el papel de estabilizante equilibrando la acidez de las bebidas. Además, se debe considerar los parámetros de control fisicoquímicos, al estar estos ligados con la formación de ácidos orgánicos durante la fermentación, ya que, estos ácidos orgánicos (láctico, succínico, málico y tartárico) actúan de diferentes maneras en la industria alimenticia, siendo unos de los principales componentes en la características sensoriales haciendo que estas bebidas posean características únicas, actuando como estabilizantes e inhibidores de microorganismos, generando mayor tiempo de vida útil de un producto.

11. Impactos (técnicos, sociales, ambientales o económicos)

11.1. Impactos técnicos

Este impacto es importante debido a que el análisis de ácidos orgánicos solo es realizado en jugos de frutas y vinos, es por ello que esta investigación impulsa a desarrollar nuevos estudios en bebidas fermentadas a partir de yuca, ayudando a conocer a fondo la concentración e identificación de ácidos, dado que en la actualidad estos ácidos son extraídos y aplicados en la industria alimentaria como aditivos, conservantes, reguladores de pH, el cual ayuda a mejorar las características físico químicas y sensoriales de un producto.

11.2. Impacto social

El impacto social del proyecto es positivo, ya que ayuda a la carrera de Ingeniería Agroindustrial en el ámbito de investigación, quienes han buscado mejorar los procesos de elaboración de las bebidas ancestrales fermentadas provenientes de la provincia de Pastaza, además de ser el lugar donde se obtiene la materia prima. Al estudiar la composición de dicha bebida también se puede dar un valor agregado, al identificar la concentración de ácidos orgánicos y que características otorgan estas bebidas.

11.3. Impactos ambientales

El proyecto podría generar un impacto ambiental si no se lleva un control en el proceso fermentativo del masato ya que se podría presentarse plagas u otro factor que puedan ocasionar una contaminación. En cuanto a los desechos de los análisis de ácidos orgánicos se necesita absorber sobre vermiculita y ampliar alcohol, se procede a drenarlo o incinerar tratando de que estos reduzcan su efecto y así no causar un impacto severo en el agua y aire.

11.4. Impactos económicos

El proyecto podría generar nuevas investigaciones sobre ácidos orgánicos acerca de las bebidas fermentadas, siendo esto un aporte positivo para continuar con su elaboración, caso de ser tomada en cuenta el método de HPLC para la identificación de ácidos orgánicos, este proporciona resultados fiables en poco tiempo considerándose la técnica más rápida con un costo económico a comparación de otros métodos.

12. Presupuesto para la elaboración del proyecto

Tabla 19. Presupuesto para la elaboración del proyecto

PRESUPUESTO PARA LA ELABORACIÓN DEL PROYECTO				
Recursos	Cantidad	Unidad	Valor Unitario (\$)	Valor Total (\$)
MATERIA PRIMA				
Yuca	30	kg	1,20	36,00
Kéfir	1	kg	10,00	10,00
Levadura	2	u	5,00	10,00
Hojas de bijao	50	u	0,10	5,00
Camote	3	kg	1,10	3,30
Agua purificada	6	l	0,50	3,00
Caña	2	kg	1,25	2,50
Agua	6	l	0,25	1,50
SUB-TOTAL				71,30
REACTIVOS				
Acido tartárico	1	u	58,00	58,00
Ácido sulfúrico 0,1 N	1	u	159,39	159,39
Ácido láctico	1	u	124,00	124,00
Ácido succínico	1	u	143,00	143,00
Ácido málico	1	u	82,00	82,00
Soluciones buffer	2	u	7,00	14,00
Hidróxido de sodio 0,1 N	1	l	7,00	7,00
Fenolftaleína	0,5	l	6,00	3,00
Agua destilada	2	l	1,00	2,00
SUB-TOTAL				592,39
MATERIALES				
Vasijas de barro	6	u	3,50	21,00
Ollas	2	u	10,00	20,00
Alcohol antiséptico	2	l	4,00	8,00
Mascarillas	10	u	0,40	4,00
Cofia	10	u	0,30	3,00
Bandejas	4	u	1,50	6,00
Cuchillos	2	u	2,00	4,00
Recipientes plásticos	4	u	1,00	4,00
Cooler	1	u	3,92	3,92
Pistilo de madera	1	u	3,00	3,00
Cucharas	10	u	0,25	2,50
Guantes	4	u	0,60	2,40
Tabla de picar	1	u	2,00	2,00
Tela lienzo	1	u	1,00	1,00
Envases PET 400 ml	10	u	0,15	1,50

