



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS
NATURALES
CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Título:

**“EVALUACIÓN DEL PODER INHIBITORIO DE LAS SAPONINAS DE DOS
VARIEDADES DE AGAVE EN LA FERMENTACIÓN DEL AGUAMIEL”**

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

Autoras:

Aigaje Quinatoa Yuddy Erika

Moposita Tenelema Gissela Maribel

Tutora:

Arias Palma Gabriela Beatriz Ing. M.Sc.

LATACUNGA – ECUADOR

Agosto 2021

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Yuddy Erika Aigaje Quinatoa, con cédula de ciudadanía No. 172746332-3 y Gissela Maribel Moposita Tenelema, con cédula de ciudadanía No 180517352-1, declaramos ser autores del presente proyecto de investigación: “Evaluación del poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel”, siendo la Ingeniera M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma Tutora del presente trabajo; y, eximimos expresamente a la Universidad Técnica de Cotopaxi y a sus representantes legales de posibles reclamos o acciones legales.

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

Latacunga, 10 de agosto del 2021



Yuddy Erika Aigaje Quinatoa
Estudiante
CC: 172746332-3



Gissela Maribel Moposita Tenelema
Estudiante
CC: 180517352-1



Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma
Docente Tutor
CC: 171459274-6

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **YUDDY ERIKA AIGAJE QUINATO**, identificada con C.C. N° **172746332-3**, de estado civil soltera, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. Ph.D. 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 una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel” la cual se encuentran elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Inicio de la carrera: Abril – Agosto 2016

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma

Tema: Evaluación del poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel.

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 las 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 10 días del mes de agosto del 2021.

Yuddy Erika Aigaje Quinatoa
LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR

Comparecen a la celebración del presente instrumento de cesión no exclusiva de obra, que celebran de una parte **GISSELA MARIBEL MOPOSITA TENELEMA**, identificado con C.C. N° **180517352-1**, de estado civil casada, a quien en lo sucesivo se denominará **LA CEDENTE**; y, de otra parte, el Ing. Ph.D. 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 una persona natural estudiante de la carrera de Ingeniería Agroindustrial, titulares de los derechos patrimoniales y morales sobre el trabajo de grado “Evaluación del poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel” la cual se encuentran elaborada según los requerimientos académicos propios de la Facultad según las características que a continuación se detallan:

Historial académico

Inicio de la carrera: Abril – Agosto 2016

Finalización de la carrera: Abril – Agosto 2021

Aprobación en Consejo Directivo. - 20 de mayo del 2021

Tutor: Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma

Tema: Evaluación del poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel.

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**, transfieren 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 las 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 10 días del mes de agosto del 2021.


Gissela Maribel Moposita Tenelema
LA CEDENTE

Ing. Ph.D. Cristian Fabricio Tinajero Jiménez
LA CESIONARIA

AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

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

“EVALUACIÓN DEL PODER INHIBITORIO DE LAS SAPONINAS DE DOS VARIETADES DE AGAVE EN LA FERMENTACIÓN DEL AGUAMIEL”, de Aigaje Quinatoa Yuddy Erika y Moposita Tenelema Gissela Maribel, 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, 10 de Agosto del 2021



Ing. M.Sc. Gabriela Beatriz Arias Palma

DOCENTE TUTOR

CC: 171459274-6

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: Aigaje Quinatoa Yuddy Erika y Moposita Tenelema Gissela Maribel, con el título de Proyecto de Investigación: **“EVALUACIÓN DEL PODER INHIBITORIO DE LAS SAPONINAS DE DOS VARIEDADES DE AGAVE EN LA FERMENTACIÓN DEL AGUAMIEL”**, ha 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 los empastados correspondientes, según la normativa institucional.

Latacunga, 10 de Agosto del 2021


Lector 1 (Presidente/a)
Dra. Mg. Patricia Marcela Andrade Aulestia
CC: 050223755-5


Lector 2
Ing. Mg. Ana Maricela Trávez Castellano
CC: 050227093-7


Lector 3
Ing. Mg. Edwin Rumiros Cevallos Carvajal
CC: 050186485-4

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi guía y mi soporte en toda la lucha, gracias a él que me ha dado vida, salud y bendiciones me ha permitido cumplir mi anhelo.

A mis padres. Eduardo Aigaje y María Quinatoa, quienes, con su ejemplo, cariño y su amor me han enseñado para alcanzar una meta no es nada fácil siempre hay que luchar y perseverar, a mis hermanos Diana, Zeneida, Eduardo, Israel y Santiago por darme apoyo incondicional y mucho amor sobre todo a mi hermano Paul y Mónica que siempre han estado conmigo sin importar las circunstancias, a mis cuñados Patricio, Martin, Dina y a mis queridos sobrinos por su amor incondicional.

A la universidad por abrirme las puertas para seguir mi carrera, a mi tutora Ing. Gabriela Arias por su apoyo y su asesoría en el transcurso del proyecto, a los lectores Dra. Patricia Andrade, Ing. Maricela Trávez e Ing. Edwin Cevallos por sus sugerencias y recomendaciones emitidas

Aigaje, Yuddy

Primero agradezco a Dios, quien ha sido el lucero que guía cada paso que doy y me ha permitido culminar con mi meta propuesta en mi vida, lo cual he conseguido un logro exitoso.

A mi madre querida Carmen que ha sido mi apoyo fundamental y el motivo para culminar con mis estudios, a mis hermanos Erika, Daysi, Fabricio que me han brindado su apoyo incondicional sin duda alguna, sobre todo a mi bella hija Angie quien ha sido mi fortaleza desde el primer momento que llego a mi vida y a mi esposo por su comprensión hasta culminar mi trabajo de titulación.

A mi Tutora, Ing. Gabriela Arias, por su paciencia y apoyo en la ejecución del proyecto y de igual manera a mis Lectores, Dra. Patricia Andrade, Ing. Maricela Trávez, Ing. Edwin Cevallos, por manifestar consejos para el correcto desarrollo de la investigación.

Moposita, Gissela

DEDICATORIA

El presente trabajo de investigación en primer lugar se lo dedico a Dios quien me dio fuerzas en todos los obstáculos atravesados en el transcurso del camino.

Con todo mi corazón a mi padre Eduardo y a mi madre María quienes han sido mi motor, con su amor infinito, su apoyo incondicional, sus consejos y sus esfuerzos me han permitido llegar a donde estoy.

A mis queridos hermanos quienes han sido un pilar fundamental en esta etapa de mi vida de lucha y muchos obstáculos.

Aigaje, Yuddy

El presente trabajo de investigación se lo dedico con todo mi amor a mi familia, especialmente a mi hija Angie Danae quien ha sido el motor de impulso para culminar con este arduo camino de mi carrera profesional, además de ello quiero agradecer a mis padres quienes fueron los que me inculcaron valores y responsabilidades estrictas para lograr cumplir con el objetivo trazado para mi futuro.

A mis compañeros de trabajo de la Ferretería el Constructor quienes me han apoyado con sus sabios consejos y a mi jefa quien me ha dado la oportunidad de seguir superándome profesionalmente y como ser humano aprendiendo lo que nos depara para un buen futuro; como resultado de ello estoy culminando.

Moposita, Gissela

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI
FACULTAD DE CIENCIAS AGROPECUARIAS Y RECURSOS NATURALES

**TÍTULO: EVALUACIÓN DEL PODER INHIBITORIO DE LAS SAPONINAS DE DOS
VARIEDADES DE AGAVE EN LA FERMENTACIÓN DEL AGUAMIEL**

AUTORES:

Aigaje Quinatoa, Yuddy Erika
Moposita Tenelema, Gissela Maribel

RESUMEN

El presente trabajo de investigación tuvo como finalidad el estudio de la extracción de las saponinas de dos variedades de agave para evaluar su poder inhibitorio en la fermentación del aguamiel, para lo cual se desarrolló la extracción de las saponinas mediante el método de maceración utilizando la interacción del polvo fino de las hojas de *Agave americana L* y *Furcraea andina*) con una combinación de solventes (agua-etanol) durante 72 horas, para lo cual se realizó un arreglo factorial de AxB bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA), cuyo variable de respuesta fue el índice de espuma, de esta manera se determinó los cuatro tratamientos con la mayor cantidad de espuma los cuales fueron analizados en el Laboratorio Multianalítica S.A. por el método de cromatografía líquida de alta eficacia para determinar la concentración de las saponinas y se obtuvo los siguientes datos: t_1 que corresponde (polvo fino de *Agave americana L* + el solvente 100%agua) con 0,21%, t_2 (polvo fino de *Agave americana L* + el solvente 75%agua-25%etanol) con 0.14%, t_6 (polvo fino de *Furcraea andina* + el solvente 100%agua) con 0.22% y el t_8 (polvo fino de *Furcraea andina* + el solvente 50%agua-50%etanol) con 0,16%; posterior a ello se tomó 0,05ml de las saponinas de los cuatro tratamientos y se agregó en 400ml de aguamiel, además se seleccionó una muestra denominada patrón para evaluar la inhibición en la fermentación del aguamiel considerando los siguientes parámetros: físico-químicos ($^{\circ}$ Brix, grados alcohólicos y pH); donde se determinó el mejor tratamiento t_6 que corresponde al (polvo fino de *Furcraea andina* + 100% agua) con los siguientes resultados: 9,7 $^{\circ}$ Brix, 5,9 grados alcohólicos y 6,8 de pH. El aguamiel con adición de las saponinas fue sometido a un análisis físico – químico: pH de 4, 11,75 $^{\circ}$ Brix, 0,26GL; análisis nutricional: 0,01% de grasa, <0,01mg/100g de colesterol, 70,17mg/kg de sodio, 5,38% de sólidos totales, 0,30% de proteínas y análisis microbiológico con recuento total <10UFC/cm³, E. Coli 1,7x10²UFC/cm³, mohos <10UFC/cm³ y levaduras 3,2x10⁴ UFC/cm³. El mejor tratamiento de la extracción fue t_6 que corresponde al (polvo fino de *Furcraea andina* + 100%agua) con una concentración de 0,22% de saponinas y que a su vez al mezclar en el aguamiel se pudo identificar que existió una leve inhibición en el proceso fermentativo ya que los parámetros físicos y químicos casi se mantuvieron similares a las condiciones iniciales, esto debido a la acción destructiva de las saponinas sobre las levaduras, reduciendo su concentración y por ende aumentando el tiempo de fermentación del aguamiel.

Palabras clave: Saponinas, aguamiel, cuantificación, fermentación.

TECHNICAL UNIVERSITY OF COTOPAXI

FACULTY OF AGRICULTURAL SCIENCES AND NATURAL RESOURCES

TITLE: "EVALUATION OF THE INHIBITORY POWER OF THE SAPONINS OF TWO VARIETIES OF AGAVE IN THE FERMENTATION OF AGUAMIEL".

AUTHORS:

Aigaje Quinatoa Yuddy Erika

Moposita Tenelema Gissela Maribel

ABSTRACT

The purpose of this research work was to study the extraction of saponins from two varieties of agave to evaluate their inhibitory power in the fermentation of mead, for which the extraction of saponins was developed through the maceration method using the interaction of the fine powder of the leaves of *Agave americana L* and *Furcraea andina*) with a combination of solvents (water-ethanol) for 72 hours, for which a factorial arrangement of AxB was performed under a randomized complete block design (DBCA), whose response variable was the foam index, in this way the four treatments with the highest amount of foam were determined, which were analyzed in the Laboratorio Multianálityca SA by the method of high efficiency liquid chromatography to determine the concentration of the saponins and the following data was obtained: corresponding t_1 (fine powder of *Agave americana L* + the solvent 100% water) with 0.21%, t_2 (fine powder of *Agave americana L* + solvent 75% water-25% ethanol) with 0.14%, t_6 (fine powder of *Furcraea andina* + solvent 100% water) with 0.22% and t_8 (fine powder of *Furcraea andina* + solvent 50% water-50% ethanol) with 0.16%; After this, 0.05ml of the saponins from the four treatments was taken and added to 400ml of mead, in addition, a sample called standard was selected to evaluate the inhibition in the fermentation of the mead considering the following parameters: physical-chemical ($^{\circ}$ Brix, alcoholic degrees and pH); where the best treatment t_6 was determined, corresponding to (Andean *Furcraea* fine powder + 100% water) with the following results: 9.7 $^{\circ}$ Brix, 5.9 alcoholic degrees and 6.8 pH. The mead with the addition of the saponins was subjected to a physical-chemical analysis: pH 4, 11.75 $^{\circ}$ Brix, 0.26GL; nutritional analysis: 0.01% fat, <0.01mg/100g cholesterol, 70.17mg/kg sodium, 5.38% total solids, 0.30% protein and microbiological analysis with total count <10UFC/cm³, E. Coli 1.7x10² UFC/cm³, molds <10 UFC/cm³ and yeasts 3.2x10⁴ UFC/cm³. The best extraction treatment was t_6 , which corresponds to (Andean *Furcraea* fine powder + 100% water) with a concentration of 0.22% of saponins and which in turn, when mixing in the mead, it was possible to identify that there was a slight inhibition in the fermentation process since the physical and chemical parameters remained almost similar to the initial conditions, this due to the destructive action of the saponins on the yeasts, reducing their concentration and therefore increasing the fermentation time of the mead.

Keywords: Saponins, aguamiel, quantification, fermentation.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DECLARACIÓN DE AUTORÍA	ii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	iii
CONTRATO DE CESIÓN NO EXCLUSIVA DE DERECHOS DE AUTOR.....	v
AVAL DEL TUTOR DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN.....	vii
AVAL DE LOS LECTORES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN	viii
AGRADECIMIENTO.....	ix
DEDICATORIA	x
RESUMEN.....	xi
ABSTRACT	xii
ÍNDICE DE CONTENIDOS	xiii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xviii
ÍNDICE DE FIGURAS	xix
ÍNDICE DE ANEXOS	xxi
1. Información general.....	1
2. Justificación del proyecto	2
3. Beneficiarios del proyecto de investigación	3
3.1. Beneficiarios directos	3
3.2. Beneficiarios indirectos	3
4. El problema de investigación	3
5. Objetivos.....	5
5.1. Objetivo General.....	5
5.2. Objetivo Específicos	5
6. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados.....	5
7. Fundamentación científica técnica.....	6
7.1. Antecedentes.....	6
7.2. Fundamentación teórica.....	9
7.2.1. Saponinas	9
7.2.1.1. Clasificación de las saponinas.	11
7.2.1.2. Características de las saponinas.	12
7.2.1.2.1. Físicas.....	12
7.2.1.2.2. Biológicas.....	12
7.2.1.3. Tipos de extracción de saponinas.	12

7.2.1.3.1. Método de maceración.....	12
7.2.1.4. Equipos que se utilizan para la extracción de saponinas.	13
7.2.1.4.1. Rotavapor.	14
7.2.1.5. Cuantificación de saponinas.	15
7.2.1.5.1. Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC).....	15
7.2.2. Agave americano	16
7.2.2.1. Componentes del Agave americano.....	16
7.2.2.2. Usos del Agave americano.	17
7.2.3. Agave furcraea andina.....	18
7.2.3.1. Componentes del <i>Agave furcraea andina</i>	18
7.2.3.2. Usos del Agave furcraea andina.	18
7.2.4. Aguamiel.....	19
7.2.4.1. Composición del Aguamiel.	20
7.2.5. Fermentación alcohólica.....	20
7.2.5.1. Condiciones de fermentación alcohólica.	21
7.3. Glosario de términos	21
8. Validación de hipótesis.....	22
9. Metodologías y Diseño Experimental.....	23
9.1. Metodología	23
9.1.1. Tipos de investigación.....	23
9.1.1.1. Investigación exploratoria.	23
9.1.1.2. Investigación experimental.....	23
9.1.1.3. Investigación explicativa.....	24
9.1.2. Métodos de investigación	24
9.1.2.1. Método inductivo.....	24
9.1.2.2. Método deductivo.	24
9.1.2.3. Método científico.....	24
9.1.3. Instrumentos de investigación	24
9.1.3.1. Ficha de observación.	25
9.1.3.2. Fotografías	25
9.2. Materiales, insumos y equipos	25
9.2.1. Materia prima e insumos	25
9.2.2. Equipos de laboratorio	25
9.2.3. Implementos y herramientas.....	26

9.2.4. Equipo de protección personal	26
9.2.5. Equipos y suministros de oficina	26
9.3. Obtención del polvo fino de las dos variedades de agave	27
9.3.1. Procedimiento.....	27
9.3.1.1. Selección.....	27
9.3.1.2. Recolección.....	27
9.3.1.3. Cortado.	27
9.3.1.4. Secado.....	28
9.3.1.5. Molienda.	28
9.3.1.6. Tamizado.	28
9.3.1.7. Producto final.	28
9.3.2. Diagrama de flujo de la obtención del polvo fino de las dos variedades agave	29
9.4. Extracción de saponinas por maceración	29
9.4.1. Procedimiento.....	29
9.4.1.1. Materia prima.	29
9.4.1.2. Pesado de las muestras.....	30
9.4.1.3. Preparación del solvente.	30
9.4.1.4. Maceración.....	30
9.4.1.5. Filtración.....	31
9.4.1.6. Prueba de espuma.....	31
9.4.1.7. Separación de compuestos en el rotavapor.	31
9.4.1.8. Extracto crudo de saponinas de agaves.	32
9.4.2. Diagrama de flujo de extracción de saponinas por maceración.....	32
9.5. Cuantificación de saponinas	33
9.6. Extracción del aguamiel del <i>Agave americana</i> L	33
9.6.1. Procedimiento.....	33
9.6.1.1. Selección	33
9.6.1.2. Corte	33
9.6.1.3. Raspado.....	33
9.6.1.4 Cubierta.....	33
9.6.1.5. Reposado.....	33
9.6.1.6. Filtración	33
9.6.1. Diagrama de flujo de la extracción del aguamiel del <i>Agave americana</i> L	33
9.7. Aplicación de las saponinas en el aguamiel	34

9.7.1. Procedimiento.....	34
9.7.1.1. Recepción de materia prima.....	34
9.7.1.2. Pesado.....	34
9.7.1.3. Preparación de las muestras.....	35
9.7.1.4. Fermentación.....	35
9.8.2. Diagrama de flujo de la aplicación de las saponinas en el aguamiel	35
9.8. Diseño experimental.....	36
9.8.1. Factores en estudio.....	36
9.8.2. Variables e indicadores	36
9.8.3. Tratamientos de estudio	37
10. Análisis y discusiones de resultados	37
10.1. Índice de espuma.....	38
10.1.1. Análisis de varianza	38
10.2. Cuantificación de saponinas por el método de cromatografía líquida de alta eficacia....	40
10.3. Fermentación del aguamiel con la adición de saponinas	41
+10.3.1. Variables físicos – químicos en la fermentación del aguamiel	41
10.3.1.1. Condiciones iniciales en el proceso de la fermentación.....	41
10.3.1.2. Fermentación a las 24 horas	41
10.3.1.3. Fermentación a las 48 horas	43
10.3.1.4. Fermentación a las 72 horas	44
10.3.1.5. Mejor tratamiento	46
10.3.2. Análisis físico – químico, microbiológicos y nutricional.....	48
10.3.2.1. Análisis físico – químico.....	48
10.3.2.2. Análisis microbiológico.	48
10.3.2.3. Análisis nutricional.....	49
11. Impactos	50
11.1. Impacto técnico	50
11.2. Impacto económico	50
11.3. Impacto ambiental.....	50
11.4. Impacto social.....	50
12. Presupuesto.....	50
13. Conclusiones y recomendaciones	53
13.1. Conclusiones.....	53
13.2. Recomendaciones.....	54