Vasos de precipitación	8	u	9,00	72,00
Colador	1	u	1,00	1,00
			SUB-TOTAL	159,32
EQUIPOS				
Termómetro	1	u	8,00	8,00
Extractor de jugos	1	Precio de depreciación	1,00	1,00
Refractómetro	1	Precio de depreciación	4,20	4,20
Balanza analítica	1	Precio de depreciación	3,13	3,13
Acidómetro	1	Precio de depreciación	1,74	1,74
Alcoholímetro	1	Precio de depreciación	0,19	0,19
			SUB-TOTAL	17,27
MATERIALES DE OFICINA				
Impresiones	500	u	0,10	50,00
Copias	300	u	0,03	9,00
Anillados	4	u	1,25	5,00
Libreta	2	u	0,75	1,50
CD	4	u	0,50	2,00
Esferos	4	u	0,40	1,60
Empastado	3	u	25,00	75,00
			SUB-TOTAL	144,10
TRANSPORTE Y ALIMENTACIÓN				
Viaje a Quito (INIAP Santa Catalina)	2	Viajes/ 2 personas	5,00	10,00
Viaje a Latacunga	2	Viajes/ 2 personas	5,00	10,00
Viaje al Puyo	2	Viajes/ 2 personas	12,00	24,00
Alimentación	2	u	3,00	6,00
			SUB-TOTAL	50,00
ANÁLISIS DE ÁCIDOS ORGÁNICOS				
Chichas Blanca, <i>Wiwis</i> y Negra (Ácido orgánicos : láctico, málico, succínico y tartárico)	3	u	70,00	210,00
			SUB-TOTAL	210,00
SUBTOTAL				1.244,38
IMPREVISTOS 10%				124,44
TOTAL				1.368,81

13. Conclusiones y Recomendaciones

13.1. Conclusiones

- En base a los mejores tratamientos que se elaboraron las tres bebidas fermentadas de yuca (blanca, *wiwis* y negra), la metodología, materia prima, tiempo y el agente fermentativo que se utilizó son factores que influyen de manera directa en los parámetros de control y en la producción de ácidos orgánicos. La chicha blanca obtuvo un pH de 4,31; su acidez titulable 0,1 % con 4,8 °Brix y 1,2 °Alcohólicos. La chicha *wiwis* obtuvo 3,77 de pH, 0,4% de acidez, 8,5 el °Brix y 2,4 °Alcohólicos. Por último, la chicha negra donde se obtuvo 4,11 de pH, 0,3 % acidez de, 7,5 de °Brix, y 2,6 en el °Alcohólicos, obteniendo las bebidas dentro de los parámetros de control utilizados como referencia.
- Los ácidos orgánicos o también conocidos como ácidos carboxílicos, contribuyen a las propiedades de las bebidas, además el aporte adicional de agentes fermentadores utilizados, esto se debe al proceso fermentativo que produce varias reacciones químicas, en donde las levaduras sintetizan las azúcares y almidones produciendo alcohol, dióxido de carbono y ácido láctico, mediante la unión de varios compuesto orgánicos, dan como resultado las obtención de los diferentes ácidos orgánicos en el caso del láctico y succínico con su producción, hacen que descienda el pH generando un entorno ácido, existe una reducción del °Brix ya que estas son azúcares son consumidas durante la fermentación. Además de obtener como resultado mejores características organolépticas en las tres bebidas; en el caso del ácido láctico aportando suavidad y un sabor ligeramente ácido y equilibrio gustativo, en cambio el ácido málico aporta frescura y el ácido succínico genera un sabor amargo y los dos son utilizado para corregir la acidez en un bebida, el ácido tartárico que otorga un sabor astringente y por ultimo tanto la levadura como el kéfir también se caracterizan por mejorar las cualidades organolépticas, como color, aroma y amargor en una bebida.
- En la evaluación de ácidos orgánicos, la chicha blanca se obtuvo una concentración de 111,02 mg/100mL del ácido láctico, el ácido succínico se encuentra en un 26,01 mg/100mL, seguido por 27,57 mg/100 mL del ácido málico y por último 14,57 mg/100mL el ácido tartárico. En la chicha *wiwis*, se obtuvo una concentración de 290,91 mg/100mL del ácido láctico, una concentración de 25,05 mg/100ml de ácido succínico, un valor de 12,64 mg/100mL en cuanto al ácido málico y por último con una concentración menor el ácido tartárico con 3,91 mg/100ml. En cuanto a la chicha negra,

posee mejor concentración de ácidos orgánicos de las tres bebidas con las siguientes concentraciones: 285,88 mg/100ml de ácido láctico, siendo la segunda concentración más alta. El ácido succínico se encuentra 45,12 mg/100mL, mientras que el ácido málico con 27,58 mg/100mL, y en pocas concentraciones el ácido tartárico con 12,65. mg/100mL.

13.2. Recomendaciones

- Es necesario realizar un control de los parámetros físicos químicos, en el proceso de fermentación del masato de yuca, ya que el exceso del tiempo de fermentación crearía un crecimiento descontrolado de otros organismos que pueden afectar la composición de la bebida, y la desaparición de algún de los ácidos orgánicos evaluados.
- Para una investigación más concreta de ácidos orgánicos presentes en las tres bebidas fermentadas de yuca, se recomienda analizar también por el método de cromatografía de gases (CG), ya que pueden existir compuestos volátiles (ácidos orgánicos, aromáticos, alifáticos), que también influyan en la composición de las bebidas fermentadas.
- Se recomienda realizar la evaluación de otros ácidos orgánicos como; ácido acético, ácido propiónico y ácido butírico, ya que estos también se producen en la fermentación de la yuca, de acuerdo con el análisis bibliográfico realizado.

14. Bibliografía

- AGROVIN. (30 de Enero de 2020). *Purac Vin (ácido láctico)*. Obtenido de https://www.agrovin.com/agrv/pdf/enologia/productos_enologicos/es/PURAC_VIN_es.pdf
- Ahn, J., Jang, Y., & Lee, S. (2016). Production of succinic acid by metabolically engineered. *Current Opinion in Biotechnology*, 42, 54-66. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.copbio.2016.02.034>
- Arias , A., & Quilpanta, A. (2020). Estudio de almacenamiento para determinar la vida útil de tres bebidas ancestrales fermentadas de bajo contenido alcohólico. (*Tesis de ingeniería no publicada*). Universidad Técnica de Cotopaxi, Latacunga.
- Aristizábal, J., Sánchez, T., & Mejía , D. (2007). *Guía técnica para producción y análisis de almidón de yuca*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO). Obtenido de <http://www.fao.org/3/a-a1028s.pdf>
- Azanza , C., & Chacón, D. (2018). Análisis Cultural y Sensorial de la chicha de jora elaborada. *Trabajo de Licenciatura*. Universidad San Francisco de Quito USFQ, Quito. Obtenido de <http://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/7335/1/138692.pdf>
- Bravo, C. (7 de Noviembre de 2018). *La chicha: una bebida polifacética*. Obtenido de Agronegocios e Industria de los Alimentos: <https://agronegocios.uniandes.edu.co/2018/11/07/la-chicha-una-bebida-polifacetica/>
- Carey, F. (2006). *Química* (Vol. 6ta ed.). MCGRAW-HILL INTERAMERICANA.
- Caro, C., & León, Á. (2015). Capacidad antifúngica de sobrenadantes libres de células obtenidos de la fermentación de un sustrato de “panela” con gránulos de kéfir de agua.

Revista colombiana de biotecnología, 17(2), 22-32. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/67749/>

Ceballos, H., & de la Cruz, G. (2002). Taxonomía y morfología de la yuca. En B. Ospina, & H. Ceballos, *La Yuca en el Tercer Milenio: Sistemas Modernos de Producción, Procesamiento, utilización y comercialización*. (págs. 16-31). Centro Internacional de Agricultura Tropical. Obtenido de <https://cgspace.cgiar.org/handle/10568/55239>

Chi, Z., Wang, Z., Wang, G., Khan, I., & Chi, Z. (2016). Biosíntesis microbiana y secreción de ácido l-málico y sus aplicaciones. *Crit Rev Biotechnol*, 36(1), 99-107. doi:doi:10.3109/07388551.2014.924474

Correa, Y., & Rivera, J. (2018). Evaluación de ácidos orgánicos en refrescos de fruta comerciales por cromatografía líquida de alta eficiencia. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 14(1), 18-22. doi:<https://doi.org/10.18359/rfcb.2907>

Corzo, A. (2019). Técnicas de Análisis en Química Orgánica - CROMATOGRAFÍA. *Universidad Nacional de Santiago del Estero*, 18-21. Obtenido de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/SD-44-Cromatografia-CORZO.pdf>

Cunha, S., Fernandes, J., Faria, M., Ferreira, I., & Ferreira, M. (2002). Cuantificación de ácidos orgánicos en mostos y vinos de oporto cuantificación de ácidos orgánicos en mostos E viños de porto. *Revista de Calidad de los Alimentos*, 3(4), 212-216. doi:<https://doi.org/10.1080/11358120209487730>

Das, A., Khawas, P., Miyaji, T., & Deka, S. (2014). Análisis de HPLC y GC-MS de ácidos orgánicos, carbohidratos, aminoácidos y compuestos volátiles aromáticos en algunas variedades de cerveza de arroz del noreste de India. *Revista del Instituto de elaboración*

de la cerveza. *Revista del Instituto de elaboración de la cerveza*, 120(3), 244-252.
doi:<https://doi.org/10.1002/jib.134>

De Sena, A., Azevedo, M., Ribeiro, D., Costa, A., & Amante, E. (2015). Validación de los métodos de HPLC y CE para la determinación de ácidos orgánicos en aguas residuales de almidón de yuca agria. *Química de los Alimentos*, 172, 725-730.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2014.09.142>

Domínguez, M., Schätzthau, M., & Zamudio, M. (2005). Desarrollo de una bebida fermentada a base de maíz utilizando bacterias probióticas. *In XI Congreso Nacional de Biotecnología y Bioingeniería*, 2, 1. Obtenido de https://smbb.mx/congresos%20smbb/merida05/TRABAJOS/AREA_III/CIII-45.pdf

Enologica Vason. (6 de Marzo de 2017). *ACIDO L(-)-MALICO*. Obtenido de https://www.vason.com/uploads/MediaGalleryArticoliDocumenti/%C3%81cido%20L-malico%202_0%20es.pdf

Enologica Vason. (17 de Octubre de 2017). *ÁCIDO L(+)-LÁTTICO*. Obtenido de https://www.vason.com/uploads/MediaGalleryArticoliDocumenti/%C3%81cido%20L-lattico%202_0%20es.pdf

FAO. (25 de Junio de 2008). *Yuca para la seguridad alimentaria y energética*. Obtenido de <http://www.fao.org/newsroom/es/news/2008/1000899/index.html>

Foros Ecuador. (26 de Noviembre de 2019). *15 Bebidas Tradicionales del Ecuador*. Recuperado el 31 de Agosto de 2020, de <http://www.forosecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/196811-15-bebidas-tradicionales-del-ecuador>