14. Referencias.....	55
15. Anexos.....	61

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Actividades y sistema de tareas en relación a los objetivos planteados	5
Tabla 2. Clasificación de las Saponinas	11
Tabla 3. Clasificación taxonómica del agave	16
Tabla 4. Composición de la planta de agave	17
Tabla 5. Composición de la planta de agave furcraea andina	18
Tabla 6. Usos de Furcraea andina, <i>Agave americana L</i> y su savia (mishki) por categoría en los Andes ecuatorianos	18
Tabla 7. Contenido nutricional del aguamiel.....	20
Tabla 8. Condiciones para una buena fermentación alcohólica	21
Tabla 9. Cuadro de variables.....	37
Tabla 10. Descripción de los tratamientos de estudio	37
Tabla 11. <i>Índice de espuma</i>	38
Tabla 12. Análisis de varianza del índice de espuma.....	38
Tabla 13. Test de Tukey de las variedades de agave.....	39
Tabla 14. Test de Tukey de la concentración de solventes.....	39
Tabla 15. Test de Tukey de la interacción de las variedades de agave por concentración de solventes.....	40
Tabla 16. Análisis físico – químico del mejor tratamiento	48
Tabla 17. Análisis microbiológico del mejor tratamiento	48
Tabla 18. Información nutricional del mejor tratamiento.....	49
Tabla 19. Presupuesto.....	50
Tabla 20. Indicador de índice de espuma en cm de los tratamientos de estudio	70

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Evaporador rotativo Laborota 4000 efficient.....	14
Figura 2. Esquema de un Cromatógrafo HPLC.....	15
Figura 3. Fermentación alcohólica	21
Figura 4. Selección de Agaves	27
Figura 5. Cortado de las hojas de agave Americana L.....	27
Figura 6. Hojas secas.....	28
Figura 7. Molido de agaves.....	28
Figura 8. Tamizado del polvo de agaves.....	28
Figura 9. Polvo fino del <i>Agave americana L.</i>	29
Figura 10. Obtención de polvo fino de las variedades de Agave	29
Figura 11. Polvo fino.....	29
Figura 12. Pesado de polvo fino.....	30
Figura 13. Preparación del solvente	30
Figura 14. Maceración de las muestras.....	30
Figura 15. Filtración.....	31
Figura 16. Prueba de espuma	31
Figura 17. Muestra de etanol con polvo de agave	32
Figura 18. Saponinas crudas	32
Figura 19. Extracción de saponinas por maceración.....	32
Figura 20. Extracción del aguamiel del <i>Agave americana L.</i>	34
Figura 21. Recepción de materia prima	34
Figura 22. Preparación de las muestras.....	35
Figura 23. Preparación de las muestras.....	35
Figura 24. Proceso de fermentación	35
Figura 25. Aplicación de las saponinas en el aguamiel.....	36
Figura 26. Cuantificación de las saponinas por el método de HPLC	40
Figura 27. °Brix a las 24h.....	42
Figura 28. pH a las 24h.....	42
Figura 29. Grado alcohólico a las 24h	43
Figura 30. °Brix a las 48h.....	43
Figura 31. pH a las 48h.....	44
Figura 32. Grados alcohólicos a las 48h	44

Figura 33. °Brix a los 72h.....	44
Figura 34. pH a las 72h.....	45
Figura 35. Grado alcohólico a las 72h	46
Figura 36. °Brix (Mejor tratamiento) T6	46
Figura 37. pH (Mejor tratamiento) T6.....	47
Figura 38. Grados alcohólicos (Mejor tratamiento).....	47
Figura 39. Ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi	62
Figura 40. Corte de hojas de las dos variedades de agaves	67
Figura 41. Pesado del corte de las hojas de agaves.....	67
Figura 42. Secado de hojas de agaves.....	67
Figura 43. Extracción de polvo de las hojas de los agaves.....	67
Figura 44. Maceración de los 30 tratamientos durante 72horas.....	68
Figura 45. Los 4 mejores tratamientos realizados en el rotavapor	68
Figura 46. Tratamientos Iniciales	68
Figura 47. Tratamientos en fermentación a las 24 horas	68
Figura 48. Tratamientos en fermentación a las 72 horas	69

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Aval de traducción	61
Anexo 2. Lugar de ejecución	62
Anexo 3. Tutora de titulación	63
Anexo 4. Estudiante 1	65
Anexo 5. Estudiante 2	66
Anexo 6. Obtención de saponinas de agaves	67
Anexo 7. Indicador de índice de espuma.....	70
Anexo 8. Informe de resultados de análisis de la cuantificación de las saponinas	71
Anexo 9. Informe de resultados de los análisis microbiológicos del mejor tratamiento	73
Anexo 10. Análisis proximal del mejor tratamiento	74
Anexo 11. Informe de resultados del análisis nutricional del mejor tratamiento	76
Anexo 12. Norma Mexicana NMX-V-022-1972.....	77

1. Información general

Título del proyecto

“Evaluación del poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel”

Lugar de ejecución

Barrio: Salache.

Parroquia: Eloy Alfaro.

Cantón: Latacunga.

Provincia: Cotopaxi.

Zona: 3.

País: Ecuador.

Institución, unidad académica y carrera que auspicia

Universidad Técnica de Cotopaxi, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, carrera Agroindustria.

Nombres de equipo de investigadores

Tutor de titulación: Ing. M.Sc. Arias Palma, Gabriela Beatriz (Anexo 3).

Estudiantes: Aigaje Quinatoa, Yuddy Erika (Anexo 4) y Moposita Tenelema, Gissela Maribel (Anexo 5).

Área de conocimiento

Área: Ingeniería, Industria y Construcción.

Sub-área: Industria y Producción.

Líneas de investigación

Línea: Desarrollo y seguridad alimentaria.

Sub-línea: Biotecnología agroindustrial y fermentativa.

Proyecto de investigación vinculado: Identificación y caracterización física y química de agaves con fines agroindustriales en el cantón Latacunga.

2. Justificación del proyecto

Los productores de aguamiel, generalmente, son campesinos que dependen de su comercialización para el sustento de sus familias, pero la falta de estabilidad del producto, se traduce en una inestabilidad de mercado, pues quienes lo adquieren, lo hacen con fines medicinales o nutricionales, ya que, como bebida espirituosa, disfrutan de variedades como la cerveza u otras bebidas más fuertes, pero debidamente conocidas y popularizadas como tales y, además, ello supondría para los productores, entrar en el competitivo mundo de las bebidas alcohólicas, sin contar la permisología e impuestos asociados a este tipo de actividad. La idea es que los productores de agave, dispongan de una forma lícita y rentable para comercializarlo, así como la posibilidad de realizar emprendimientos que generen empleos y fomente el mejoramiento de los indicadores de necesidades básicas insatisfechas en los asentamientos rurales.

En este sentido, la presente investigación pretende ofrecer a los productores artesanales de aguamiel, una forma eficiente, económica y artesanal de estabilizar el aguamiel, ya que se trata de inhibir o detener la fermentación de la misma, para garantizar la conservación de sus propiedades curativas y nutritivas, mediante el uso de una metodología innovadora que propenda a la preservación de la vida útil del producto.

Para los consumidores y demandantes de productos naturales, significará que podrán recibir un producto con la certeza que el mismo no cambiará sus propiedades en el corto o mediano plazo, lo cual no solo mantendrá la demanda, sino que podría significar una incremento de la misma, ya que las tendencias recientes de los gustos y preferencias de los consumidores es hacia los productos naturales y/o artesanales.

El perfeccionamiento de la producción artesanal de aguamiel, puede abrir el camino hacia la producción de otros derivados o subproductos del aguamiel, que permitan diversificar las posibilidades de ingreso de los productores y ofrecer al mercado, alternativas saludables de alimentos y bebidas, que en el futuro pudieran apuntar hacia los mercados internacionales, generando, además una entrada de divisas para el país.

Por otra parte, la verificación de las saponinas como inhibidores, es posible mencionar que en un medio de cultivo sufren un cambio debido a la disminución en una población celular y biomasa, esta disminución de la concentración de la biomasa y población celular primordialmente se observa cuando las células de las levaduras sufren diferentes tipos de estrés

como puede ser el aumento de la temperatura o en la presencia de inhibidores. De tal manera puede ser la base para futuras investigaciones que propicien su incorporación a la industria alimenticia y/o farmacéutica, lo cual significaría una mayor y mejor aprovechamiento de estas especies vegetales. En esta misma línea, el aguamiel también tiene una alta potencialidad y vocación para su incorporación a la industria como puede ser la preparación de almíbares fructosados, endulcorantes naturales, mieles, bebidas saborizadas y como base para postres y dulces, por mencionar algunos.

3. Beneficiarios del proyecto de investigación

3.1. Beneficiarios directos

Los beneficiarios directos del presente proyecto de investigación serán los sectores rurales del cantón Latacunga; con una población de 35158 Hombres y 36976 Mujeres (Censo, 2010); porque ayudará a potencializar, mejorar la rentabilidad económica con la comercialización de la producción de las pencas de los agaves y del aguamiel.

3.2. Beneficiarios indirectos

Los beneficiarios indirectos del aguamiel, son los consumidores, los estudiantes y docentes pertenecientes al proyecto de agave de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales de la Universidad Técnica de Cotopaxi y toda la comunidad universitaria que aprovecharán la información del presente estudio para posteriores proyectos.

4. El problema de investigación

Uno de los legados de la era del gran consumo en masa, ha sido la pérdida de los hábitos alimenticios y nutricionales tradicionales, lo cual se evidencia en la proliferación de los expendios de la llamada comida rápida o comida chatarra, los cuales, generalmente, son acompañadas de bebidas gaseosas azucaradas artificialmente, lo que se ha traducido en un aumento considerable de la obesidad, la diabetes, la hipercolesterolemia, entre otros trastornos alimenticios y metabólicos.

Actualmente, la sociedad parece estar tomando conciencia de ello, por lo que se ha iniciado una fuerte tendencia hacia el consumo de productos naturales, artesanales y con altos valores nutricionales y benéficos para la salud. Aunado a esto, existen campañas nacionales e internacionales, orientadas a la promoción de la vida saludable, ya que el gasto en salud se ha

incrementado de forma importante en todos los gobiernos, por lo que se entiende que la única manera de controlarlos es mediante la prevención, lo que supone, entre otras cosas, el regreso a una alimentación más natural y equilibrada (Fuentes, 2019).

En este contexto, el aguamiel es una bebida derivada de algunas variedades de agave, rica en carbohidratos, sobre todo de tipo oligosacáridos, los cuales funcionan como prebióticos y/o antioxidantes naturales. Además, existe la creencia popular que es favorable para la prevención de enfermedades como la diabetes o el cáncer de páncreas. Adicionalmente, es una bebida rica al paladar, que cuenta con gran aceptación por parte del público, ya que es refrescante y fresca.

Ahora bien, el proceso de elaboración del aguamiel, es fundamentalmente artesanal e involucra a un número importante de comunidades rurales, quienes lo elaboran y comercializan para su sustento (Vázquez, et al., 2016). Sin embargo, tradicionalmente, el aguamiel se obtiene mediante la denominada fermentación espontánea, que deviene gracias a la presencia de microorganismos autóctonos, como pueden ser levaduras, bacterias lácticas etanólicas y productoras de exopolisacáridos.

No obstante, el producto resultante no es estable, pues la acción fermentativa continúa con el transcurrir del tiempo, con lo que el producto presenta importantes incrementos en el porcentaje de alcohol, perdiendo así, parte de sus propiedades como elemento nutricional o favorable para la salud, visto que pasa de aguamiel a aguardiente.

Esto significa, que el producto pierde una parte importante de su valor en el mercado, motivado a que las personas dejan de consumirlo cuando sus propiedades cambian. Entonces, se hace necesario encontrar una forma económica y artesanal que inhiba o limite la fermentación del aguamiel una vez que se ha producido, pues uno de los atractivos del aguamiel es su naturaleza artesanal.

En este sentido, algunos estudios parecen indicar que las saponinas, como metabolitos glicosilados de alto peso molecular, presentes en el agave, pudieran funcionar como agentes inhibidores de la fermentación del aguamiel, debido a sus propiedades defensivas contra el crecimiento de hongos, levaduras y bacterias (Muñiz, et al., 2013).

Sobre este particular, a la fecha, no se ha realizado la comprobación empírica de tal suposición, por lo que la presente investigación pretende comprobar el poder inhibitorio o de retraso de las saponinas de los agaves (*Agave americana* L y *Furcraea andina*) en la fermentación del

aguamiel del agave (*Agave americana L*), con el fin de asegurar la estabilidad y conservación de las propiedades físico – químicas, microbiológicas y nutricionales del producto final.

5. Objetivos

5.1. Objetivo General

Evaluar el poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel.

5.2. Objetivo Específicos

- Extraer y cuantificar saponinas del agave (*Agave americana L* y *Furcraea andina*).
- Evaluar el efecto de la adición de las saponinas en la fermentación del aguamiel de agave (*Agave americana L*).
- Realizar el análisis físico-químico, nutricional y microbiológico del mejor tratamiento de la aplicación de las saponinas.

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

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

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
Extraer y cuantificar saponinas de dos variedades de agave (<i>Agave americana L</i> y <i>Furcraea andina</i>).	Elaboración del diseño experimental para determinar la concentración de las saponinas. Extracción de las saponinas por método de maceración con solvente (agua-etanol). Realizar la cuantificación de las saponinas por el método HPLC.	Extracción y cuantificación de saponinas de dos variedades de agaves. Mejores tratamientos.	Se elaboró el diseño experimental para determinar el mejor tratamiento. Se realizó mediante el método de maceración con solventes (agua-etanol), y para la reducción del solvente se utilizó el rotavapor. Se determinó la presencia de las saponinas mediante el índice de espuma. Se cuantificó las saponinas por el método HPLC.
Evaluar el efecto de la adición de las saponinas en la fermentación	Incorporar las saponinas en el aguamiel de acuerdo a los mejores tratamientos de la	Obtención de los resultados de los diferentes tratamientos.	Se ejecutó la medición de pH, °Brix y grado alcohólico durante el tiempo de fermentación.

Objetivos	Actividad	Resultado de la actividad	Descripción de la actividad
del aguamiel de agave americana.	concentración de saponinas. Medición de pH, °Brix y grado alcohólico durante el tiempo de fermentación.	Selección del mejor tratamiento con menor grado alcohólico en el proceso de fermentación.	
Realizar el análisis físico-químico, nutricional y microbiológico del mejor tratamiento de la aplicación de las saponinas.	Obtención de resultados. Análisis de resultados. Discusión de resultados.	Análisis físicos - químicos, microbiológicos y nutricionales.	Se envió muestras al laboratorio para realizar el análisis nutricional, físico-químico y proximal.

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

7. Fundamentación científica técnica

7.1. Antecedentes

Se detallan a continuación las investigaciones más relevantes relacionadas al presente estudio planteado.

En primer lugar se referencia a Alcázar (2017), quien desarrolló una investigación titulada “Caracterización de saponinas de *Agave durangensis* y *Agave salmiana*, y su efecto en la pared y membrana celular de *Kluyveromyces marxianus* y *Saccharomyces cerevisiae*”, la cual tuvo por objetivo caracterizar las saponinas de *Agave durangensis* y *Agave salmiana ssp. Crassispina*, y estudiar su efecto sobre la pared celular y la membrana celular de dos levaduras fermentativas, una *Saccharomyces cerevisiae* y la otra *Kluyveromyces marxianus* aisladas de los procesos de fermentación de bebidas de agave.

Para tal fin, la metodología consistió en desarrollar una serie de pasos, partiendo de la extracción, cuantificación y análisis de las hojas de agave, posteriormente se seleccionaron las levaduras: *Saccharomyces cerevisiae* y *Kluyveromyces marxianus*, a las cuales luego se le realizaron dos tipos de cultivos: Batch y continuo. La autora desarrolló su estudio en cultivos discontinuos y continuos agregando diferentes concentraciones (0,75, 1,5 y 3 mg mL⁻¹) de extractos de saponina de *Agave durangensis* y *Agave salmiana ssp. Crassispina*.

Los resultados obtenidos indicaron que existía la presencia de tres tipos de saponinas en *Agave durangensis* y una más en *Agave salmiana* ssp. *Crassispina*, que se habían reportado en otras especies de agave. El extracto de *A. durangensis* mostró un mayor efecto inhibitor que *A. salmiana* en ambas especies de levadura. Finalmente, se observó que el efecto inhibitor de las saponinas por *K. marxianus* era más resistente, ya que presentaba actividad saponinas, capaz de hidrolizar las saponinas en ambos extractos.

Como conclusión se señaló que las saponinas esteroides presentes en los agaves son metabolitos secundarios implicados en los mecanismos de defensa de las plantas frente al ataque de hongos, bacterias, levaduras y algunos insectos. De igual manera indicó que, en los procesos de fermentación de las bebidas de agave, las saponinas inhiben el crecimiento de algunas levaduras, provocando una reducción en los rendimientos de producción; destacando que dichos mecanismos de inhibición no se comprendían completamente; sólo se habían realizado unos pocos estudios con esteroides de membrana celular.

Por su parte, Silva (2020), presentó una investigación titulada “Obtención de enzimas microbianas y su aplicación en la producción de etanol a partir de hojas de *Agave salmiana*”, cuyo objetivo principal fue obtener una mezcla de enzimas microbianas para la hidrólisis de polisacáridos presentes en hojas de *Agave salmiana* y la fermentación de los azúcares obtenidos a etanol.

En tal sentido, la metodología que utilizó inicio con el corte de las hojas del *A. salmiana*, las cuales fueron lavadas, y luego se aislaron los microorganismos presentes en ellas, empleando agar patata dextrosa (PDA) para hongos y levaduras, y agar Müller-Hinton (MHA) para bacterias. Posteriormente se prepararon los inóculos y se evaluó la producción de celulosa, la actividad inulinasa de los microorganismos aislados, su capacidad fermentadora, la resistencia a saponinas, la producción de azúcares y de bioetanol.

Como resultado se observó que los microorganismos aislados tienen la capacidad de hidrolizar los carbohidratos presentes en las hojas de agave, además, las bacterias y levaduras fueron capaces de hidrolizar fructosanos, mientras que los hongos pudieron hidrolizar fibras y parénquima. Las inulinasas producidas por la levadura identificada como *H. uvarum* mostraron la mayor actividad enzimática; 180,5 AU/ml. La levadura tiene potencial para ser utilizada en la producción de azúcares a partir de la hidrólisis de fructosanos de agave.

En conclusión, del estudio realizado se expuso que las plantas no comestibles y los residuos lignocelulósicos de diferentes industrias son una alternativa para la producción de bioetanol,

evitando así el uso de cultivos que puedan ser destinados a la alimentación, ya que este tipo de biomásas tienen un alto contenido en celulosa y azúcares utilizables. Hay dos etapas importantes en la producción de bioetanol: la hidrólisis de polisacáridos (celulosa, fructosanos, almidón o sacarosa) para obtener azúcares simples (glucosa y / o fructosa) y la fermentación de estos a etanol.

Asimismo, Guzmán y Contreras (2018), llevaron a cabo un estudio titulado “Aguamiel y su fermentación: Ciencia más allá de la tradición”, cuyo objetivo consistió en presentar los avances más destacados en el uso de esta savia y su fermentación; con el propósito de concienciar sobre la necesidad de generar más información a través de la investigación científica y su potencial en las distintas ramas de la salud y la biotecnología.

Para lograr el mencionado objetivo, la metodología utilizada consistió en analizar las principales características de la *Agave spp.*, su domesticación y reproducción, sus usos y aplicaciones tradicionales, haciendo especial énfasis en la producción de aguamiel, estudiando sus polisacáridos, fructanos, saponinas, entre otros compuestos y microorganismos.