- García, C., Arrázola, G., & Durango, A. (2017). Producción de ácido láctico por vía biotecnológica. *Temas Agrarios*, 15(2), 9-26. Obtenido de <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/431>
- García, J., & Morales, K. (2019). Obtención y caracterización de un material compuesto a base de almidón de yuca amarga (*Manihot Esculenta*) y endocarpio de coco pulverizado. [Tesis doctoral]. Universidad de Córdoba, Montería. Obtenido de Biblioteca Digital: <https://repositorio.unicordoba.edu.co/handle/ucordoba/2921>
- Gottau, G. (30 de Agosto de 2018). *Yuca: propiedades, beneficios y su uso en la cocina*. Recuperado el 24 de Agosto de 2020, de vitónica: <https://www.vitonica.com/alimentos/yuca-propiedades-beneficios-y-su-uso-en-la-cocina>
- Gulitz, A., Stadiea, J., Wenning, M., Ehrmanna, M., & Vogel, R. (2011). La diversidad microbiana del kéfir de agua. *Revista internacional de microbiología alimentaria*,. *Revista internacional de microbiología alimentaria*, 151(3), 284-288. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2011.09.016>
- Hernández, M., Torruco, J., Chel, L., & Betancur, D. (2008). Caracterización fisicoquímica de almidones de tubérculos cultivados en Yucatán, México. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 28(3), 718-726. Obtenido de <https://www.scielo.br/pdf/cta/v28n3/a31v28n3.pdf>
- Hidalgo, D., & Olmedo, M. (2017). Efecto de dos conservantes orgánicos (ácidos cítricos y acético) en las características físicas –químicas de las carnes crudas de res y cerdo. . [Tesis publicada, Universidad Laica “Eloy Alfaro” de Manabí]. Obtenido de <https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/1716>

- Hinostroza, F., Mendoza, M., Navarrete, M., & Muñoz, X. (2014). Cultivo de yuca en Ecuador. *INIAP-Instituto Nacional de Investigación Agropecuarios. Repositorio Institucional.*, 26. Obtenido de <http://repositorio.iniap.gob.ec/handle/41000/5214>
- Isaza, J., Mesa, N., & Narváez, W. (2019). Ácidos orgánicos, una alternativa en la nutrición avícola: una revisión. *Revista CED Medicina Veterinaria y Zootecnia*, 14(2), 46-47. Obtenido de <https://revistas.ces.edu.co/index.php/mvz/article/view/4808>
- Kelebek, H., Selli, S., Canbas, A., & Cabaroglu, T. (2009). Determinación por HPLC de ácidos orgánicos, azúcares, composiciones fenólicas y capacidad antioxidante de zumo de naranja y vino de naranja elaborado a partir de un Turkish cv. Kozan. *Revista macroquímica*, 91(2), 87-192.
- LA VANGUARDIA. (30 de Abril de 2019). *Yuca: propiedades, beneficios y valor nutricional*. Recuperado el 24 de Octubre de 2020, de <https://www.lavanguardia.com/comer/tuberculos/20190430/461932717933/yuca-propiedades-beneficios-valor-nutricional.html>
- Laguna, J., Piña, E., Martínez, F., Pardo, J., & Riveros, H. (2013). Bioquímica de Laguna. En *Bioquímica De Laguna. Manual Moderna*. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/286640492_Quimica_de_los_Carbohidratos
- Lojano, R. (29 de Enero de 2018). "*Chicha de yuca*" bebida gastronómica y cultural de los pueblos Amazónicos. Obtenido de La prensa RJL: <https://laprensaderjl.blogspot.com/2018/01/chicha-de-yuca-bebida-gastronomica-y.html?m=1>
- López, E. (2015). Caracterización físico - química y microbiológica de las bebidas fermentadas de la provincia de Santo Domingo de los Tsáchilas. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad

- Tecnológica Equinoccial, Quito. Obtenido de http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/123456789/5402/59994_1.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- López, J., García, S., Hernández, H., & Cornejo, M. (2017). Estudio de la fermentación de kéfir de agua de piña con tibicos. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 16(2), 405-414.
- Madigan, M., Martinko, J., Bender, K., Buckley, D., & Stahl, D. (2016). *Microbiología de Brock*. (14 ed.). São Paulo: Editorial Letícia Bispo de Lima.
- Mangrove Jack's. (2020). *M36 LIBERTY BELL ALE YEAST - 10G*. Obtenido de https://mangrovejacks.com/products/liberty-bell-ale-m36-yeast-10g?_pos=1&_sid=436b78286&_ss=r
- Marcillo, G. (4 de Enero de 2018). *Variedades de Chichas en el Ecuador*. Obtenido de Chicha Jipijapa: <https://chichajipijapa.wordpress.com/2018/01/04/variedades-de-chichas-en-el-ecuador/>
- Martínez, D., Reyes, J., Basurto, F., & Hernández, A. (2018). Asignación de recursos en camote -Ipomea batatas (L) Lam.- en Atlixco, México. *Rev. Iberoam. Cienc*, 8(18), 8-18. Obtenido de <http://www.reibci.org/publicados/2018/ago/2900101.pdf>
- McMurry, J. (2008). *Química Orgánica*. México: Cengage Learning.
- Mena, M., & Santamaría, J. (2019). Evaluación de la fermentación de yuca (Manihot esculenta) sometida a tres procesos con kéfir y levadura para la obtención de bebidas fermentadas. [Tesis de ingeniería, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Digital Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/6042>

- Mercola, J. (1 de Enero de 2017). *Beneficios del Camote*. Obtenido de Alimentos Saludables: <https://alimentossaludables.mercola.com/camote.html>
- Milón Medio. (28 de Noviembre de 2016). *¿Cuáles son las bebidas típicas de Ecuador?* Obtenido de MEDIO MILÓN|FOOD BLOG: <https://www.mediomilon.com/blog/bebidas-tipicas-de-ecuador>
- Muñoz, X., Hinojosa, F., & Mendoza, M. (2017). La yuca en el Ecuador: su origen y diversidad genética. *INIAP-Instituto Nacional de Investigación Agropecuarias.*, 3-18. Obtenido de http://www.uagraria.edu.ec/publicaciones/revistas_cientificas/16/058-2017.pdf
- Netto, R. (20 de Mayo de 2020). *Ácidos orgánicos presentes en la vida cotidiana*. Obtenido de Revista Énfasis Alimentación. : <http://www.alimentacion.enfasis.com/articulos/19261-acidos-organicos-presentes-la-vida-cotidiana>
- OPERQUIM. (2018). *Ácido tartárico*. Obtenido de OperQuim vendemos química: <https://operquim.com/product/acido-tartarico/>
- Özcelik, S., Kuley, E., & Özogul, F. (2016). Formación de ácido láctico, acético, succínico, propiónico, fórmico y butírico por bacterias del ácido láctico. *LWT*, 73, 536-542. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.06.066>
- Pinazo, J., Domínea, M., Parvules, V., & Petru, F. (2015). Métricas de sostenibilidad para la producción de ácido succínico: una comparación entre rutas petroquímicas y basadas en biomasa. *Catálisis hoy*, 239(1), 17-24. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cattod.2014.05.035>
- Prescott, L., Harley, J., & Klein, D. (2001). *Microbiología* (5 ed.). Madrid: McGraw-Hill. Obtenido de <https://booksmedicos.org/microbiologia-5a-prescott-harley-klein/>

- Preseatt, L., Harley, J., & Klein D. (2001). *Microbiología*. McGraw-Hill. Obtenido de <https://booksmedicos.org/microbiologia-5a-prescott-harley-klein/>
- Quezada Moreno, W., Silva Paredes, J., Arias Palma, G., & Trávez Castellano, A. ((2016).). *Tecnología para la producción de bebidas ancestrales con fines comerciales utilizando preparados enzimáticos TERMAMYL 120L T y AMYLASE AG 300L, kéfir y levadura*. Latacunga: (Proyecto de investigación) .
- Quicazán, M., Sandoval, A., & Padilla, G. (2001). Evaluación de la fermentación de bebida de soya con un cultivo láctico. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 3(2), 92-99. Obtenido de <https://revistas.unal.edu.co/index.php/biotecnologia/article/view/30080>
- Ramos, M. (23 de Noviembre de 2016). *Ácido málico y sus propiedades*. Obtenido de Blog de Fitness, Nutrición, Salud y Deporte | Blog HSN: <https://www.hsnstore.com/blog/acido-malico/>
- Renee, A., Zaucedo, A., & Ramos, M. (2018). Propiedades nutrimentales del camote (Ipomoea batatas L.) y sus beneficios en la salud humana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(2). Recuperado el 15 de Agosto de 2020, de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/813/81357541001/81357541001.pdf>
- Romero, A., Escalada , J., Bregliani , M., & Pajares , A. (2016). Utilización de Cromatografía Líquida de Alta Eficiencia (HPLC) para determinar consumo de sustrato. *Creative Commons*, 52-59. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5619081.pdf>
- Rosas , A. (2012). Análisis de la chicha de jora como elemento de identidad gastronómica y culturañ de la ciudad de Cuenca. (*Tesis de pregrado*). Universidad de Cuenca, Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/1630>

Rubio, X., & Túquerres, L. (2012). Incidencia de la harina de camote (*ipomoea batata* L.), como sustituto de la harina de trigo (*triticum vulgare*), en la elaboración de galletas, edulcoradas con estevia (*stevia bauidiana*) y panela. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Técnica del Norte, Ibarra. Obtenido de <http://www.panelamonitor.org/media/docrepo/document/files/incidencia-de-la-harina-de-camote-ipomoea-batata-l.-como-sustituto-de-la-harina-de-trigo-triticum-vulgare-en-la-elab.pdf>

Ruíz, P. (9 de Enero de 2019). *Beneficios del camote para la salud*. Obtenido de sumédico.com: <https://sumedico.lasillarota.com/nutricion/beneficios-del-camote-para-la-salud/315606>

Silva, L. (2014). Obtención de una bebida de bajo contenido alcohólico mediante hidrólisis y fermentación semi-sólida del chontaduro. (*Tesis de Ingeniería*). Universidad Central del Ecuador, Quito. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/2778/1/T-UCE-0017-67.pdf>

Suarez Ospina, D., & Morales, Y. (2018). Principios básicos de la cromatografía líquida de alto rendimiento para la separación y análisis de mezclas. *Revista Semilleros: Formación Investigativa*, 4(1), 2-8. Obtenido de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7731/1/6131978-2018-1-IQ.pdf>