Los resultados arrojados por la investigación, permitieron constatar que el aguamiel y el pulque pueden utilizarse en la industria alimentaria y biotecnológica tanto para el aislamiento de microorganismos como para la obtención de metabolitos de alto valor añadido.

A partir de dichos resultados concluyeron que, el aguamiel es una savia extraída de diversas especies de agave (*Agave spp.*), considerado como un tema de gran interés, ya que se le atribuyen interesantes propiedades como la actividad prebiótica debido a los carbohidratos que lo constituyen. Asimismo, enfatizaron que el aguamiel contiene compuestos bioactivos como saponinas, vitaminas, aminoácidos y ácidos grasos, que lo convierten en un posible alimento funcional. Su composición permite el crecimiento de microorganismos que lo convierten en una bebida alcohólica no destilada denominada pulque, que se utiliza únicamente en la elaboración de pan y bebidas en algunas regiones.

Por último, se referencia el estudio desarrollado por Arcos y Vivar (2015), el cual fue titulado “Evaluación de la actividad de las saponinas extraídas de *Agave americana* como agentes precipitantes y coadyuvantes para la remediación de aguas contaminadas con cromo hexavalente y arsénico”; siendo su objetivo la evaluación de la actividad de las saponinas extraídas de *Agave americana L* como agente precipitante y coadyuvante para la remediación de aguas contaminadas con cromo hexavalente y arsénico trivalente, reemplazando tensioactivos industriales por agentes tensioactivos de origen natural, que son extractos de

material vegetal, generando ahorros económicos debido al alto costo de los agentes hidrofobizantes y contribuyendo también a la remediación ambiental.

Con base en ello, emplearon una metodología que inicio con la recolección del material vegetal necesario para realizar el estudio, el cual luego fue lavado para eliminar impurezas y sacado a una temperatura de 45 °C. Posteriormente el material fue tamizado y se le realizó una prueba de espuma, seguidamente se extrajeron los extractos, eliminando el alcohol mediante una evaporización al vacío, se cuantificaron las saponinas, a lo que se le aplicaron varios análisis para determinar la concentración óptima de las mismas.

De lo anterior se obtuvo como resultado que el método de extracción en seco es adecuado y efectivo para la extracción de saponinas, el rendimiento fue considerable, 37.38 mg de saponina/1 ml de extracto equivalente a 5.3%, por tal razón, el *Agave americana L* podría convertirse en una fuente importante de este tipo de compuestos. Enfatizando que, al utilizar extractos de saponina como agente precipitante de Cr^{+6} en modelos de agua, obtuvieron una remoción del 16%.

En conclusión, mencionaron que la actividad minera presenta procesos que afectan la salud y el medio ambiente. Lo que ha conllevado al desarrollo de estudios en los que se utilizan plantas para la remoción de metales pesados, como modelo para describir la adsorción y reducción de Cr (VI) de una solución acuosa por biomasa de *Agave lechuguilla*, sugiriendo que la adsorción de este metal tiene lugar en los poros internos mientras que la reacción de reducción ocurre en la superficie externa de la biomasa.

7.2. Fundamentación teórica

7.2.1. Saponinas

Según Quillay, et al. (2017), las saponinas “son compuestos glicosídicos que contienen un esqueleto triterpénico o esterooidal” (p. 1). Las cuales, pertenecen a un tipo de sustancia química llamada fitoquímicos; que son de origen natural con propiedades tenso activas que permiten producir una espuma jabonosa, y por lo cual proviene su nombre del latín sapo que significa jabón (Castellano & Yugsi, 2015).

El consumo de saponinas, a través de la dieta, aporta beneficios en la prevención de enfermedades crónicas, como el cáncer o trastornos cardiovasculares y la reducción de los niveles de colesterol. Adicionalmente, se han identificado saponinas en algunas especies

vegetales con actividad antileucémica, antitumoral, antihipertensiva, analgésica, antipirética y antiinflamatoria (Barrón, et al., 2009).

Las saponinas son tensioactivos naturales que se encuentran en la soja, los guisantes, la alfalfa, las cebollas, el ajo y otras plantas. Las dos principales fuentes comerciales de saponinas son *Yucca Schidigera*, que tiene un núcleo de esteroides, mientras que las de *Quillaja saponaria* tienen un núcleo triterpenoide (Ruales, 2007).

Partiendo de lo anterior, se puede decir que las saponinas son compuestos que forman parte de la composición de diversas especies vegetales, las cuales pueden ser hidrosolubles y su consumo contribuye a la prevención de diversas enfermedades que pudiesen afectar la salud de los seres humanos.

En concordancia, Ulloa (2018), en su estudio comenta que las saponinas forman parte de los mecanismos de defensa que utilizan las plantas para protegerse contra los daños que pudiesen causarles diversos patógenos, hongos y sustancias presentes en el medio ambiente. No obstante, Burga y Sangay (2018), presentaron una investigación científica en la que comentan que estos compuestos a pesar que proporcionan grandes beneficios para la salud, si se llegasen a consumir en cantidades muy altas pudiesen resultar tóxicas. Por tal razón es saludable que estén presente en la dieta de las personas, sin embargo, no se debe exagerar su consumo, a fin de no ocasionar efectos adversos a la salud.

Respecto a este compuesto vegetal, García et al. (2018), indican que se refiere a un metabolito secundario, muy común en plantas pertenecientes al género *Chenopodiaceae*; el cual es el que le da un sabor amargo a los granos y plantas, debido a la concentración de glucosidos, que a su vez son producidos en el cotisol de los órganos de las plantas.

A la fecha son muchas las investigaciones que se han desarrollado en torno a este componente, con la finalidad de analizar sus propiedades y aprovechar sus características y componentes biológicos. Siendo algunas de sus propiedades más relevantes, según Nishimura (2020), “la capacidad antitumoral, fungicida, molusquicida, antivirales, su actividad hemolítica y antiinflamatoria” (p.50).

A efecto del presente estudio, es pertinente resaltar que entre sus propiedades se encuentra el hecho de que intervienen en la inhibición de la fermentación de las bebidas; sobre lo cual Alcázar (2017), en su investigación, destaca que la concentración de saponinas en el jugo de

agave, genera que se inhiba la proliferación de ciertas levaduras, lo que ayuda a reducir su fermentación.

Esta capacidad antilevadura, es la que permite inhibir la proliferación de hongos en las bebidas, que de acuerdo con Nishimura (2020), es una propiedad que se debe a su componente de aglicona estructural, que a su vez se deriva del oligosacárido C-3; cuyos estudios han demostrado que es capaz de romper la membrana fúngica, inhibiendo así hasta el 100 % de la germinación de hongos.

Por otra parte, para la elaboración de bebidas fermentadas, es preciso que dicha propiedad sea neutralizada, tal como lo comenta Pérez, et al. (2016), en su trabajo investigativo, en el que constató que para evitar que las saponinas afecten la fermentación de las bebidas, estas deben ser sometidas a procesos en los que se les induce calor, a fin de que se generen efluvios carbonatados con saponinas, que puedan ser desechados.

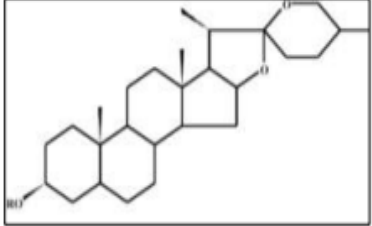
7.2.1.1. Clasificación de las saponinas.

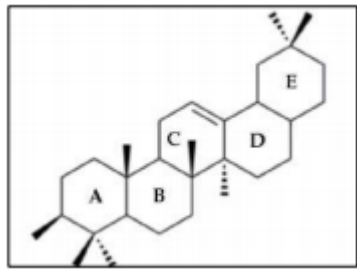
Según Alcázar (2017), la clasificación de las saponinas se hace según la naturaleza de la aglicona; por lo que, se distinguen entre:

- Saponinas triterpénicas
- Saponinas esteroidales.

No obstante, algunos autores dividen a las saponinas en un tercer grupo denominando aminas esteroidales o alcaloides esteroidales; las cuales se encuentran principalmente en las plantas monocotiledóneas, las cuales pertenecen a los géneros *Liliaceae*, *Dioscoreaceae* y *Agavaceae* (Alcázar, 2017).

Tabla 2. Clasificación de las Saponinas

Clasificación	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas	Estructura
Esteroidales	<i>Liliaceae</i> <i>Dioscoreaceae</i> <i>amaryllidaceae</i>	<i>Solanaceae</i> <i>Scrofulariaceae</i>	 <p><i>Saponina Esteroidal</i></p>

Clasificación	Monocotiledóneas	Dicotiledóneas	Estructura
Triterpenoides	<i>Caryophyllaceae</i>		
	<i>Sapindaceae</i>	--	
	<i>Polygaceae</i>	--	
	<i>Sapotaceae</i>		
			<i>Saponina Tripenoide</i>

Fuente: Heras (2018).

7.2.1.2. Características de las saponinas.

7.2.1.2.1. Físicas.

Las saponinas “son heterósidos que constan de una parte glucídica (con uno o más azúcares) y de una genina (parte no glucídica) denominada sapogenina, que puede ser de naturaleza esteroide o triterpénica, por tanto, de carácter poco polar” (López, 2001, p. 4).

Su estructura se divide en dos partes: Una glúcídica y otra no glúcídica. La primera puede conformarse por cadenas de glucosa, arabinosa, ramnosa, galactosa y xilosa; mientras que la segunda, también denominada sapogenina o aglicona, puede ser de naturaleza triterpénica o esteroideal (Rubio, et al., 2018).

7.2.1.2.2. Biológicas.

Las saponinas presentes en los extractos de agave poseen acción hemolítica, expectorante, antiinflamatoria, estimulante del sistema inmune, antibacteriana, antifúngica, antiprotozoaria y citotóxica (Rubio, et al., 2018).

7.2.1.3. Tipos de extracción de saponinas.

A continuación, se exponen los principales tipos de extracción por el método de maceración.

7.2.1.3.1. Método de maceración.

La maceración es un proceso de extracción sólido-líquido, donde la materia prima tiene una serie de compuestos solubles en el líquido de extracción que son los que se van a extraer. El proceso de maceración genera dos productos que se pueden utilizar en función de las necesidades de uso, el sólido ausente de esencias o el propio extracto. La naturaleza de los compuestos extraídos depende de la materia prima utilizada, así como del líquido de extracción.

Existen dos métodos de maceración según la temperatura, en caliente y en frío (Cajum, et al., 2018).

7.2.3.1.1. Maceración en frío.

Consiste en sumergir el producto a macerar en un recipiente con una cantidad suficiente de disolvente para cubrir por completo lo que se va a macerar. Esto se lleva a cabo durante un largo período de tiempo, dependiendo de la materia prima a macerar. Las ventajas de la maceración en frío son el uso de equipos sencillos que requieren cantidades mínimas de energía y la capacidad de extraer la mayoría de las propiedades de lo que se está macerando (dependiendo del solvente), prácticamente en su totalidad sin alterarlo por efectos de temperatura.

Respecto a este tipo de maceración, González (2020), comenta que “es una técnica de maceración basada en permitir el contacto antes del inicio de la fermentación alcohólica en un medio no alcohólico, y se realiza a baja temperatura para rastrear el inicio de la fermentación (p. 55).

7.2.5.1.2. Maceración con calor.

El proceso consiste en el contacto entre las fases, el producto a macerar y el solvente; con la diferencia de la variación de temperatura, en este caso las condiciones de la maceración pueden variar. El tiempo de maceración deseado varía mucho de la maceración en frío, ya que el uso de calor acelera el proceso. La desventaja de la maceración térmica es que no logra extraer la esencia del producto completamente puro, ya que regularmente destruye algunas propiedades, es decir, muchas veces involucra compuestos termolábiles que se ven afectados por la temperatura, además de requerir equipos más sofisticados que permitan control de temperatura, sin olvidar el consumo energético que implica este proceso.

Al respecto Chamorro (2021), señala que, durante dicho proceso, se le agrega agua entre los 60 – 65 °C, lo que permite la activación y desactivación de diferentes enzimas presentes en el producto, hasta llegar a convertirlo en azúcares fermentables.

7.2.1.4. Equipos que se utilizan para la extracción de saponinas.

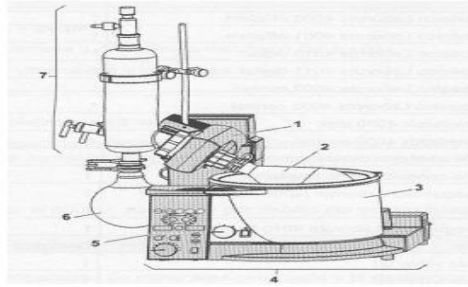
Entre los equipos utilizados para la extracción, destaca el rotavapor, cuyas principales características se expone a continuación.

7.2.1.4.1. Rotavapor.

Para completar el proceso de fermentación alcohólica, es fundamental contar con un rotavapor, el cual a través de un sistema de rotación permite que se eliminen los solventes de las mezclas, evaporándolos suavemente, lo que ayuda a que se eliminen determinadas sustancias del producto.

El Rotavapor es un equipo de laboratorio que, como su nombre indica, evapora sustancias mediante el proceso de destilación, que luego se condensa y separa sus componentes uno a uno. Este equipo existe en laboratorios de todo el mundo desde la década de 1960, cuando la marca Büchi patentó los primeros modelos, que tenían una capacidad de tan solo 1,5 litros (Rosas, 2015). En la siguiente figura se presenta de forma ilustrativa un rotavapor.

Figura 1. Evaporador rotativo Laborota 4000 efficient



Fuente: Carrión y García (2010).

El funcionamiento del rotavapor consiste en evaporar mediante una combinación de temperatura provista por un baño calefactor y la generación de presión de vacío. Se produce una rotación que aminora el peligro de ebullición y se acelera la evaporación mediante el aumento de la superficie de la solución (Carrión y García, 2010).

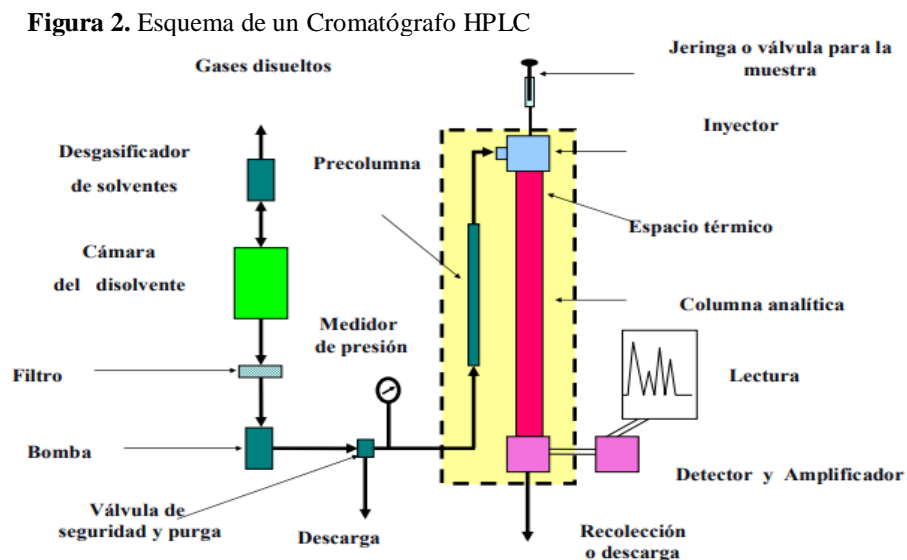
En términos de funcionamiento, es primordial que el operador del evaporador rotatorio conozca previamente los puntos de destilación y/o fusión de los analitos con el objetivo de no sobrecalentar el sistema. El analito de interés se coloca en el matraz de evaporación el cual está semi-sumergido en agua, se enciende la placa calefactora de baño María y el sistema de rotación del matraz de evaporación. La presión atmosférica se reduce aplicando una bomba de vacío que permite separar los disolventes del soluto y destilarlos en el tubo de condensación a baja temperatura y recogerlos en el matraz colector. El equipo consta de tres unidades: unidad de movimiento (giratorio y de elevación), equipo de destilación (vidrio) y unidad de calentamiento (baño de agua) (Rosas, 2015).

7.2.1.5. Cuantificación de saponinas.

Una de las técnicas más empleadas para la cuantificación de las saponinas, es la cromatografía líquida de alta resolución, cuyas principales características se presentan a continuación.

7.2.1.5.1. Cromatografía Líquida de Alta Resolución (HPLC).

Técnica muy utilizada para el análisis de compuestos orgánicos pesados como pesticidas, aromáticos polinucleares, fármacos, vitaminas, alimentos etc. Cromatografía de adsorción conocida como HPLC (siglas en inglés High Performance Liquid Chromatography) o Cromatografía Líquida de Alta Presión o Resolución. Es una variante de la cromatografía en columna donde la fase estacionaria está formada por partículas muy pequeñas, en forma esférica, que hace que el empaquetamiento de la columna sea muy compacto (López, et al., 2005).



Fuente: López, et al., (2005).

En la cromatografía líquida los componentes de una mezcla son llevados a través de una fase estacionaria fijada dentro de una columna de cromatografía mediante el flujo de una fase móvil líquida. Las separaciones están basadas en las diferentes velocidades de migración que existen entre los componentes de la mezcla que dependen de su naturaleza y su interacción con las fases. Una cromatografía por HPLC puede tener un poder de separación miles de veces superior al de una columna simple (López, et al., 2005).

7.2.2. Agave americano

Es una planta nativa de México, mejor conocida en el Ecuador como cabuya o penco, son plantas perennes, rizomatosas, frecuentemente propagadas por hijuelos, con raíces duras y fibrosas, encontradas en la serranía ecuatoriana (Changoluisa, 2020).

Por su parte, Baque (2019), asegura que su centro de origen y de diversidad se extiende en una amplia zona geográfica que se inicia desde el sudoeste de EEUU hasta Ecuador y algunos países del caribe.

Tabla 3. Clasificación taxonómica del agave

Reino	Plantae
Subreino	Embryobionta
División	Manoliophyta
Clase	Liliopsida
Orden	Liliales
Familia	Agavaceae
Género	Agave
Especie	<i>A americana L.</i>

Fuente: Changoluisa (2020)

En este mismo sentido, Rivera (2016), establece que el *agave americana* tienen características xerófitas, que le permiten vivir en condiciones climáticas desfavorables, tanto en ecosistemas andinos como de costa a partir de 800 msnm 10 a 3700 msnm con largos periodos de sequía y variadas temperaturas de 12°C a 30°C, pues su estructura morfológica se adapta a estas condiciones y se adapta como respuesta a las presiones del ambiente como son ambientes secos o periodos secos, especialmente en el suelo; acumulan agua en tejidos especializados y no la deja perder por la transpiración.

7.2.2.1. Componentes del Agave americano.

El néctar de agave presenta un 0 %, 3 % de proteínas con una cantidad mínima para la composición de aminoácidos esenciales como la lisina, triptófano, histidina, fenilalanina, tirosina, metionina, valina y arginina; además de contener vitaminas del complejo B, niacina en un 0,4 a 0,5 mg, al igual que tiamina y riboflavina, y entre 7 a 11 mg de vitamina C. Finalmente se le incluye hierro y fósforo dentro de su composición (Andrade, 2014).

Tabla 4. Composición de la planta de agave

Parámetro	Muestra fresca (g %)	Muestra seca (g %)
Humedad	87,38	-
Densidad	1,0226	-
Ph	7,72	-
Proteínas	0,30	2,38
Grasas	0,01	0,08
Carbohidratos	12,03	95,32
Cenizas	0,23	1,82
Fibra cruda	0,05	0,40
Acidez titulable	0,03	0,24
Azúcares reductores totales (g% glucosa)	9,08	71,95
Energía total (Kcal/100g)	37,28	335

Fuente: Andrade (2014)

7.2.2.2. Usos del Agave americano.

Habitualmente en la sierra ecuatoriana, esta especie es consumida para calmar la sed, como bebida energética, vigorizante; al igual que para la elaboración de panelas, almíbares, vinagres, aliviar dolores, reumatismos, tratamientos para vías respiratorias y problemas gastrointestinales, calmar alergias de la piel, adicionalmente es utilizado como repelente contra insectos y fertilizantes para los cultivos, al igual que se integra en la elaboración shampoos y jabones (Baque, 2019).

Los usos son diversos y de la totalidad del agave, puesto que se da uso a sus hojas para cuidado personal y uso medicinal, así como el consumo del aguamiel que exuda de esta planta, para la elaboración de miel, vinagre y diversidad de bebidas; así también se aprovecha de las fibras del agave para artesanías y confección de sogas, alpargatas, hilos, entre otros (Castellano & Yugsi, 2015).

En Cotopaxi se aprovecha para elaborar shampoo de cabuya y también miel de cabuya, elaborada de forma ancestral en el Cantón Pujilí, productos que son comercializados dentro de dicha zona. Su aceptación como tal es mínima, por no tener más información al respecto, ya que los agaves han sido utilizados solo para delimitaciones terrenales (Arias, 2016).

7.2.3. *Agave furcraea andina*

Pertenece a la familia de las *Asparagaceae*, es denominada vernacularmente como cabuya, chuchau en el Norte del Perú y chunta paqpa en la Sierra Central y Sur del Perú (Iannacone, et al., 2014).

7.2.3.1. Componentes del *Agave furcraea andina*.

En la siguiente tabla se expone la composición química de cuatro tipos de agave:

Tabla 5. Composición de la planta de agave furcraea andina

	Fibra		Jugo		Bagazo
Cenizas	0.07%		Clorofila	Ceniza	0,122
Celulosas	73.80%		Carotenoides		0.0364
Resinas, grasas y grasas	1.90		Saponinas	Proteínas	9,84%
			Azucares	Elementos	71,29
Lignina	11.30		Resinas	Calcio	0,2165
			Flavonoides	Fósforos	0,09%
Pentosanos	10.50		Ácidos Orgánicos	Magnesios	0,2%
			Alquitranes	Fosforo	1,81%
			Agua	Solido	0,04%
			Lignina	Cobre	14%
Total	98.20		Calcio	Hierro	647%
			Lipoides	Magnesio	33%
			Fosforo	Zinc	17%

Fuente: Baldeón (2013)

7.2.3.2. Usos del *Agave furcraea andina*.

Tabla 6. Usos de *Furcraea andina*, *Agave americana L* y su savia (mishki)

Categoría	<i>Furcraea andina</i>	<i>Agave americana</i>	<i>Mishki</i>
Aditivos alimentarios	Hojas para madurar jora.	Hojas para madurar jora.	Usado como levadura.
Alimentos	Capullos de flores consumidos como alcaparras.	Capullos de flores consumidos como alcaparras, se hace harina de las hojas.	Calma la sed, edulcorante, fortificante. Para preparar almíbar, panela, vinagre, hielo, nata, pan, tortillas, parrilladas; un salvado se obtiene de raspar el corazón
Alimentos para animales	Hojas para preparar alimentos para animales.	Hojas, tallo floral, corazón y raíces como forraje para ganado.	Mihski y bagazo para cerdos, perros, aves de corral.
Combustible	Tallo, hojas y raíces florales utilizadas como leña.	Tallo floral, corazón, hojas y raíces utilizadas como leña; corazón como imprimación de combustible, biocombustible	
Materiales	Tallo floral y fibras de hojas utilizadas para hacer artesanías, en construcción (como vigas y cuerda), fibras para hacer colchones, estropajos y amarrar cosechas; para	Tallo floral, corazón y fibras foliares utilizadas para hacer artesanías; tallo floral y fibras para la construcción (como vigas y cuerdas); espina apical de la hoja como aguja e hilo; fibras para estropajos,	

Categoría	<i>Furcraea andina</i>	<i>Agave americana</i>	<i>Mishki</i>
	papel, tableros, revestimientos, embalajes y como sustituto de la fibra de vidrio; tallo floral utilizado como vara de cosecha; bulbillos, fibras y raíces utilizadas como champú; hojas y raíces utilizadas como jabón de lavar y para lavar pantorrillas	champú para prevenir caída del cabello y como jabón para lavar la ropa; deja como gel para el cabello para teñir y curar cuero; raíces y rizoma como champú y jabón de lavar, rizoma como mordiente; hojas como baldosas, pizarrones y juguetes; planta como perchero.	
Medicinal	Hojas para tratar la inflamación del hígado y sarna; raíces para tratar hematomas, heridas, úlceras y resfriados.	Hojas para tratar el dolor de cabeza, huesos rotos, reumatismo, para deshacerse de los parásitos y como anestésico; raíz para tratar la sífilis.	Para aliviar el dolor de reumatismo, huesos, músculos, garganta y corazón; para tratar la osteoporosis, la parálisis facial, afecciones renales, insuficiencia renal; condiciones gastrointestinales y hepáticas, estreñimiento; Sistema respiratorio Condiciones, resfriado, gripe, tos, “pasados de frío”; diabetes, obesidad, triglicéridos altos y colesterol; nacimiento y posparto, condiciones de la próstata, sangrado vaginal, hemorroides, condiciones de la piel, espinillas; cáncer. Para la flora intestinal Regeneración
Ambiental	Planta como cerca viva en agro-forestación. Hojas utilizadas como fertilizante.	Se planta como cerca viva y para prevenir la erosión del suelo. Ecoturismo; tallo floral como fertilizante; hojas como abono.	Descomposición de residuos orgánicos; bagazo como fertilizante, control de hongos en cultivos y repelente de insectos.
Social	Alcaparras utilizadas en platos tradicionales, preparado en Carnaval; fibras para hacer mantos ceremoniales.	Hojas como abortivas; hojas y raíz para curar enfermedades del alma; alcaparras utilizadas en platos tradicionales preparados en Carnaval.	Mishki es motivo de festivales y creencias; se usa para preparar bebidas alcohólicas como guarangas, chichas, curadas, pingolito, licor; que son consumidos en festividades y mingas. Mishki, guarango y licor como afrodisíacos, fertilidad y agente vigorizante; Mishki para baños vigorizantes; guarango como artículo de trueque.

Fuente: Torre (2018).

7.2.4. Aguamiel

Conocido también como jugo de agave, es la savia de color amarillento y de olor herbáceo que se obtiene al hacer la capación del maguey maduro, es decir, el corte de las hojas tiernas centrales antes del desarrollo del escapo central, posteriormente se raspa el centro del maguey, seguido del corte de las hojas para formar una cavidad de entre 20 a 30 cm de profundidad, la cual servirá para el almacenamiento de aproximadamente 1,500 litros de aguamiel durante un período de 3 a 6 meses, que son exudados del tejido del tallo del maguey Muñiz et al. (2015).

Es un líquido dulce, que puede ser ácido o ligeramente alcalino, así como incoloro y transparente, y al ser de origen vegetal, este posee un ligero olor herbáceo y contiene diversos

minerales, además de ser rico en carbohidratos y proteínas; por lo que debido a sus componentes se le atribuye propiedades curativas (Lema, 2015).

7.2.4.1. Composición del Aguamiel.

Según lo expone Muñiz et al. (2015), el aguamiel “es una bebida de sabor dulce, ácida o ligeramente alcalina rica en proteínas y carbohidratos como fructosa, glucosa y sacarosa por lo cual este producto natural resultaría ser un buen candidato para ser empleado en la industria de la fermentación” (p. 4).

Tabla 7. Contenido nutricional del aguamiel

Nutriente	Unidad	Valor por 100 g	Nutriente	Unidad	Valor por 100 g
Proximales			Minerales		
Agua	G	22,94	Calcio, Ca	Mg	1
Energía	kcal	310	Hierro, Fe	Mg	0,09
Proteína	G	0,09	Magnesio, Mg	Mg	1
Lípido total (grasa)	G	0,45	Fosforo, P	Mg	1
Hidrato de carbono	G	76,37	Potasio, K	Mg	4
Fibra dietética total	G	0,2	Sodio, Na	Mg	4
Azúcares totales	G	68,03	Zinc, Zn	Mg	0,01
Vitaminas					
Ácido ascórbico total, vitamina C	mg	17	Folato, DFF	G	30
Tiamina	mg	0,122	Vitamina A, RAE	g	8
Riboflavina	mg	0,165	Vitamina A	IU	156
Niacina	mg	0,689	Vitamina E	mg	0,98
Vitamina B-6	mg	0,234	Vitamina K	g	22,5

Fuente: Changoluisa (2020)

7.2.5. Fermentación alcohólica

Conocido también como fermentación del etanol o incluso fermentación etílica, es un proceso biológico de fermentación que ocurre sin presencia de oxígeno, producto de la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono, como es el caso de los azúcares; como son, la glucosa, la fructosa, la sacarosa, el almidón, entre otros; de los cuales se obtiene como producto final: un alcohol en forma de etanol (Lema, 2015).

Es un proceso biológico de fermentación en total ausencia de aire, originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono; para obtener como productos finales: un alcohol en forma de etanol ($\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-OH}$), dióxido de carbono (CO_2) en forma de gas y unas moléculas de ATP (Adenosin trifosfato) proveniente del ADP (Adenosin difosfato) que consumen los propios microorganismos en su metabolismo celular energético anaeróbico (Almeida, 2015).

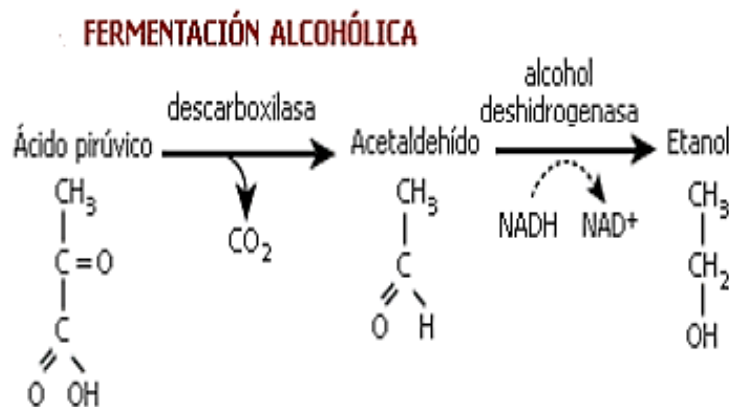
7.2.5.1. Condiciones de fermentación alcohólica.

Tabla 8. Condiciones para una buena fermentación alcohólica

Acidez	Este aspecto es fundamental, puesto que favorece a una perfecta fermentación, que evita la contaminación por microorganismos perjudiciales; por lo que, el pH óptimo para este proceso, debe oscilar entre 3.5 y 4.0.
Azúcares	Las concentraciones elevadas de azúcares son perjudiciales para las levaduras cuando sobrepasa de 30 °Brix.
Temperatura	La actividad de las levaduras empieza a los 20°C y conforme aumenta la temperatura se va haciendo más rápida hasta los 30°C, donde la fermentación se hace cada vez más lenta, e inclusive puede llegar a detenerse

Fuente: Lema (2015)

Figura 3. Fermentación alcohólica



Fuente: Vásquez (2016)

7.3. Glosario de términos

El presente glosario corresponde a las definiciones aportadas por la Real Academia Española (2021).

ADP. Nucleótido constituido por adenina, ribosa y dos moléculas de ácido fosfórico, formado por la hidrólisis del fosfato gamma del adenosintrifosfato con liberación de energía.

Agave. Es un género de plantas monocotiledóneas, generalmente suculentas, pertenecientes a la antigua familia Agavaceae a la que le daba su nombre.

Agave Americano. Es una planta perenne perteneciente a la familia Agavaceae. Originaria de México y el sur de Estados Unidos, se ha distribuido mundialmente como una planta ornamental.

Agave furcraea andina. Es una planta de especie fanerógama nativa de los Andes sudamericanos y muy difundida desde Colombia hasta los andes de Argentina.

Aguamiel. Jugo del maguey que fermentado produce el pulque.

Aglicona. En química orgánica es aquel agrupamiento no glucídico de un heterósido y es un compuesto sin azúcares que queda tras reemplazar por un átomo de hidrógeno el grupo glicosilo de un glucósido.

ATP. Nucleótido fundamental en la obtención de energía celular. Está formado por una base nitrogenada (adenina) unida al carbono uno de un azúcar de tipo pentosa.

Etanol. Es un líquido incoloro, inflamable y soluble en agua, que se obtiene de la fermentación de productos naturales ricos en hidratos de carbono; además es un componente fundamental de las bebidas alcohólicas. (Fórmula química: $CH_3 - CH_2OH$).

Fermentación. Es un proceso catabólico de oxidación incompleta que no requiere oxígeno y cuyo producto final es un compuesto orgánico.

Fructosano. Es un polímero formado por moléculas de fructosa y su estructura está formada por una molécula de glucosa ligada a múltiples unidades de fructosa.

Hidrosoluble. Es considerado un adjetivo con acción que puede disolverse en agua.

Maceración. Mantener sumergida alguna sustancia sólida en un líquido a la temperatura ambiente, con el fin de ablandarla o de extraer de ella las partes solubles.

Rotavapor. Es un dispositivo utilizado en laboratorios químicos para la eliminación eficiente y suave de los solventes de las muestras por evaporación.

Saponina. Es un tipo de metabolito secundario ampliamente estudiado por sus reconocidas propiedades biológicas.

Tensoactivos. Es aquella acción que modifica la tensión superficial del líquido en el que se halla disuelta.

8. Validación de hipótesis

- **Hipótesis nula**

Ho: Las dos variedades de agave y la concentración de solventes no influyen en la extracción de las saponinas.

Ho: La adición de las saponinas en el aguamiel no influye en el proceso de fermentación.

- **Hipótesis alternativa**

Ha: Las dos variedades de agave y la concentración solventes, influyen en la extracción de las saponinas.

Ha: La adición de las saponinas en el aguamiel influye en el proceso de fermentación.

9. Metodologías y Diseño Experimental

9.1. Metodología

9.1.1. Tipos de investigación

Se aplicaron los siguientes tipos de investigación:

9.1.1.1. Investigación exploratoria.

La investigación exploratoria es aquella que se efectúa sobre un tema u objeto desconocido o poco estudiado, por lo que sus resultados constituyen una visión aproximada de dicho objeto, es decir, un nivel superficial de conocimiento (Albán y Caiza, 2020).

Por lo tanto, se utilizó para indagar información sobre el tema de investigación “Evaluación del poder inhibitorio de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel” y se buscó estudios relacionados que permitan resolver el problema de la investigación.

9.1.1.2. Investigación experimental.

La investigación experimental se ha ideado con el propósito de determinar con confiabilidad posible relaciones de causa - efecto, para lo cual uno o más grupos llamados experimentales, se exponen a los estímulos experimentales y los comportamientos resultantes se comparan con los comportamientos de ese u otros grupos llamados de control, que no reciben el tratamiento o estímulo experimental (Albán y Caiza, 2020).

De tal manera, el tipo de investigación se aplicó para determinar la concentración de saponinas y el poder de inhibición en la fermentación del aguamiel, de manera que permita deducir el mejor tratamiento.

9.1.1.3. Investigación explicativa.

La investigación explicativa se trata de uno de los tipos de investigación más frecuentes y en los que la ciencia se centra. Es el tipo de investigación que se utiliza con el fin de intentar determinar las causas y consecuencias de un fenómeno concreto. Se busca no solo el qué sino el porqué de las cosas y cómo han llegado al estado en cuestión (Albán y Caiza, 2020).

Bajo este contexto, se puede decir que es aquella investigación que permitió determinar la relación causas y consecuencia en el desarrollo del proyecto.

9.1.2. Métodos de investigación

9.1.2.1. Método inductivo.

Es aquel que se establece un principio general una vez realizado el estudio, análisis de hechos y fenómenos en particular el método inductivo es utilizado cuando la observación de los hechos particulares se obtiene proposiciones generales (Changoluisa, 2020). Es por ello que se aplicó para plantear la hipótesis nula y la hipótesis alternativa.

9.1.2.2. Método deductivo.

Es aquel que lleva los principios descubiertos a casos particulares, a partir de un enlace de juicios, para luego aplicarlo a casos individuales y comprobar así su validez (Changoluisa, 2020).

Se aplicó para identificar el mejor tratamiento, definir las conclusiones y sugerir recomendaciones del proyecto de investigación.

9.1.2.3. Método científico.

Ofrece un conjunto de técnicas y procedimientos para la obtención de un conocimiento teórico con validez y comprobación científica mediante el uso de instrumentos fiables que no dan lugar a la subjetividad (Changoluisa, 2020).

Se realizó un arreglo factorial de AxB bajo un diseño de bloques completos al azar DBCA, en la extracción de las saponinas para aplicar en la fermentación del aguamiel.

9.1.3. Instrumentos de investigación

9.1.3.1. Ficha de observación.

Tipo de instrumento para conocer la manera como se desarrollan las actividades y los resultados (Albán y Caiza, 2020).

Es aquel instrumento que se utilizó para registrar los datos experimentales obtenidos del índice de espuma, análisis físicos - químicos (grado brix, grado alcohólico y pH), nutricional y microbiológico.

9.1.3.2. Fotografías

Se empleó para acumular evidencias del desarrollo de la fase experimental de la investigación.

9.2. Materiales, insumos y equipos

9.2.1. Materia prima e insumos

- Polvo fino de *Agave americana L.*
- Polvo fino de *Furcraea andina.*
- Etanol al 70%.
- Agua destilada.
- Agua.
- Aguamiel.

9.2.2. Equipos de laboratorio

- Vasos de precipitación.
- Espátula.
- Probetas.
- Tubos de ensayo.
- Frascos de vidrio.
- Estufa Memmert.
- Balanza electrónica.
- Rotavapor.
- pH – metro.
- Alcoholímetro.
- Brixómetro.
- Termómetro.

- Cocina industrial.

9.2.3. Implementos y herramientas

- Machete.
- Papel Aluminio.
- Cernidor.
- Tabla de picar.
- Molino.
- Papel filtro.
- Fundas herméticas.
- Bandejas metálicas.
- Balde plástico.

9.2.4. Equipo de protección personal

- Botas de caucho.
- Guantes.
- Mascarilla.
- Overol.
- Cofia.

9.2.5. Equipos y suministros de oficina

- Etiquetas.
- Marcador.
- Calculadora.
- Impresiones.
- Cuaderno.
- Internet.
- Anillados.
- Empastados.
- CD.

9.3. Obtención del polvo fino de las dos variedades de agave

9.3.1. Procedimiento

Para la obtención del polvo fino de las dos variedades de agave se realizó los siguientes procesos que se detalla a continuación:

9.3.1.1. Selección

En esta etapa se seleccionó los agaves, verificando la calidad de la materia prima de cada variedad.

Figura 4. Selección de Agaves



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.3.1.2. Recolección.

Se recolectó 8 Kg de *Agave americana L* y 9,28 Kg de *Furcraea andina*.

9.3.1.3. Cortado.

Se cortó en cuadros de aproximadamente de 4 - 6 cm de cada variedad.

Figura 5. Cortado de las hojas de agave *Americana L*



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.3.1.4. Secado.

Se procedió a secar en un horno acondicionando a una temperatura de 60°C, durante tres días, obteniendo un peso de 0,88Kg de hoja secas de *Agave americana L* y 0,74Kg de hoja seca de agave *Furcraea andina*).

Figura 6. Hojas secas



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.3.1.5. Molienda.

Luego se procedió a moler las hojas secas de las dos variedades de agave.