Suárez, C., Garrido, N., & Guevara, C. (2016). Levadura *Saccharomyces cerevisiae* y la producción de alcohol. Revisión bibliográfica. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 50(1), 20-28. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/313899904_LEVADURA_SACCHAROMYCES_CEREVISIAE_Y_LA_PRODUCCION_DE_ALCOHOL_Revision_bibliografic

a_YEAST_SACCHAROMYCES_CEREVISIAE_AND_THE_PRODUCTION_OF_
ALCOHOL_A_Review

- Tortora, G., Funke, B., & Case, C. (2007). *Introducción a la microbiología* (9 ed.). Madrid: Editorial Medica Panamericana. Obtenido de <https://books.google.com.ec/books?id=Nxb3iETuwpIC&pg=PA346&dq=microbiologia+levaduras&hl=es-419&sa=X&ved=2ahUKEwiJncjzqM3rAhXCuVkJHfUrDmsQ6AEwA3oECAEQAg#v=onepage&q=microbiologia%20levaduras&f=false>
- Vason, E. (6 de Marzo de 2017). *ÁCIDO L (-)-MÁLICO*. Recuperado el 25 de Junio de 2020, de https://www.vason.com/uploads/MediaGalleryArticoliDocumenti/%C3%81cido%20L-malico%202_0%20es.pdf
- Veintimilla, A. (10 de Julio de 2015). El mapa de las chichas ecuatorianas. *El Comercio*, págs. 1-2. Obtenido de <https://www.elcomercio.com/tendencias/chicha-ecuador-gastronomia-bebida-tradicion.html>
- Wade, L. G. (2011). *Química Orgánica* (7 ed., Vol. 2). México: Cámara Nacional de la Industria Editorial Mexicana.
- Waldherr, F., Doll, V., Meißner, D., & Vogel, R. (2010). Identificación y caracterización de una enzima productora de glucano de *Lactobacillus hilgardii* TMW 1.828 involucrada en la formación de gránulos de kéfir de agua. *Microbiología de los alimentos*, 27(5), 672-678. Obtenido de <https://doi.org/10.1016/j.fm.2010.03.013>
- Zazin , T. (Mayo de 2020). *Qué es el kéfir, beneficios y cómo prepararlo*. Obtenido de TAUSAÚDE: <https://www.tuasaude.com/es/kefir/>

15. Anexos

Anexo 1. Aval de la traducción del Abstrac



Universidad
Técnica de
Cotopaxi

CENTRO DE IDIOMAS

AVAL DE TRADUCCIÓN

En calidad de Docente del Idioma Inglés del Centro de Idiomas de la Universidad Técnica de Cotopaxi; en forma legal **CERTIFICO** que: La traducción del resumen del proyecto de investigación al Idioma Inglés presentado por las señoritas Egresadas de la Carrera de **INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL** de la **FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES, CHIMBA GUAMANARCA ERIKA GABRIELA Y MUSO LALALEO PATRICIA SOLEDAD**, cuyo título versa **“EVALUACIÓN Y CARACTERIZACIÓN DE ÁCIDOS ORGÁNICOS PRESENTES EN TRES BEBIDAS ANCESTRALES DE YUCA (*MANIHOT ESCULENTA CRANTZ*) FERMENTADAS CON KÉFIR Y LEVADURA (*SACCHAROMYCES CEREVISIAE*)”**, lo realizaron bajo mi supervisión y cumple con una correcta estructura gramatical del Idioma.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad y autorizo a las peticionarias hacer uso del presente certificado de la manera ética que estimaren conveniente.

Latacunga, Septiembre 21 del 2020

Atentamente,

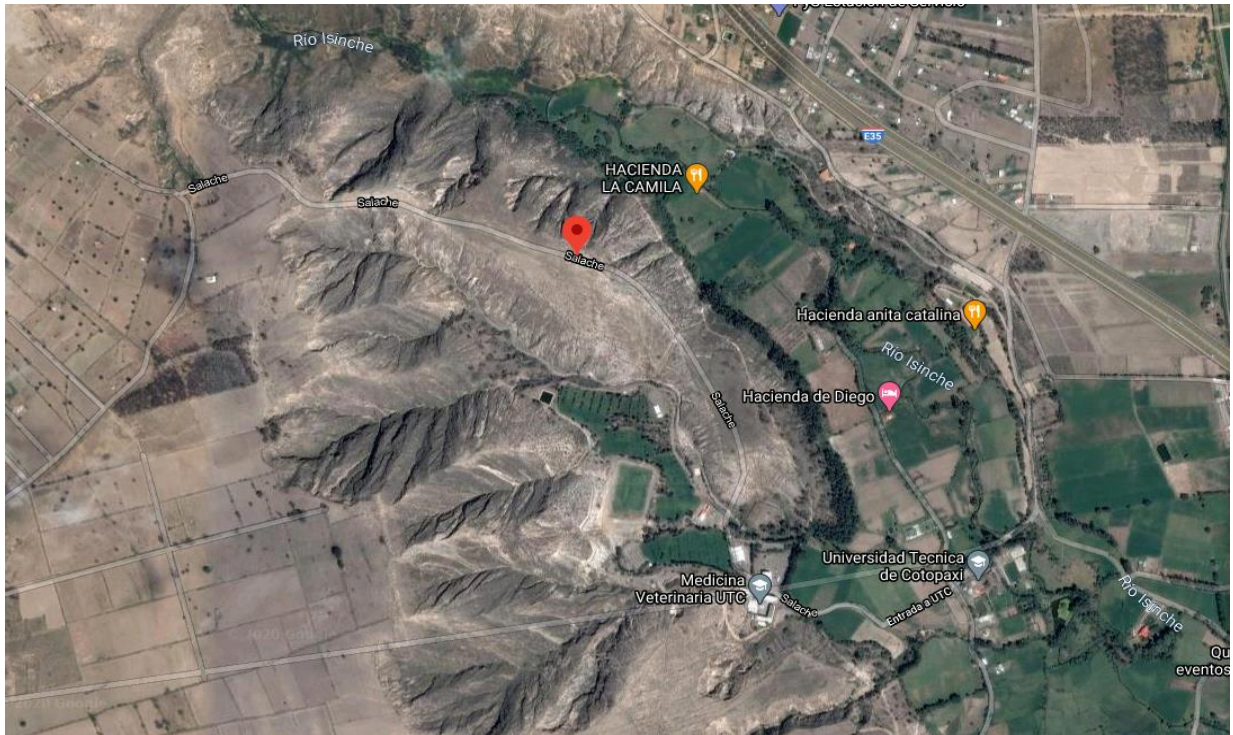
Mg. Patricia Marcela Chacón Porras
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS
C.C. 0502211196



CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2. Lugar de ejecución

Vista satelital de la ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi – Extensión Salache



Fuente: Google map

*Anexo 3. Datos informativos del tutor académico***DATOS PERSONALES****NOMBRES:** Gustavo José**APELLIDOS:** Sandoval Cañas**ESTADO CIVIL:** Soltero**DOCUMENTO DE IDENTIDAD:** 171369753-8**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Quito, 08 de Septiembre de 1987**DIRECCIÓN:** Amauta y Pachacama Lote 5 Conjunto Atmec**TELÉFONO:** 0998030813**E-MAIL:** gustavo.sandoval7538@utc.edu.ec**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS NIVEL**

NIVEL	TÍTULO OBTENIDO	INSTITUCIÓN EDUCATIVA	CÓDIGO DEL REGISTRO SENESCYT
TERCER	Químico de Alimentos	Universidad Central del Ecuador	1005-13-125441
CUARTO	Maestría en Educación en Ciencias: Química de la Vida y Salud	Universidad Federal de Santa María	0761143265

HISTORIAL PROFESIONAL**FACULTAD EN LA QUE LABORA:** Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales.**CARRERA A LA QUE PERTENECE:** Ingeniería Agroindustrial.

ÁREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA:

- Profesor de química inorgánica, química orgánica, análisis e interpretación instrumental y bioquímica.
- Coordinador de la cátedra integradora de primer semestre.
- Participación en proyecto de investigación de extracción de mucílagos.

PERÍODO ACADÉMICO DE INGRESO A LA UTC: 08 de Abril del 2019

Q.A. Sandoval Cañas Gustavo José MSc.

*Anexo 4. Datos informativos del estudiante***DATOS PERSONALES****NOMBRES:** Erika Gabriela**APELLIDOS:** Chimba Guamanarca**DOCUMENTO DE IDENTIDAD:** 050366707-3**FECHA DE NACIMIENTO:** 26 de Noviembre de 1996**ESTADO CIVIL:** Soltera**CIUDAD:** Latacunga**DIRECCIÓN:** Barrio Tiobamba, vía la Universidad Técnica de Cotopaxi**TELÉFONO:** 0992533931**E-MAIL:** erika.chimba7073 @utc.edu.ec**FORMACION ACADÉMICA****ESTUDIOS PRIMARIOS:** Unidad Educativa “Dr. José Enrique Rodo”

Unidad Educativa “Dr. José María Velasco
Ibarra”

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Colegio Gobernación de Cotopaxi

Colegio “Primero de Abril”

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS: Universidad Técnica de Cotopaxi

Ingeniería Agroindustrial.

IDIOMAS: Suficiencia en Ingles**CURSOS REALIZADOS**

- I Seminario de Inocuidad de Alimentos Agroindustriales
- Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial
- Seminario Internacional de Agroindustrias de la Investigación a la Comunicación de los Resultados
- II Congreso de Agroindustria: Tendencias Industriales Biotecnología y Emprendimiento.

- “II Seminario Internacional Agroindustrial “Desafíos en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos
- XXV Simposio Técnico de la Industria del Cuero

Erika Gabriela Chimba Guamanarca

*Anexo 5. Datos informativos del estudiante***DATOS PERSONALES**

NOMBRES: Patricia Soledad

APELLIDOS: Muso Lalaleo

DOCUMENTO DE IDENTIDAD: 180540296-1

FECHA DE NACIMIENTO: 8 de Agosto de 1995

ESTADO CIVIL: Soltera

CIUDAD: Ambato

DIRECCIÓN: Barrio El Progreso calle Panamericana Antigua y Jaime Roldós Aguilera

TELÉFONO: 0987345207

E-MAIL: patricia.muso2961@utc.edu.ec

**FORMACION ACADÉMICA**

ESTUDIOS PRIMARIOS: Unidad Educativa “Darío Guevara”

ESTUDIOS SECUNDARIOS: Instituto Superior Tecnológico “Tirso de Molina”

ESTUDIOS UNIVERSITARIOS: Universidad Técnica de Cotopaxi

IDIOMAS: Suficiencia en Ingles

CURSOS REALIZADOS

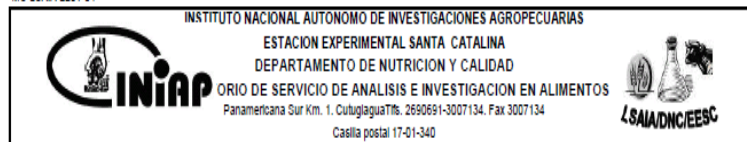
- I Seminario de Inocuidad de Alimentos Agroindustriales
- Seminario Internacional de Ingeniería, Ciencia y Tecnología Agroindustrial.
- Seminario Internacional de Agroindustrias de la Investigación a la Comunicación de los Resultados
- II Seminario Internacional Agroindustrial “Desafíos en Nuestra Región en Procesos Tecnológicos Desarrollo e Innovación, Investigación y Publicación de Artículos Científicos
- II Congreso de Agroindustria: Tendencias Industriales Biotecnología y Emprendimiento.