Figura 7. Molido de agaves



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.3.1.6. Tamizado.

En esta etapa se tamizó con el objetivo de separar la fibra gruesa.

Figura 8. Tamizado del polvo de agaves



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.3.1.7. Producto final.

Finalmente se obtuvo 200g de polvo fino de cada variedad de agave.

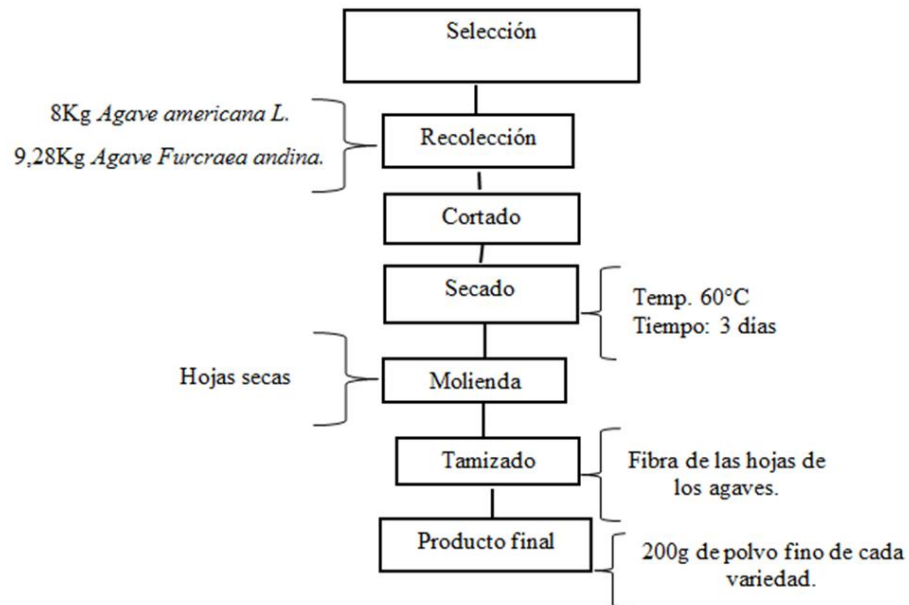
Figura 9. Polvo fino del *Agave americana L*



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.3.2. Diagrama de flujo de la obtención del polvo fino de las dos variedades agave

Figura 10. Obtención de polvo fino de las variedades de agave



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.4. Extracción de saponinas por maceración

9.4.1. Procedimiento

En la extracción de las saponinas por el método de maceración se realizó los siguientes procesos que se describen a continuación:

9.4.1.1. Materia prima.

En esta etapa se recibió 150g de polvo fino de cada variedad (*Agave americana L* y *Furcraea andina*).

Figura 11. Polvo fino



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.4.1.2. Pesado de las muestras.

Luego se procedió a pesa 15 muestras de 10g de polvo fino de cada variedad de agave.

Figura 12. Pesado de polvo fino



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.4.1.3. Preparación del solvente.

Posterior a ello, se ejecutó colocando las concentraciones de solventes (agua - etanol) + 10g de polvo fino de cada variedad, de esta manera se da cumplimiento a la relación 1:9 establecida para la metodología.

Figura 13. Preparación del solvente



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.4.1.4. Maceración.

En esta etapa se realizó la maceración durante 72 horas adaptando en un lugar oscuro a temperatura ambiente.

Figura 14. Maceración de las muestras



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.4.1.5. Filtración.

Se filtró las muestras con la finalidad de separar de todos los materiales extraños.

Figura 15. Filtración



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.4.1.6. Prueba de espuma.

Se colocó 2ml de saponinas y 2ml de agua destilada en un tubo de ensayo; finalmente se agita durante 30 segundos y con una regla se midió en centímetros (cm) la cantidad de espuma producida.

Figura 16. Prueba de espuma



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.5.1.7. Separación de compuestos en el rotavapor.

En el rotavapor se realizó la separación de los solventes de los cuatro tratamientos con mayor cantidad de espuma producida, acondicionando a una temperatura de 50°C con 24-30 RPM, durante 10 minutos.

Figura 17. Muestra de etanol con polvo de agave

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

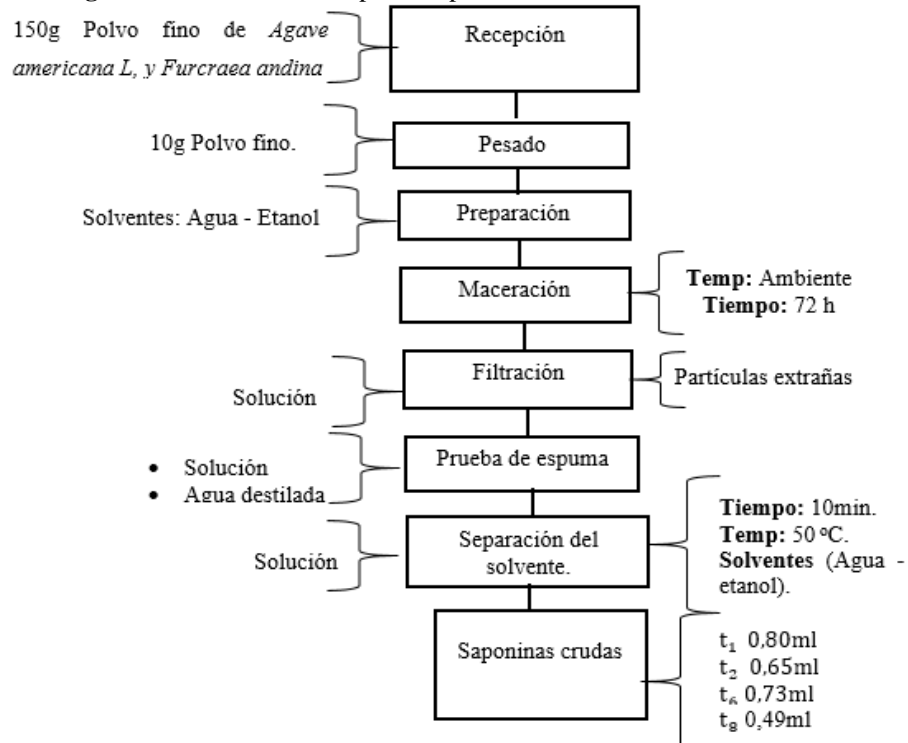
9.4.1.8. Extracto crudo de saponinas de agaves.

Finalmente se obtuvo los siguientes resultados del extracto de las saponinas crudas.

Figura 18. Saponinas crudas

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.4.2. Diagrama de flujo de extracción de saponinas por maceración

Figura 19. Extracción de saponinas por maceración

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.5. Cuantificación de saponinas

Los resultados se enviaron a analizar en el Laboratorio Multianalítica S.A. para que sean sometidos a un análisis de cromatografía líquida de alta eficacia para la cuantificación de las saponinas.

9.6. Extracción del aguamiel del *Agave americana L*

9.6.1. Procedimiento

Para la extracción del aguamiel del *Agave americana L* se realizó los siguientes procesos para su obtención.

9.6.1.1. Selección

Se seleccionó la penca del *Agave americana L* considerando su estado de madurez, sin defectos y plagas, etc.

9.6.1.2. Corte

A continuación, se procedió a cortar las hojas y se realizó un agujero en el centro de la penca.

9.6.1.3. Raspado

Luego se raspó el corazón de la planta para que empiece a producir el jugo.

9.6.1.4 Cubierta

Posteriormente se procedió a cubrir el agujero.

9.6.1.5. Reposado

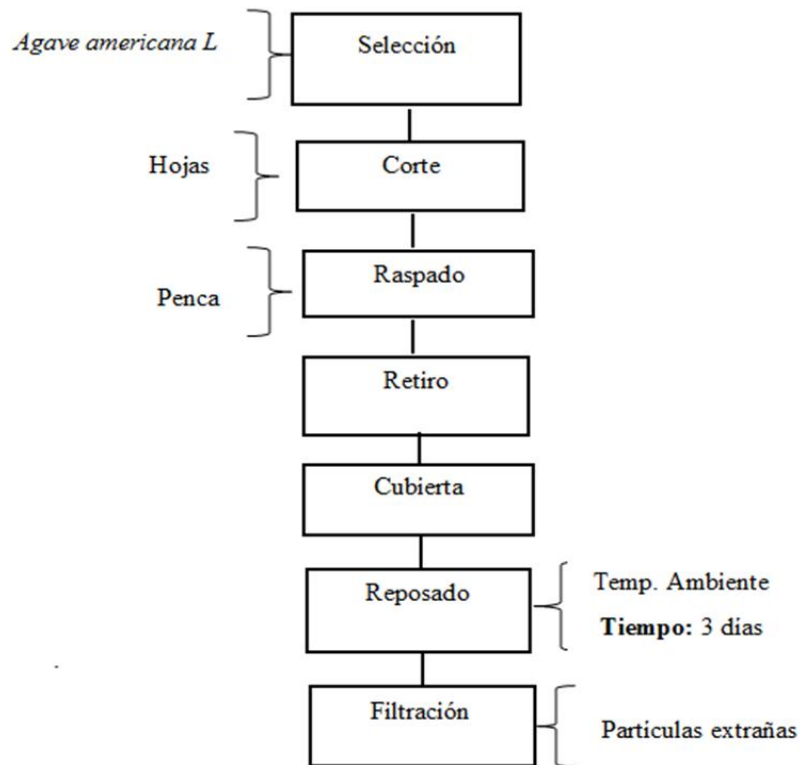
Se dejó reposar al agave durante 3 días para poder obtener una buena cantidad de jugo.

9.6.1.6. Filtración

Finalmente se filtra el aguamiel para descartar objetos o materiales extraños.

9.6.1. Diagrama de flujo de la extracción del aguamiel del *Agave americana L*

Figura 20. Extracción del aguamiel del *Agave americana L*



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.7. Aplicación de las saponinas en el aguamiel

9.7.1. Procedimiento

Para la aplicación de las saponinas en el aguamiel se desarrolló los siguientes procesos:

9.7.1.1. Recepción de materia prima.

En la recepción de la materia prima se receiptó saponinas crudas del t_1 con 0,80ml, t_2 con 0,65ml, t_6 con 0,73ml y t_8 con 0,49ml y 2000ml de aguamiel.

Figura 21. Recepción de materia prima



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.7.1.2. Pesado.

Posteriormente se pesó 0,05ml de las saponinas de cada tratamiento y 400ml de aguamiel.

Figura 22. Preparación de las muestras

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.7.1.3. Preparación de las muestras.

Se preparó cinco muestras de 400ml de aguamiel y se añade 0,05ml de saponinas de los tratamientos t_1 , t_2 , t_6 y t_8 en las muestras. Sin embargo, cabe recalcar que se denominó una muestra patrón del aguamiel.

Figura 23. Preparación de las muestras

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.7.1.4. Fermentación.

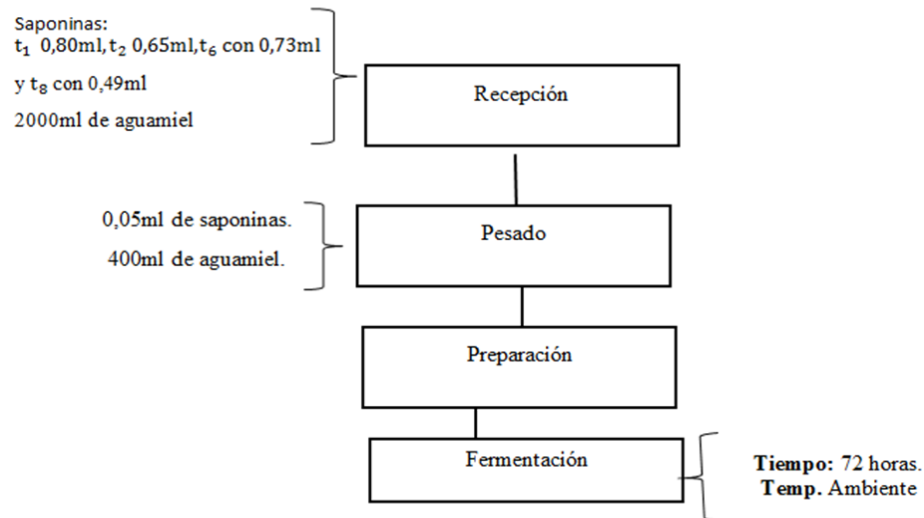
Durante el proceso de la fermentación del aguamiel con adición de saponinas se registró los siguientes parámetros físico-químicos: °Brix, grados alcohólicos y el pH; cada 24 horas durante 72 horas.

Figura 24. Proceso de fermentación

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.8.2. Diagrama de flujo de la aplicación de las saponinas en el aguamiel

Figura 25. Aplicación de las saponinas en el aguamiel



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

9.8. Diseño experimental

El presente estudio se evaluó diseño en arreglo factorial de A*B bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) con 3 repeticiones. El factor A con dos niveles y el factor B con cinco niveles dando un total de 10 tratamientos.

9.8.1. Factores en estudio

- **Factor A:** Variedades de agave.
 - a1:** *Agave americana L.*
 - a2:** *Furcraea andina.*
- **Factor B:** Concentración de solventes.
 - b1:** 100% Agua.
 - b2:** 75% Agua – 25% Etanol.
 - b3:** 50% Agua – 50% Etanol.
 - b4:** 25% Agua – 75% Etanol.
 - b5:** 100% Etanol.

9.8.2. Variables e indicadores

En la tabla 9, se detalla la variable dependiente y las variables independientes con sus respectivas variables de respuesta.

Tabla 9. Cuadro de variables

Variable dependiente	Variable independiente	Indicadores
Concentración de saponinas.	Factor A Variedades de agave. <i>Agave americana L</i> <i>Furcraea andina</i> Factor B Concentraciones de solventes. 100% Agua 75% agua – 25% etanol 050% agua – 50% etanol 25% agua – 75% etanol 100% etanol	Índice de espuma
		Medida en centímetros (cm).
		Cuatro mejores tratamientos del índice de espuma
		Porcentaje
		Cuantificación de saponinas (método HPLC)
		Mejor tratamiento de la fermentación:
		Análisis de laboratorio.
		Físico – químicos, nutricional y microbiológico.

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

9.8.3. Tratamientos de estudio

En la siguiente tabla 10, se detalla los tratamientos de estudio, donde se realizaron 10 tratamientos con 3 repeticiones.

Tabla 10. Descripción de los tratamientos de estudio

Repetición	Tratamientos	Códigos	Descripción
I	t ₁	a ₁ b ₁	Polvo fino de <i>Agave americana L</i> + solvente (100% Agua)
	t ₂	a ₁ b ₂	Polvo fino de <i>Agave americana L</i> + solvente (75% Agua - 25% Etanol)
	t ₃	a ₁ b ₃	Polvo fino de <i>Agave americana L</i> + solvente (50% Agua - 50% Etanol)
	t ₄	a ₁ b ₄	Polvo fino de <i>Agave americana L</i> + solvente (25% Agua - 75% etanol)
	t ₅	a ₁ b ₅	Polvo fino de <i>Agave americana L</i> + solvente (100% Etanol)
	t ₆	a ₂ b ₁	Polvo fino de <i>Furcraea andina</i> + solvente (100% Agua)
	t ₇	a ₂ b ₂	Polvo fino de <i>Furcraea andina</i> + solvente (75% Agua - 25% Etanol)
	t ₈	a ₂ b ₃	Polvo fino de <i>Furcraea andina</i> + solvente (50% Agua - 50% Etanol)
	t ₉	a ₂ b ₄	Polvo fino de <i>Furcraea andina</i> + solvente (25% Agua - 75% etanol)
	t ₁₀	a ₂ b ₅	Polvo fino de <i>Furcraea andina</i> + solvente (100% Etanol)

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

10. Análisis y discusiones de resultados

10.1. Índice de espuma

Mediante el índice de espuma se registraron los siguientes valores de cada uno de los tratamientos y fueron reportados en centímetros (cm), de tal manera se observa en la tabla 11.

Tabla 11. Índice de espuma

Tratamientos:	t1	t2	t3	t4	t5	t6	t7	t8	t9	t10
Repetición 1:	3cm	4,5cm	1,3cm	0,2cm	0,01cm	6,2cm	2,9cm	6 cm	2,7cm	1,1cm
Repetición 2:	4,3cm	3,5cm	1,1cm	0,3cm	0,01cm	6,6cm	4,2cm	5,9cm	3,4cm	1,6cm
Repetición 3:	3,5cm	3cm	1,2cm	0,4cm	0,01cm	5,9cm	3,5cm	5.8cm	4,3cm	2cm

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021.

10.1.1. Análisis de varianza

Según la tabla 12, se demuestra el análisis de varianza del índice de espuma para la concentración de saponinas.

Tabla 12. Análisis de varianza del índice de espuma

F.V.	SC	GL	CM	F. calculada	p-valor	F. crítico
Variedades de agave	42,4116	1	42,4116	172,0940	<0,0001	5% - 4,41**
Concentración de solventes	63,6358	4	15,6589	63,5395	<0,0001	5% - 2,93**
VA*CS	19,8431	4	4,9608	20,1294	<0,0001	5% - 2,93**
Repeticiones	0,4506	2	0,2253	0,9143	0,91434	5% - 3,55ns
Error	4,4360	18	0,2464			
Total	129,7773	29				
C.V.	16,8605					

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

F.V: Fuente de variación, SC: Suma de cuadrados, GL: Grados de libertad, CM: Cuadrados medios, CV (%): Coeficiente de variación, **: Altamente significativo, *: Significativo, ns: No significativo.

Con los datos obtenidos en la tabla 12, se menciona en el análisis de varianza del índice de espuma, se obtuvo que el p-valor es altamente significativo para las variedades de agave, concentración de solventes y para la interacción de variedades de agave * concentración de solventes, es decir que se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa, indicando que las dos variedades de agave y la concentración de solventes influyen en la extracción de las saponinas, por ello se requiere aplicar el test de Tukey al 5%. Lo contrario en las repeticiones no son significativos.

Además, se puede constatar que el coeficiente de variación no es confiable lo que significa que de 100 repeticiones 16,86 van a ser diferentes y el 83,14 van a ser iguales para los tratamientos de acuerdo al índice de espuma.

Tabla 13. Test de Tukey de las variedades de agave

Variedades de agave	Medias	N	E.E.	Grupos Homogéneos
a_2	4,1333	15	0,12818	A
a_1	1,7553	15	0,12818	B

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

De acuerdo a la tabla 13, en el test de Tukey al 5% para el análisis de las variedades de agave, el a_2 correspondiente al agave *Furcraea andina* con un promedio de 4,13 ubicado en el rango A, lo que indica la mayor cantidad de índice de espuma presente en los tratamientos y el a_1 correspondiente al *Agave americana L* con un promedio de 1,75 ubicado en el rango B con menor cantidad de índice de espuma presente en sus tratamientos.

Tabla 14. Test de Tukey de la concentración de solventes

Concentración de solventes	Medias	N	E.E.	Grupos homogéneos
b_1	4,9167	6	0,2026	A
b_2	3,5833	6	0,2026	B
b_3	3,5500	6	0,2026	B
b_4	1,8833	6	0,2026	C
b_5	0,7883	6	0,2026	D

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Según la tabla 14, en el test de Tukey al 5% para el análisis de la concentración de solventes son altamente significativos, el solvente b_1 (100% agua) con un promedio de 4,91 se encuentra en el rango A; el solvente b_2 (75% agua -25% etanol) con un promedio de 3,58 y el solvente b_3 (50% agua – 50% etanol) con un promedio de 3,55 se encuentra en el rango B, el solvente b_4 (25% agua -75% etanol) con un promedio de 1,88 se encuentra en el rango C y el solvente b_5 (100% etanol) con un promedio de 0,78 se encuentra en el rango D.

Tabla 15. Test de Tukey de la interacción de VA*CS

Variedades de agave	Concentración de solventes	Medias	n	E.E.	Grupos homogéneos
a_2	b_1	6,2333	3	0,28661	A
a_2	b_3	5,9000	3	0,28661	A
a_1	b_2	3,6667	3	0,28661	B
a_1	b_1	3,6000	3	0,28661	B
a_2	b_2	3,5000	3	0,28661	B
a_2	b_4	3,4667	3	0,28661	B
a_2	b_5	1,5667	3	0,28661	C
a_1	b_3	1,2000	3	0,28661	C D
a_1	b_4	0,3000	3	0,28661	C D
a_1	b_5	0,0100	3	0,28661	D

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

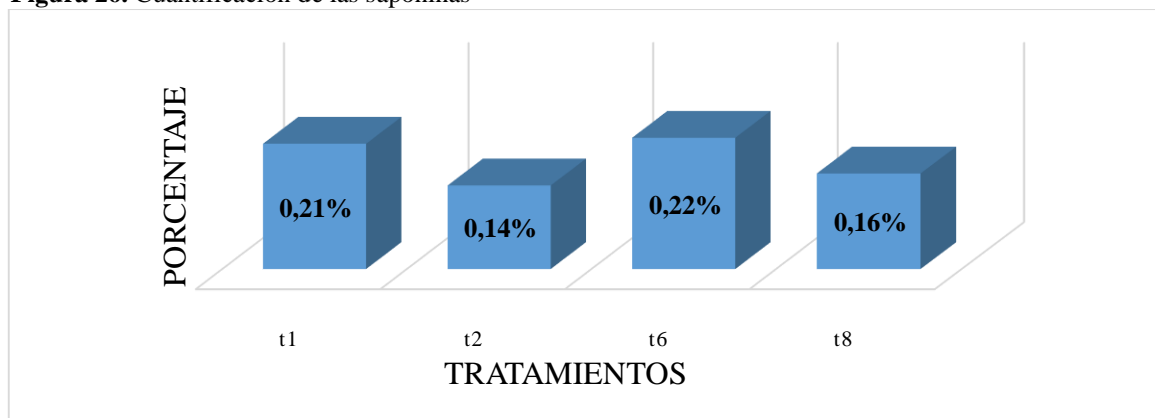
En la tabla 15, la interacción entre los factores: variedades de agave por la concentración de solventes, el tratamiento t_6 (a_2b_1) presenta un promedio de 6,23cm y el t_8 (a_2b_3) con un promedio de 5,9cm. Los cuales han presentado una alta cantidad de espuma correspondientes al agave *Furcraea andina* y se encuentra en el rango A.

Se ha tomado en consideración el t_2 (a_1b_2) con un promedio de 3,66cm y el t_1 (a_1b_1) con un promedio de 3.6cm del *Agave americana L* y se encuentra en el rango B.

En conclusión, se registró los datos de los 2 tratamientos con mayor cantidad del índice de espuma de cada variedad de agave.

10.2. Cuantificación de saponinas por el método de cromatografía líquida de alta eficacia

Para observar la concentración de saponinas se realizó la cuantificación mediante el método HPLC.

Figura 26. Cuantificación de las saponinas

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

En la figura 26, con los resultados obtenidos de la cuantificación de las saponinas por el método de HPLC se reportó los siguientes resultados: en el t_1 (a_1b_1) contiene 0.21%, t_2 (a_1b_2) contiene 0.14%, t_6 (a_2b_1) contiene 0.22% y el t_8 (a_2b_3) contiene 0.16% de saponinas.

Lozano (2012) afirma en su estudio “Cuantificación de saponinas en residuos de quinua real *Chenopodium Quínoa* Willd” que la mejor relación m/v de extracción es 1/9, su tiempo de extracción óptimo es de 72h y la mejor mezcla es con 50/50 EtOH/H₂O y obtuvo 0,2% de concentración de saponinas; en comparación con la investigación el t_6 (a_2b_1) que contiene con 0.22%, y el t_1 (a_1b_1) con 0,21% presentan similitud bibliográficamente según la concentración de saponinas de los residuos de quinua.

Según Hernández et al. (2005), el estándar de la concentración de saponinas del *Agave lechuguilla es* (1-2%); en comparación con el estudio del t_6 (a_2b_1) que corresponde al (polvo fino de *Furcraea andina* + 100% agua) con una concentración de saponinas de 0,22%, por lo tanto, no se encuentra en el rango de concentración de saponinas según bibliográficamente, se efectúa esta comparación debido a que los agaves se encuentran en la familia agavacea, plantas monocotiledóneas que abarca a las saponinas esteroideas.

10.3. Fermentación del aguamiel con la adición de saponinas

En la fermentación del aguamiel se realizó los siguientes parámetros físico – químicos: °Brix, pH y el grado alcohólico, donde se registró los datos cada 24 horas durante 3 días.

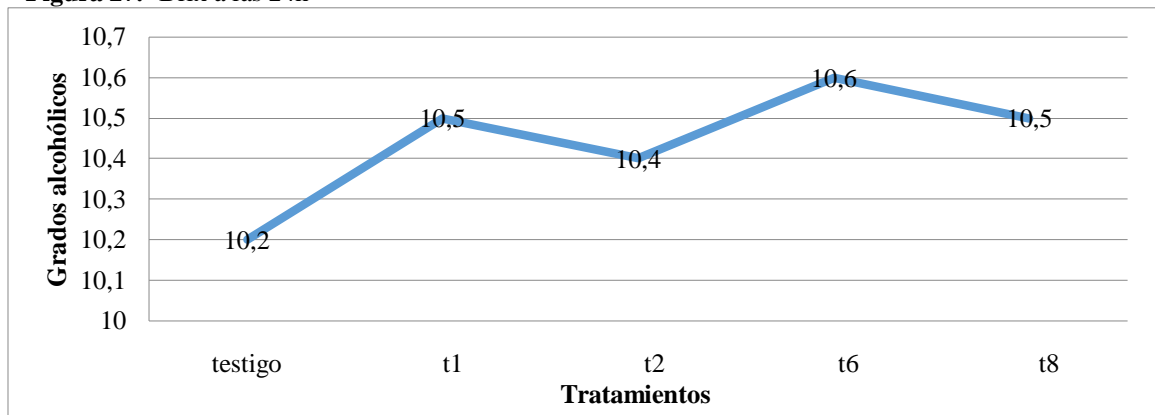
+10.3.1. Variables físicos – químicos en la fermentación del aguamiel

10.3.1.1. Condiciones iniciales en el proceso de la fermentación

En el aguamiel se registró en el día inicial las siguientes variables físico - químicas: 8 de pH, 11°Brix y 2,8 de grado alcohólico.

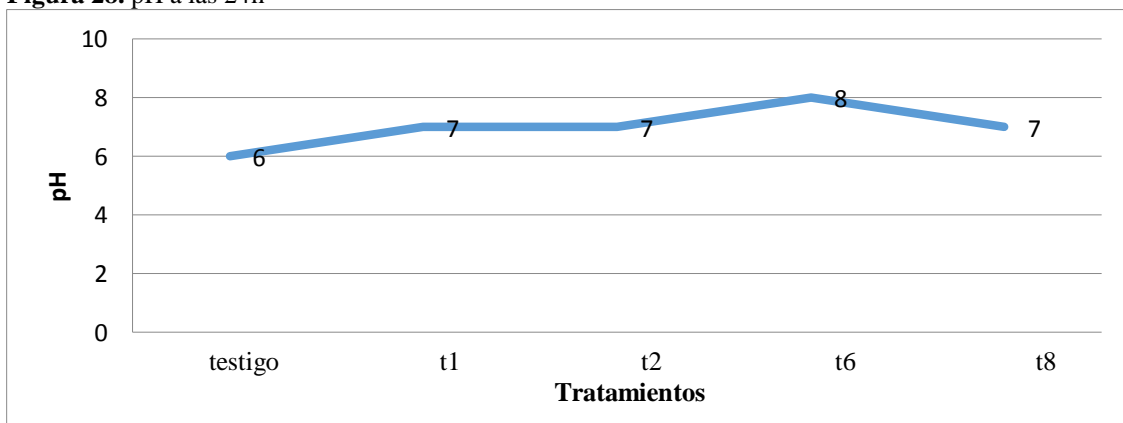
10.3.1.2. Fermentación a las 24 horas

En el proceso de la fermentación del aguamiel se registró las siguientes variables físicas – químicas que se detallan a continuación:

Figura 27. °Brix a las 24h

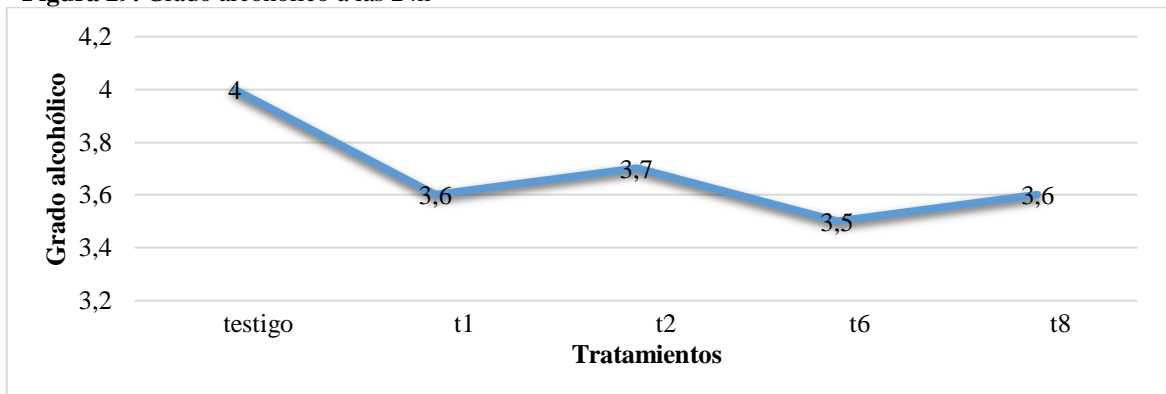
Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

En la figura 27, a las 24 horas en el proceso de fermentación se observó los cambios en la variable °Brix. El tratamiento t_6 (a_2b_1) presentó 10,6 °Brix, t_8 (a_2b_3) y el t_1 (a_1b_1) indicó 10,5°Brix y el t_2 (a_1b_2) mostró 10,4°Brix; a diferencia del tratamiento testigo existen una variación mínima, debido a que muestra 10,2°Brix.

Figura 28. pH a las 24h

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Según la figura 28, a las 24 horas se evidenció que el tratamiento t_6 (a_2b_1) presentó un pH de 8, t_1 (a_1b_1), t_2 (a_1b_2) y el t_8 (a_2b_3) presentaron un pH de 7, de tal manera existe una diferencia con el tratamiento testigo que indicó un pH de 6.

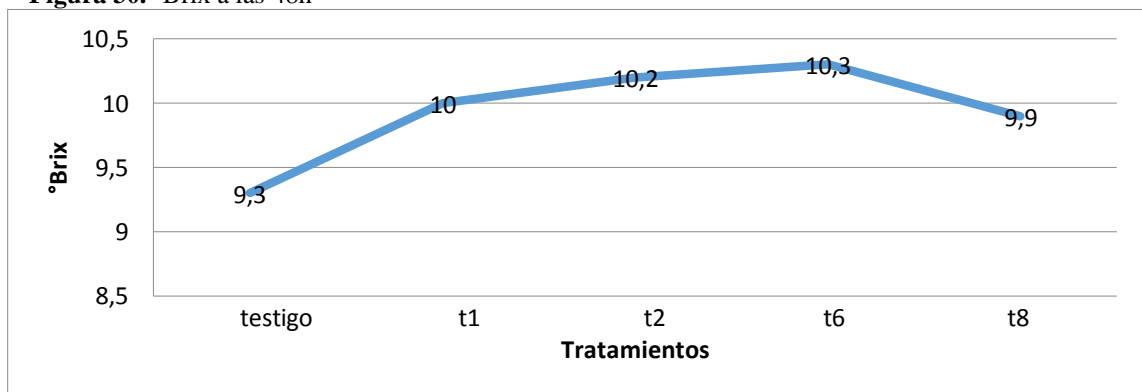
Figura 29. Grado alcohólico a las 24h

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

La figura 29, a las 24 horas del proceso de la fermentación indicó el t_6 (a_2b_1) un grado alcohólico de 3,5; el t_8 (a_2b_3) y el t_1 (a_1b_1) presentaron 3,6 de grado alcohólico y el t_2 (a_1b_2) con un grado alcohólico de 3,7 a diferencia del tratamiento testigo que presentó un grado alcohólico de 4. Por lo tanto, se evidenció las variaciones que presentaron los tratamientos de estudio.

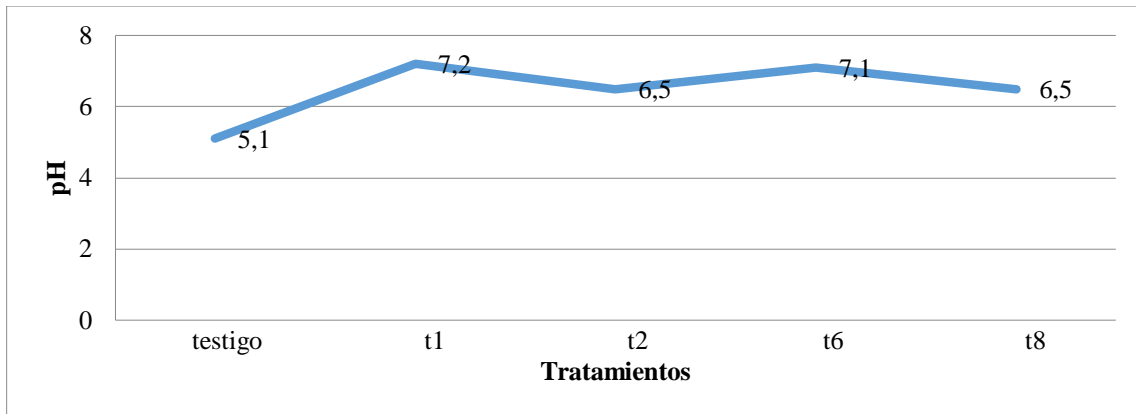
10.3.1.3. Fermentación a las 48 horas

De tal manera, se registró los siguientes parámetros:

Figura 30. °Brix a las 48h

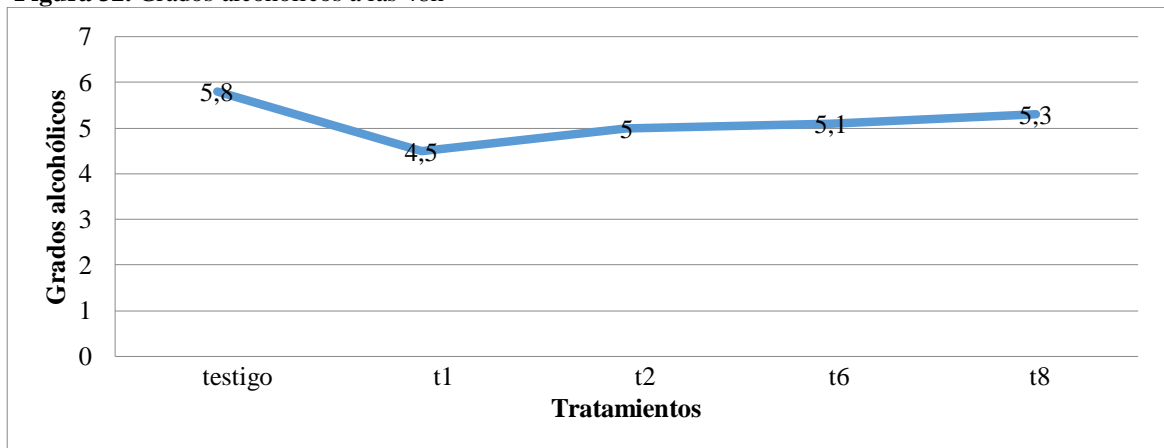
Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Según la figura 30, a las 48 horas se observó que el tratamiento t_6 (a_2b_1) presentó 10,3°Brix, el t_2 (a_1b_2) indicó 10,2°Brix, el t_1 (a_1b_1) con 10°Brix, el t_8 (a_2b_3) presentó 9,9°Brix y el tratamiento testigo indica un menor °Brix de 9,3.

Figura 31. pH a las 48h

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Según la figura 31, a las 48 horas indicó que el tratamiento t_1 (a_1b_1) presentó un pH de 7,2 t_6 (a_2b_1) con un pH de 7,1; el t_2 (a_1b_2) y el t_8 (a_2b_3) presentaron un pH de 6,5 a diferencia del tratamiento testigo que muestra un pH bajo de 5,1.

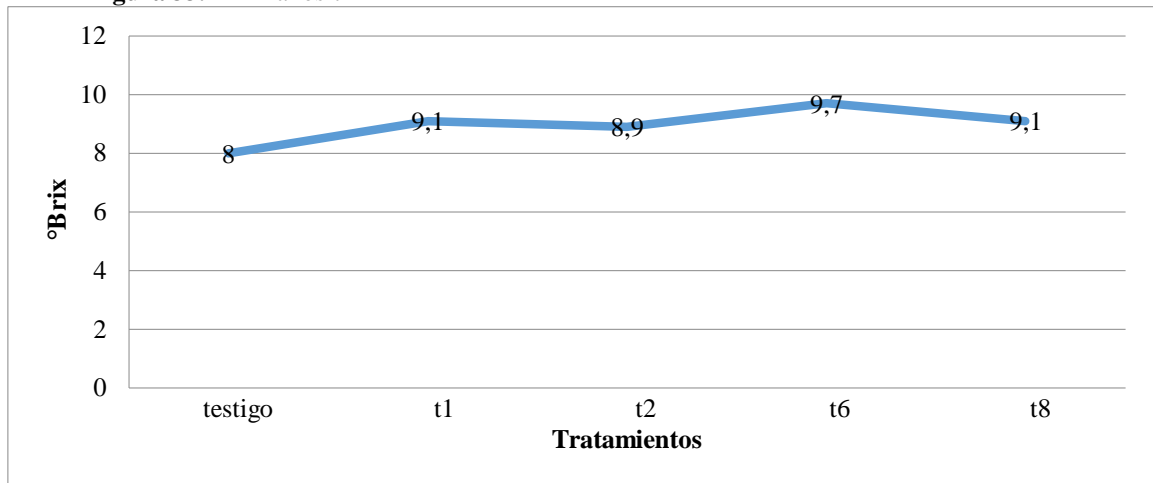
Figura 32. Grados alcohólicos a las 48h

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

La figura 32, a las 48 horas se verificó que el tratamiento t_1 (a_1b_1) presentó un grado alcohólico de 4,5; el t_2 (a_1b_2) con un grado alcohólico de 5, el t_6 (a_2b_1) con un grado alcohólico de 5.1 y el t_8 (a_2b_3) con un grado alcohólico de 5,3, es posible mencionar que existe variación mínima a diferencia del tratamiento testigo que va aumentando los grados alcohólicos.