- II Congreso Internacional de Agroindustrias Ciencia Tecnología e Ingeniería Alimentos
- II Congreso de Agroindustria Tendencias Industriales Biotecnología y Emprendimientos
- XXV Simposio Técnico de la Industria del Cuero

Patricia Soledad Muso Lalaleo

Anexo 6. Análisis de laboratorio ácidos orgánicos

MC-LSAIA-2201-04



INFORME DE ENSAYO No: 20-067

NOMBRE PETICIONARIO: Srta. Erika Chimba Particular
 DIRECCIÓN: Latacunga Srta. Erika Chimba
 FECHA DE EMISIÓN: 3 de agosto de 2020 20 de julio de 2020
 FECHA DE ANÁLISIS: Del 20 al 31 de julio de 2020 10H00
 Acidos orgánicos

ANÁLISIS	ACIDOS ORGÁNICOS				IDENTIFICACIÓN
	Ac. Máfico	Ac. Láctico	Ácido Tartárico	Ac. Succínico	
METODO					
METODO REF.	Caperos & Girard 2000	Caperos & Girard 2000	Caperos & Girard 2000	Caperos & Girard 2000	
UNIDAD	mg/100mL	mg/100mL	mg/100mL	mg/100mL	
20-0411	27,57	111,02	14,57	28,01	Bebida fermentada chicha blanca
20-0412	12,84	280,91	3,91	25,05	Bebida fermentada chicha wiwis
20-0413	27,58	285,88	12,65	45,12	Bebida fermentada chicha negra

Los ensayos marcados con Ω se reportan en base seca.

OBSERVACIONES: Muestra entregada por el cliente

RESPONSABLES DEL INFORME

Dr. Iván Samaniego
RESPONSABLE TÉCNICO



Ing. Bladimir Ortiz
RESPONSABLE CALIDAD

Este documento no puede ser reproducido ni total ni parcialmente sin la aprobación escrita del laboratorio.

Los resultados arriba indicados solo están relacionados con el objeto de ensayo

NOTA DE DESCARGO: La información contenida en este informe de ensayo es de carácter confidencial, está dirigida únicamente al destinatario de la misma y solo podrá ser usada por este. Si el lector de este correo electrónico o fax no es el destinatario del mismo, se le notifica que cualquier copia o distribución de este se encuentra totalmente prohibido. Si usted ha recibido este informe de ensayo por error, por favor notifique inmediatamente al remitente por este mismo medio y elimine la información.

Anexo 7. Fotografías del proceso de elaboración de las tres bebidas fermentadas

Fotografía 1: Recepción de materia prima



Fotografía 2: Limpieza de la materia



Fotografía 3: Cocción de la materia prima (Chicha blanca)



Fotografía 4: Cocción de la materia prima (Chicha wiwis)



Fotografía 5: *Quemado de la materia prima (Chicha negra)*



Fotografía 6 : *Acondicionamiento de las chichas (wiwis y negra)*



Fotografía 7 : *Acondicionamiento chicha wiwis*



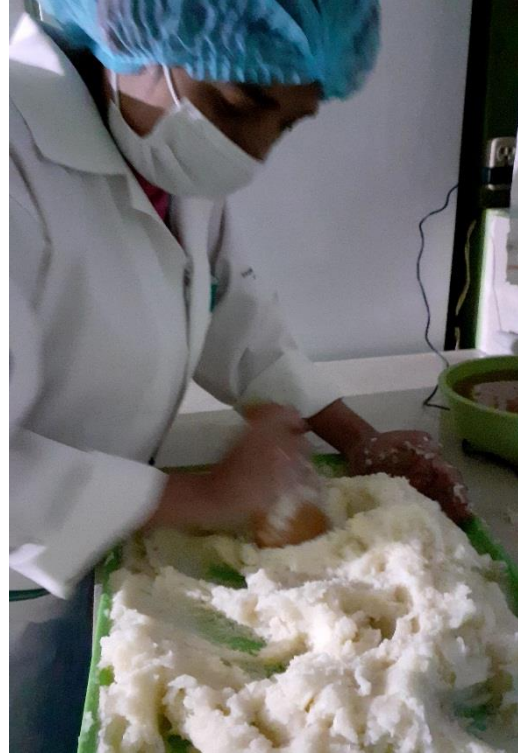
Fotografía 8: *Acondicionamiento chicha negra*



Fotografía 9 : Triturado de masato chicha blanca



Fotografía 10: Triturado de masato chicha wiwis



Fotografía 11: Triturado de masato chicha negra y adición de la levadura



Fotografía 12: Acondicionamiento para la fermentacion



Fotografía 13 : °Brix



Fotografía 14: pH



Fotografía: Acidez



Fotografía: Dilución



Fotografía 15 : *Pasteurización*



Fotografía16: *Almacenamiento de bebidas*



Fotografía17: *Entrega de las muestras INIAP “Santa Catalina”*