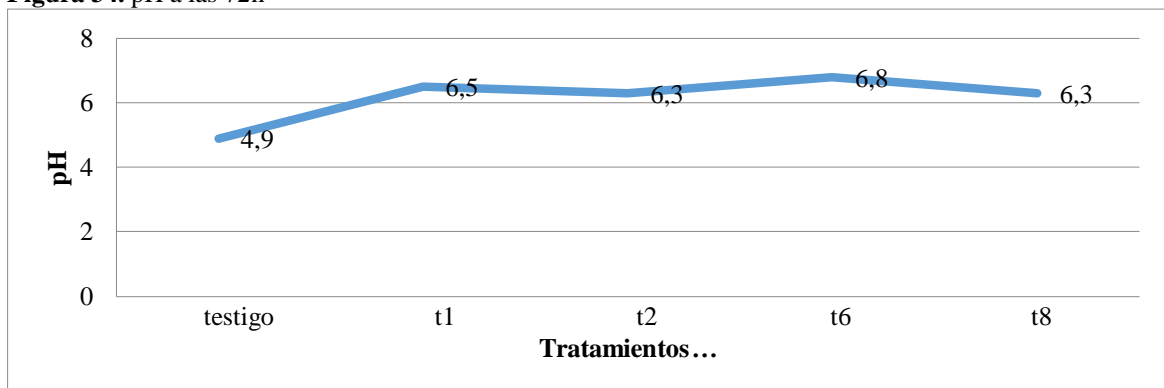
10.3.1.4. Fermentación a las 72 horas

En la fermentación a las 72 horas se reportó los siguientes parámetros:

Figura 33. °Brix a los 72h

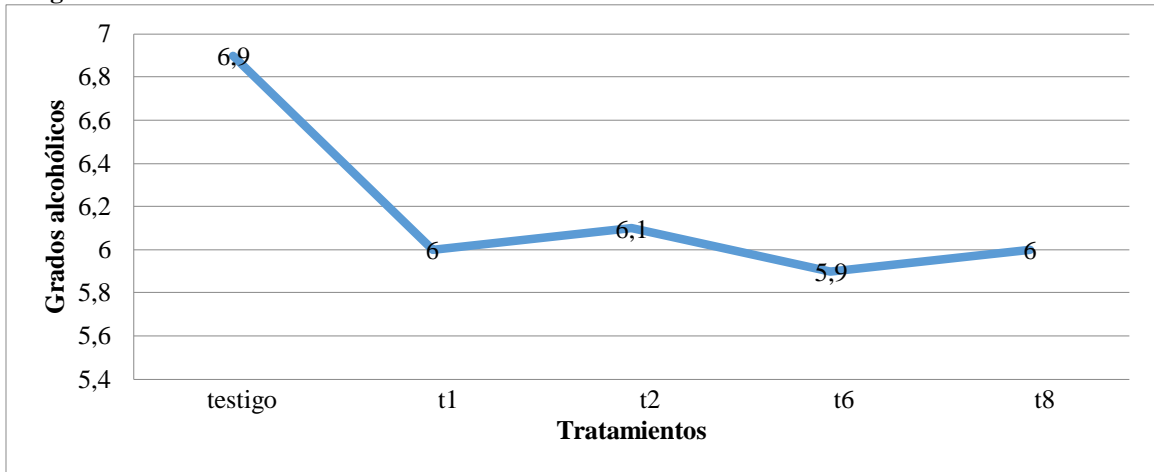
Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Con respecto a la figura 33, a las 72 horas se indicó que el tratamiento t_6 (a_2b_1) presentó 9,7°Brix, el t_1 (a_1b_1) y t_8 (a_2b_3) indicó 9,1°Brix; t_2 (a_1b_2) con un 8,9°Brix, a diferencia del tratamiento testigo que tuvo una disminución leve de los °Brix con 8.

Figura 34. pH a las 72h

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Según la figura 34, a las 72 horas se observó que el tratamiento t_6 (a_2b_1) presentó un pH de 6,8; t_1 (a_1b_1) indicó un pH de 6,5; el t_2 (a_1b_2) y $T8$ t_8 (a_2b_3) presentaron un pH de 6,3; a diferencia del tratamiento testigo que muestra un pH de 4,8.

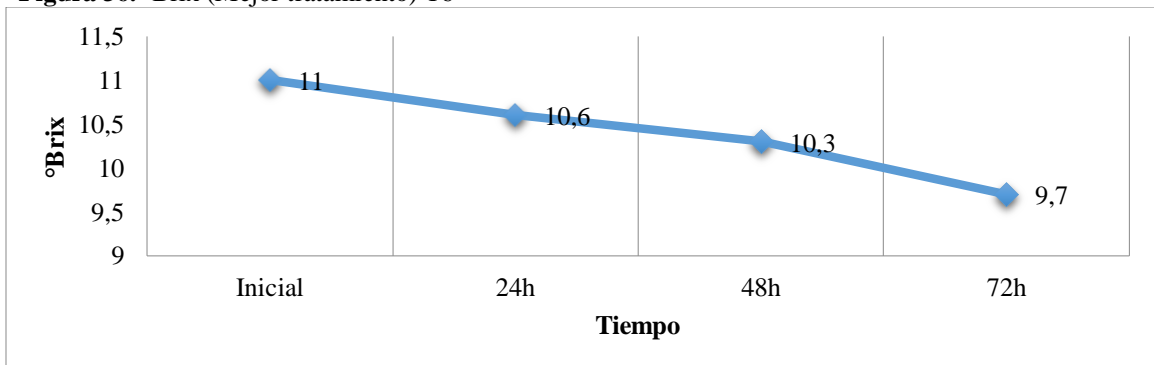
Figura 35. Grado alcohólico a las 72h

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

En la figura 35, a las 72 horas del proceso de la fermentación se observó que el mejor tratamiento t_6 (a_2b_1) presentó 5,9 de grado alcohólico, el t_1 (a_1b_1) y el t_8 (a_2b_3) con 6 de grado alcohólico y el t_2 (a_1b_2) con 6,1 de grado alcohólico a diferencia del tratamiento testigo que tiene mayor contenido del grado alcohólico 6,9.

10.3.1.5. Mejor tratamiento

Las adición de saponinas influyen en la fermentación del aguamiel, de tal manera que se pudo identificar que existió una leve inhibición en el proceso fermentativo ya que los parámetros físicos y químicos casi se mantuvieron similares a las condiciones iniciales, esto debido a la acción destructiva de las saponinas sobre las levaduras, reduciendo su concentración y por ende aumentando el tiempo de fermentación del aguamiel, a continuación, se detalla los siguientes resultados de los parámetros efectuados.

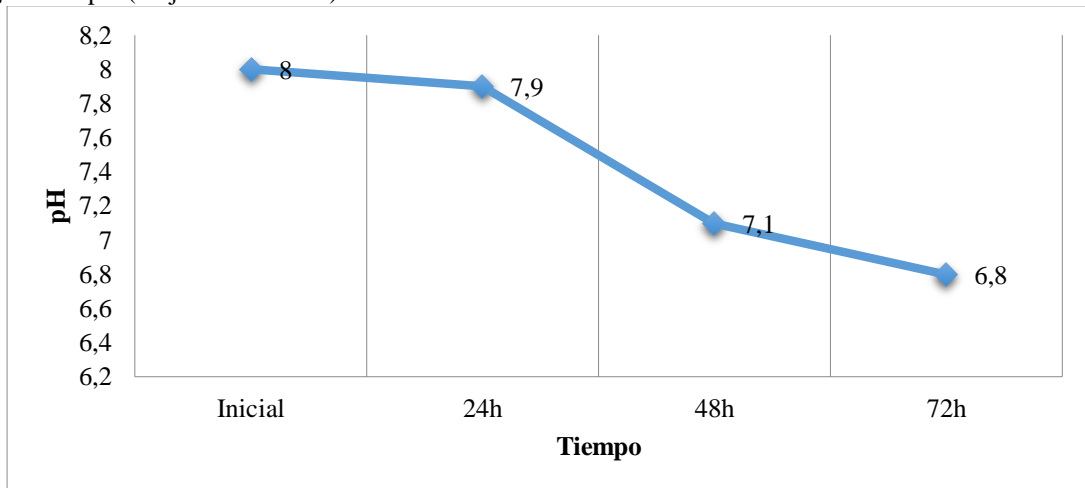
Figura 36. °Brix (Mejor tratamiento) T6

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Con respecto la figura 36 se observó que el mejor tratamiento t_6 (a_2b_1) que corresponde al (polvo fino de agave *Furcraea andina* + solvente (100% agua)) presentó 11°Brix inicial durante

el proceso de fermentación tuvo variaciones con un 9,7°Brix a las 72 horas. Existe una razón por lo cual ha presentado una disminución lenta de °Brix, de acuerdo con el estudio de Herrera et al. (2008), afirma que los cambios químicos del aguamiel de agave se producen por una sucesión de diversos grupos microbianos entre las cuales se encuentran las bacterias ácido láctico de los géneros *Saccharomyces cerevisiae*, *Lactobacillus* y *Leuconostoc*.

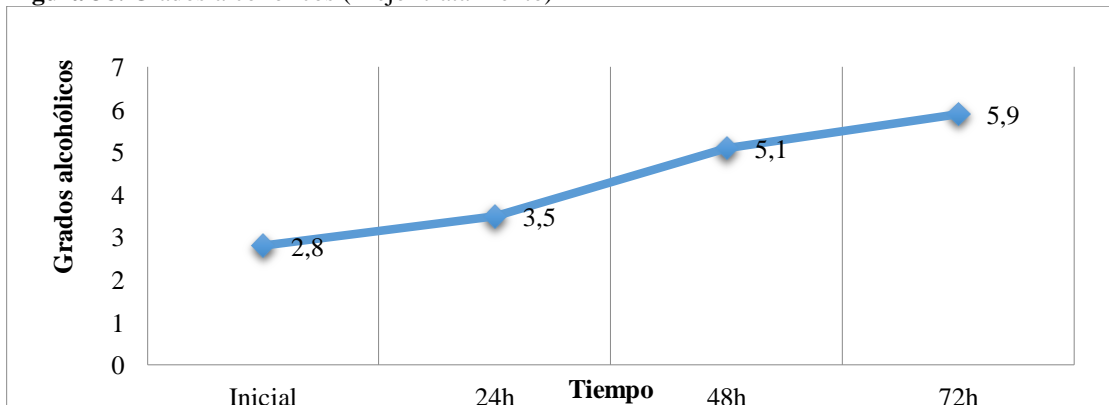
Figura 37. pH (Mejor tratamiento) T6



Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

De tal manera la figura 37, se observó que el mejor tratamiento t_6 (a_2b_1) que corresponde al (polvo fino de agave *Furcraea andina* + solvente (100% agua)) presentó un pH inicial de 8 y llegó a presentar un pH, a las 72 horas día 3 de 6,8. Whinting (1976) afirma que “la disminución inicial de los valores de pH se atribuye a la generación de ácidos excretados por la acción de la levadura durante la fermentación y presentan una relevante importancia como la otorgación de aromas y pueden tener efecto en la inhibición microbiana, siendo el ácido pirúvico y el glicerol los principales productos obtenido en la primera etapa de fermentación” (p. 85).

Figura 38. Grados alcohólicos (Mejor tratamiento)



Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Con respecto a la figura 38 se observó que el mejor tratamiento t_6 (a_2b_1) que corresponde al (polvo fino de agave *Furcraea andina* + solvente (100% agua)), para ello cabe mencionar que

inició con un grado alcohólico de 2,8 y a las 72h presentó 5,9 de grado alcohólico. Por lo tanto, Hernández (2017), menciona que el grado alcohólico se genera una cantidad de etanol significativa cuando existe una alta concentración de azúcares totales en el aguamiel o pulque.

10.3.2. Análisis físico – químico, microbiológicos y nutricional

Del mejor tratamiento seleccionado se realizó el análisis físico – químico, microbiológico y nutricional, lo cual se detalla a continuación los siguientes resultados.

10.3.2.1. Análisis físico – químico.

Tabla 16. Análisis físico – químico del mejor tratamiento

Parámetros	Resultados	Unidad
Sólidos solubles	11,75	%
pH	4,03	
Grado alcohólico	0,26	°GL

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

De acuerdo al análisis físico-químico ejecutado al mejor tratamiento se obtuvo los siguientes resultados, 11,75% de sólidos solubles, 4,03 de pH, y 0,26 °GL grado alcohólico tomado la lectura en Gay-Lussac.

El pH del aguamiel es de 4 lo cual Según la Norma Mexicana NMX-V-037-1972 se encuentra en el rango establecido denominado como aguamiel Tipo II que debe ser <4,5.

Los sólidos solubles obtenidos 11,75°Brix fueron cercanos a los establecidos en la norma mexicana, ya que son aquellos que representan principalmente azúcares

10.3.2.2. Análisis microbiológico.

Tabla 17. Análisis microbiológico del mejor tratamiento

Parámetros	Unidades resultadas	Resultado	Unidades norma	Método de análisis interno	Método de análisis de referencia
Recuento de coliformes totales	UFC/ml	< 10	UFC/cm ³	MMI-108	NTE INEN ISO 4832:2016
E. coli (recuento)	UFC/ml	1,7x10 ²	UFC/cm ³	MMI-108	NTE INEN ISO 4832:2016
Recuento de mohos	UFC/ml	<10	UFC/cm ³	MMI-02	AOAC 997.02
Recuento de levaduras	UFC/ml	3,2x10 ⁴	UFC/cm ³	MMI-02	AOAC 997.02

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Para el aguamiel del agave no existe norma técnica específica, por lo tanto, los resultados obtenidos como: Recuento de coliformes totales presentó $<10 \text{ UFC/cm}^3$ este resultado no es alarmante ya puede ser que si existiera presencia indica una posible vía de contaminación en el aguamiel durante el proceso de fermentación, E. Coli con $1,7 \times 10^2 \text{ UFC/cm}^3$ presenta este resultado con un valor alto, debido a la inadecuada manipulación del aguamiel e incluso por el tiempo que se deja reposar en la penca hasta que se produzca el aguamiel.

Los mohos presentan con el siguiente valor $< 10 \text{ UFC/cm}^3$ lo cual no afecta a las características del aguamiel, levaduras $3,2 \times 10^4 \text{ UFC/cm}^3$ es posible mencionar que el valor es alto debido al proceso de fermentación que atraviesa.

10.3.2.3. Análisis nutricional.

Tabla 18. Información nutricional del mejor tratamiento

Parámetros	Resultados	Unidad
Tamaño por proporción	100	ml
Porciones en envase	1	u
Cantidad por porción	100	ml
Grasa total	0,01	%
Cenizas	1,35	%
Colesterol	$<0,01$	mg/100g
Proteína	0.30	%
Sólidos totales	5,38	%
Sodio	70,17	mg/kg

Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

De acuerdo al análisis nutricional ejecutado al mejor tratamiento se obtuvo los siguientes resultados, en porción de 100ml de aguamiel con adición de saponinas posee un valor nutricional de 0,01% de grasa, $<0,01 \text{ mg/100g}$ de colesterol, $70,17 \text{ mg/kg}$ de sodio, 5,38% de sólidos totales, 0,30% de proteínas y la ceniza con 1,35%.

Los sólidos totales obtenidos es 5,38% lo cuales fueron cercanos a lo que establece según la Norma Mexicana NMX-V-037-1972, resaltando que la proteína con 0,30% y la ceniza con 1,35%, no se encuentra en el rango de la norma establecida, esto ocurre cuando aumenta el tiempo de fermentación; por lo tanto, menor contenido de proteína y menor concentración de etanol.

11. Impactos

11.1. Impacto técnico

El proyecto de la evaluación del poder inhibitorio de las saponinas de dos variedades de agave en la fermentación del aguamiel, tiene impactos favorables ya que se innova nuevas metodologías en el cual se adiciona las concentraciones de las saponinas en el proceso de fermentación del aguamiel con el fin de alargar la vida de anaquel, de esta manera conociendo las ventajas y desventajas al momento de la ejecución dando apertura a nuevos estudios científicos y tecnológicos referentes al uso del agave.

11.2. Impacto económico

El proyecto tiene como finalidad mejorar la estabilidad económica de las familias productoras del agave (*Agave americana L*); además ayudará generar fuentes de emprendimientos lo que mejorará la calidad de vida de las personas involucradas directa o indirectamente en el proceso.

11.3. Impacto ambiental

El impacto ambiental con la implementación del proyecto de investigación, se fomentará e incentivará la introducción del agave en el entorno en forma responsable; sin embargo, se debe controlar los métodos de obtención y el tiempo exacto de producción de aguamiel; para no provocar daños y alteraciones en el ecosistema.

11.4. Impacto social

Ejecutar este proyecto significa un impacto social positivo para los productores de los agaves y recolectores artesanales de aguamiel, recalcando, de esta manera logren brindar al consumidor una nueva alternativa generando nuevos emprendimientos.

12. Presupuesto

Tabla 19. Presupuesto

Recursos	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Materia prima				
Hojas de agaves	17,27	kg	\$0,50	\$8,64
Aguamiel	2	l	\$2,25	\$4,50
Agua	2	l	\$1,00	\$2,00
Agua destilada	1	l	\$1,50	\$1,50
Etanol 70°	1	gal	\$29,00	\$29,00

Recursos	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Subtotal				\$45,64
Equipos de laboratorio (Depreciación)				
Balanza electrónica	1	u	\$25,00	\$0,21
Cocina industrial	1	u	\$50,00	\$0,42
Estufa Memmert	1	u	\$730,00	\$6,08
Brixómetro	1	u	\$215,00	\$1,79
Alcoholímetro	1	u	\$50,00	\$0,42
Termómetro	1	u	\$30,00	\$0,25
Rotavapor	1	u	\$5.000,00	\$41,67
pH metro	1	u	\$58,00	\$0,48
Espátula	1	u	\$0,75	\$0,75
Probeta	2	u	\$3,25	\$6,50
Tubos de ensayo	2	u	\$1,25	\$2,50
Frascos de vidrio	5	u	\$0,85	\$4,25
Vasos de precipitación	30	u	\$5,00	\$150,00
Subtotal				\$215,32
Implementos y herramientas				
Machete	1	u	\$6,00	\$6,00
Papel aluminio	4	u	\$1,25	\$5,00
Cernidor	1	u	\$1,50	\$1,50
Tabla de picar	2	u	\$8,00	\$16,00
Molino	1	u	\$45,00	\$45,00
Papel filtro	4	u	\$0,75	\$3,00
Fundas herméticas	20	u	\$0,20	\$4,00
Bandejas metálicas	2	u	\$10,00	\$20,00
Balde plástico	1	u	\$3,00	\$3,00
SUBTOTAL				\$103,50
Equipos de protección personal				
Botas de caucho	2	u	\$11,00	\$22,00
Guantes	2	u	\$2,50	\$5,00
Mascarilla	10	u	\$0,25	\$2,50
Overol	2	u	\$12,00	\$24,00

Recursos	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Valor total
Cofia	10	u	\$0,25	\$2,50
Subtotal				\$56,00
Equipos y suministros de oficina				
Etiquetas	1	u	\$0,50	\$0,50
Marcador	1	u	\$1,00	\$1,00
Calculadora	1	u	\$15,00	\$15,00
Impresiones	270	u	\$0,20	\$54,00
Cuaderno	1	u	\$1,00	\$1,00
Internet	1	u	\$56,00	\$56,00
Anillados	2	u	\$10,00	\$20,00
Empastados	2	u	\$25,00	\$50,00
CD'S	2	u	\$1,25	\$2,50
Subtotal				\$200,00
Alimentación y transporte				
Comida	2	u	\$80,00	\$160,00
Pasajes	2	u	\$75,00	\$150,00
Subtotal				\$310,00
Análisis de laboratorio				
Análisis físico – químico	1	u	\$38,00	\$38,00
Análisis n	1	u	\$199,36	\$199,36
Utricional				
Análisis microbiológico	1	u	\$40,32	\$40,32
Cuantificación (HPLC)	4	u	\$56,00	\$224,00
Subtotal				\$501,68
Imprevistos				\$120,00
Total de gastos				\$1.552,13

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

13. Conclusiones y recomendaciones

13.1. Conclusiones

- El método de maceración es factible para la extracción de saponinas, donde se realizó la interacción de polvo fino de agaves + concentración de solventes (agua - etanol) durante 72 horas a temperatura ambiente, de tal manera se ejecutó un arreglo factorial de AxB bajo un diseño de bloques completos al azar (DBCA) y se obtuvo los cuatro tratamientos con alta cantidad de índice de espuma; t_1 (a_1b_1) que corresponde al (polvo fino de *Agave americana L* + solvente (100% agua)), t_2 (a_1b_2) que corresponde al (polvo fino de *Agave americana L*+ solvente (75% agua-25% etanol)), t_6 (a_2b_1) que corresponde al ((polvo fino de *Furcraea andina* + solvente (100% agua)) y t_8 (a_2b_3) que corresponde al (polvo fino de *Furcraea andina* + solvente (50% agua-50% etanol)).
- Mediante los resultados obtenidos de la cuantificación de las saponinas ejecutados por el método HPLC, reportó el t_6 (a_2b_1) que corresponde al ((polvo fino de *Furcraea andina* + solvente (100% agua)) con mayor porcentaje de saponinas (0,22%).
- En el proceso de fermentación del aguamiel con adición de saponinas el t_6 (a_2b_1) que corresponde al ((polvo fino de *Furcraea andina* + solvente (100% agua)) proporcionó resultados favorables donde se evidenció el poder de inhibición de las saponinas en el aguamiel del agave “*Agave americana L*”. se reportó los siguientes resultados: 7 °Brix, 6,8 de pH, y 5,9 de grado alcohólico a diferencia del tratamiento testigo tuvo descendencia mínima en los valores de los parámetros físico- químicos: 8 °Brix, 4,9 de pH, y 6,9 de grado alcohólico; sin embargo, Herrera et al. (2008), manifiesta que estos cambios químicos del aguamiel de agave se producen por una sucesión de diversos grupos microbianos.
- De acuerdo con los resultados obtenidos del análisis físico - químico, nutricional y microbiológico, otorgado por el Laboratorio Multianalityca S.A.; se determinó que el aguamiel del *Agave americana L* con adición de saponinas, proporcionó resultados en los que no todos los requisitos se cumplen según la Norma Mexicana NMX-V-037-1972.

13.2. Recomendaciones

- Las hojas de los agaves, deben ser recolectadas de acuerdo a su estado de madurez, y manipulado con la indumentaria ya que podría provocar enrojecimiento y ronchas en la piel del manipulador.
- En la obtención del polvo de las hojas del agave se debe tomar en cuenta la variedad de agave; sin embargo, verificar la temperatura y el tiempo de ejecución en el secado.
- En la extracción de saponinas primordialmente se debe indagar varias metodologías que presente efectividad para la obtención del mayor porcentaje de las saponinas crudas.
- La materia prima aguamiel del agave debe ser recolectada en material esterilizado, luego pasteurizarlo inmediatamente para que no exista modificación en sus características físico – químicas, durante el proceso de fermentación.

14. Referencias

- Albán, Y., & Caiza, C. (2020). *Evaluación de la incorporación de aguamiel de Agave y plantas aromáticas en la elaboración de cerveza artesanal*. Ecuador: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Alcázar, E. M. (2017). Caracterización de saponinas de *Agave durangensis* y salmiana, y su efecto en la pared y membrana celular de *Kluyveromyces marxianus* y *Saccharomyces cerevisiae*. *Ciatej/ Conacit*, 125.
- Almeida, D. J. (2015). *Obtención De Bioetanol A Partir De Inulina Proveniente De Biomasa Vegetal Mediante Sacarificación Y Fermentación*. Quito: Universidad Central Del Ecuador.
- Andrade, V. (2014). *Caracterización nutricional y desarrollo de productos alimenticios a partir de ecotipo locales de agave americana*. Cuenca: Universidad del Azuay.
- Arcos, G., & Vivar, A. (2015). *Evaluación de la actividad de las saponinas extraídas de Agave americana como agentes precipitantes y coadyudantes para la remediación de aguas contaminadas con cromo hexavalente y arsénico*. Universidad Politécnica Salesiana.
- Arias, E. Z. (2016). *Identificación y Caracterización Física y Química de Agaves con Fines Agroindustriales en el cantón Latacunga*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.
- Baldeón, J. (2013). *Estudio de retención de metales pesados en aguas sintéticas utilizando como lecho filtrante la fibra de la Cabuya *Furcraea Andina* como alternativa de bioremediación*. Universidad Nacional de Chimborazo.
- Baque, L. (2019). *Caracterización de los beneficios y contraindicaciones a mediano plazo del agave americano para su aplicación en la repostería*. Guayaquil: Universidad De Guayaquil.
- Barrón, M., Villanueva, C., Gacriá, M., & Colinas, M. (2009). Valor, nutrición y contenido de las saponinas en germinados de huazontle (*Chenopodium nuttalliae* Saff.), calabacita (*Cucurbita pepo* L.), canola (*Brassica napus* L.) y amaranto (*Amaranthus leucocarpus* S. Watson syn. *hypochondriacus* L.). *Revista Chapingo Serie Horticultura*, 237-243.

- Bergesse, Antonella; Miranda, Patricia; Mufari, Jesica. (2019). Evaluación de las condiciones de desamargado en húmedo. (*Chenopodium quinoa willd*). *Nutricion clinica y dietetica hospitalaria.*, 111-123.
- Burga, W., & Sangay, C. (2018). *Comparación de la concentración de saponinas entre Chenopodium quinoa “quinua” y Quillaja saponaria “choloque”*. Perú: Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Cajum, F., Zarza, K., & Pooti, J. (2018). Obtención de licor de chile X-cat (*Capsicum annum*) mediante maceración alcohólica. *Revista de Simulación y Laboratorio*, 1-7.
- Caldas, A. (2014). *Optimización, escalamiento y diseño de una planta piloto de extracción sólido líquido*. Universidad de Cuenca.
- Carrión, A., & García, C. (2010). *Preparación de extractos vegetales: Determinación de eficiencia metódica*. Universidad de Cuenca.
- Castellano, Q. V., & Yugsi, V. L. (2015). “*Evaluación de la extracción de saponinas de dos variedades de agave (Sisalana Perrine, Americana L.) con el método de soxhlet utilizando tres solventes (metanol, etanol y butanol) para la elaboración de jabón líquido en los Laboratorios Académicos de la. Latacunga: Universidad Técnica De Cotopaxi.*
- Castellano, V., & Yugsi, L. (2015). *Evaluación de la extracción de saponinas de dos variedades de agave (Sisalana Perrine, Americana L.) con el método de soxhlet utilizando tres solventes (metanol, etanol y butanol) para la elaboración de jabón líquido en los Laboratorios Académicos*. Latacunga: Universidad Técnica De Cotopaxi.
- Cervantes, M., & Pedroza, A. (2007). El pulque: características microbiológicas y contenido alcohólico mediante espectroscopía RAMAN. *Nova*, 135-146.
- Chamorro, D. (2021). *Evaluación de la producción de vodka artesanal "La Destilera" haciendo uso de maracuya como fruta adicional*. Bogotá: Fundación Universidad de América.
- Changoluisa, R. (2020). *Estabilización de una bebida refrescante a partir de aguamiel de agave americana (Agave americana L)*. Latacunga: Universidad Técnica de Cotopaxi.

- Fuentes, A. (2019). Cambios en el consumo y percepciones en torno a la alimentación saludable de la leche tradicional y bebidas de origen vegetal. *RIVAR (Santiago)*, 6(17), 1-14. <http://dx.doi.org/10.35588/rivar.v6i17.3910>.
- García, M., Plazas, N., Carvajal, D., Ferreira, S., & Parra, D. (2018). Descripción de las saponinas en quinua (*Chenopodium quinoa willd*) en relación con el suelo y el clima: Una revisión. *Informador Técnico*, 241-249. Recuperado de <file:///C:/Users/oficina/Downloads/Dialnet-DescripcionDeLasSaponinasEnQuinoaChenopodiumQuinoa-6772857.pdf>.
- González, E., Ortiz, G., Rodríguez, J., Gómez, M., Hurtado, J., & Jiménez, I. (2020). Evaluación del efecto cicatrizante de una crema y pomada a base de aguamiel sobre la espalda de ratas Wistar. *Dialnet/ UAEH*, 4-13.
- González, M. (2020). *Estudio de diferentes métodos de verificación para elaborar vinos espumosos y tintos de alta calidad*. Universidad de la Rioja.
- Guzmán, R., & Contreras, J. C. (2018). Aguamiel y su fermentación: Ciencia más allá de la tradición. *Mexican Journal of Biotechnology*, 1-22.
- Heras, C., & Ulloa, I. (2018). *Evaluación in Vitro de la capacidad inhibidora de saponinas presentes en el penco (Agave ameriano) frente a Fusarium sp.* Cuenca: Universidad Politecnica Saleciana.
- Hernández, R. (2017). *Optimización de las condiciones de fermentación para producir una bebida de agave empleando una metodología de superficie de respuesta*. Unidad Profesional Interdisciplinaria de Ingeniería Campus Zacatecas.
- Hernández, R., Lugo, E., Díaz, L., & Villanueva, S. (2005). Extracción y cuantificación indirecta de las saponinas de agave lechuguilla Torrey. *e-Gnosis*, 8-9.
- Herrera, M., Lappe, P., & Wachter, C. (2008). *Identificación polifásica de levaduras y bacterias ácido lácticas aisladas de aguamiel, pulque y semilla. VII Simposio Internacional de Producción de Alcoholes y Levaduras. XIII Congreso Nacional de Biotecno.*
- Iannacone, J., Torre, M., Alvaríño, L., Cepeda, C., Ayala, H., & Argota, G. (2014). *Toxicidad de los bioplaguicidas agave americana, Furcraea Andina (Asparagaceae) y Sapindus Saponaria (Sapindaceae) sobre el caracol invasor Melanoides Tuberculata*

- (*Thiaridae*). Lima: Asociación Peruana de Helmintología e Invertebrados Afines (APHIA).
- Isman, M., & Djoko, I. (1996). *Volume reduction of liquid Uranium wastes in the organic phase using rotavapor*.
- Jove, N., & Canahuire, R. (2021). *Efecto inhibitorio, in vitro de la saponina (Chenopodium quinoa willd - quinoa) sobre cepas de Streptococcus mutans*. Punó: Universidad Nacional del antiplano de Puno.
- Lema, J. (2015). *Estudio de la fermentación del aguamiel de la penca (agave americana l.) para la obtención de una bebida alcohólica fermentada*. Quito: Universidad Tecnológica Equinoccia.
- López, M., Triana, J., Pérez, F., & Torres, M. (2005). *Metodos físicos de separación de sustancias orgánicas*. Universidad de las Palmas de Gran Canaria.
- López, T. (2001). Saponósidos. *Elsevier*, 6-15.
- Lozano M., T. E. (2012). CUANTIFICACIÓN DE SAPONINAS EN RESIDUOS DE QUINUA REAL *Chenopodium Quinoa WILLD*. *Revista Boliviana de Química*, pag. 131-132.
- Lozano, M. T., & Flores, Y. (2012). Cuantificación de saponinas en residuos de Quinoa real *Chenopodium Quinoa WILLD*. *Revista Boliviana de Química*, 131-132.
- Mayer, A. (2020). Saponinas. Una sustancia química muy poco valorada. *Vetcomunicaciones*, 1-18.
- Moreta, E. (2020). *Actividad insecticida del extracto metanólico de las hojas de Agave americana L*. Universidad de Cuenca.
- Muñiz, D., Rodríguez, R., Rodríguez, R., Contreras, J., & Aguilar, C. (2013). Producción artesanal del aguamiel: una bebida tradicional mexicana. *Revista Científica de la Universidad Autónoma de Coahuila*, 5(10), 12-19.
- Muñiz, D., Rodríguez, R., Rodríguez, R., Contreras, J., & Aguilar, C. (2015). Producción Artesanal del Aguamiel: Una Bebida Tradicional Mexicana cional Mexicana. *AQM*, 8-23.

- Nishimura, N. (2020). *Elaboración de jabón neutro a partir de saponina extraída de la quinua para tratamiento de material*. Perú: Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Pérez, E., Chávez, M., & González, J. (2016). Revisión del agave y el mezcal. *Revista Colombiana de Biotecnología*, 148-164. Recuperado de <https://www.redalyc.org/journal/776/77645907016/html/>.
- Pérez, E., González, J., Chávez, M., & Cortés, C. (2013). Caracterización fermentativa de levaduras de etanol a partir de jugo de Agave cupreata en la elaboración de mezcal. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, 451-461.
- Puerta, G. (2010). Fundamentos del Proceso de Fermentación en el Beneficio del Café. *Cenicafé*, 1-12.
- Puerta, Gloria. (2010). *Fundamentos en el proceso de fermentación en beneficio del café*. Federación Nacional de Cafetero de Colombia.
- Quillay, M., Arana, Y., Jaramillo, C., Cuenca, S., Rojas, L., & Jaramillo, V. (2017). Contenido de saponinas y actividad cicatrizante de *Cecropia peltata* y *Parthenium hysterophorus*. *Revista Cubana de Farmacia*, 7-17.
- Real Academia Española. (5 de Julio de 2021). *Real Academia Española*. Obtenido de Real Academia Española: <<https://dle.rae.es>>
- Rivera, C. (2016). Aporte del Agave americana a los servicios ecosistémicos en la Comunidad Campesina de Joras-Ayabaca-Piura; Perú. *Research Gate*, 51-63.
- Rosas, V. (2015). *Cinética de extracción del aceite esencial del Kjento (Rumex Crispus L.)*. Universidad Nacional del Altiplano.
- Ruales, D. (2007). *Efecto de la adición de saponinas esteroideas en la alimentación de la codorniz (Coturnix coturnix japónica) ponedora*. Universidad Técnica del Norte.
- Rubio, Y., Hernández, L., Jiménez, J., Pérez, Y., Portilla, Y., & Valdivia, A. (2018). Propiedades fitoquímicas y antibacterianas de los extractos de las hojas de Agave fourcroydes Lem. (henequén). *Revista Cubana plantas medicinales*, 56-83.
- Silva, J. (2020). *Obtención de enzimas microbianas y su aplicación en la producción de etanol a partir de hojas de agave salmiana*. Universidad Autónoma de Nuevo León.

- Sirin, O., Shih, C., & Tia, M. (1998). Development of a modified Rotavapor apparatus and method for short-term aging of modified asphalts. *Transportation Research Record*, 72-81.
- Torre, L. (2018). Agave americana and Furcraea andina: Key Species to Andean Cultures in Ecuador. *Botanical Sciences / ReserchGate*, 22-35.
- Ulloa, C. (2018). *Evaluación invitro de la capacidad inhibidora de saponinas presentes en el penco (Agave americano) Frente A Fusarium sp.* Cuenca: Universidad Politecnica Saleciana.
- Ungría, J. (12 de 06 de 2019). *Bebida con sabor a cerveza que contiene saponina*. Obtenido de <https://patentimages.storage.googleapis.com/09/70/9e/ab0c8f8b27e22a/ES2717027T3.pdf>
- Vázquez, A., Aliphat, M., Estrella, N., Ortiz, E., Ramírez, J., & Ramírez, A. (2016). El maguey pulquero, una planta multifuncional y polifacética: los usos desde una visión mestiza e indígena. *Scripta Ethnologica*, 65-87.
- Vazquez, D. (2016). *Fermentacion Alcoholicas*. Universidad de Cuenca.
- Velásquez, M. (2020). Diseño conceptual de una planta de extracción de saponinas presentes en el jugo de fique. *Dialnet*, 16-30.
- Whiting, G. (1976). Organic acid metabolism of yeasts during fermentation of alcoholic beverages - a review. *Journal of the Institute of Brewing*, 84 - 92.

15. Anexos

Anexo 1. Aval de traducción



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 al idioma Inglés del proyecto de investigación cuyo título versa: **“EVALUACIÓN DEL PODER INHIBITORIO DE LAS SAPONINAS DE DOS VARIETADES DE AGAVE EN LA FERMENTACIÓN DEL AGUAMIEL”** presentado por: **Yuddy Erika Aigaje Quinatoa** y **Gissela Maribel Moposita Tenelema**, egresadas de la Carrera de: **Ingeniería Agroindustrial** perteneciente a la **Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales**, 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 aval para los fines académicos legales.

Latacunga, agosto del 2021

Atentamente,

Mg. C. Wilmer Patricio Collaguazo Vega
DOCENTE CENTRO DE IDIOMAS-UTC
CI: 1722417571



Nombre del Empleado:
MARCO ENRIQUE
SOLÍS
SOLÍS



CENTRO
DE IDIOMAS

Anexo 2. Lugar de ejecución

Figura 39. Ubicación de la Universidad Técnica de Cotopaxi



Fuente: Vista satelital del lugar de ejecución del proyecto: Universidad Técnica de Cotopaxi, CEYPSA - Facultad de Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales, Barrio Salache Bajo, Parroquia Eloy Alfaro, Cantón Latacunga, Provincia: Cotopaxi, Zona 3.

Anexo 3. Tutora de titulación



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI

DATOS INFORMATIVOS PERSONAL DOCENTE

DATOS PERSONALES

APELLIDOS: Arias Palma

NOMBRES: Gabriela Beatriz

ESTADO CIVIL: CASADA

CÉDULA DE CIUDADANÍA: 1714592746



LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO: Quito, 3 de Junio De 1983

DIRECCIÓN DOMICILIARIA: Cdla. Tiobamba. Panamericana Sur Km 3,5

TELÉFONO CELULAR: 0984705462

CORREO ELECTRÓNICO: gabriela.arias@utc.edu.ec / gameli83@hotmail.com

ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS

Nivel	Título Obtenido	Institución Educativa	Fecha De Registro Senescyt	Código Del Registro Senescyt
Tercer	Ingeniera Agroindustrial	Escuela Politécnica Nacional	26-05-2009	1001-09-919392
Cuarto	Diplomado Superior En Gestión Para El Aprendizaje Universitario	Escuela Politécnica Del Ejército	31-08-2012	1004-12-750886

Cuarto	Magister En Ingeniería Industrial Y Productividad	Escuela Politécnica Nacional	31-10- 2016	1001-2016- 1756024
--------	--	------------------------------------	----------------	-----------------------

HISTORIAL PROFESIONAL

FACULTAD EN LA QUE LABORA: Ciencias Agropecuarias y Recursos Naturales

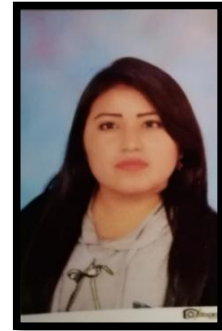
CARRERA A LA QUE PERTENECE: Ingeniería Agroindustrial

AREA DEL CONOCIMIENTO EN LA CUAL SE DESEMPEÑA: Ingeniería, industria y construcción; Industria y producción Investigación Operativa, Biotecnología

FECHA DE INGRESO A LA UTC: 05 de Octubre del 2009

Anexo 4. Estudiante 1**DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** Aigaje Quinatoa**NOMBRES:** Yuddy Erika**ESTADO CIVIL:** Soltera**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 1727463323**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Oyacachi 15 de abril de 1995**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Oyacachi**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 062386014**TELÉFONO CELULAR:** 0969650421**CORREO ELECTRÓNICO:** yuddy.aigaje3323@utc.edu.ec**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** Paul Aigaje, 0981364734**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	CENTRO EDUCATIVO	TITULO OBTENIDO
SEGUNDO	Colegio Nacional Técnico de Cayambe	Administración de Sistemas
TERCER	Universidad Técnica de Cotopaxi	Egresada de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Anexo 5. Estudiante 2**DATOS PERSONALES****APELLIDOS:** Moposita Tenelema**NOMBRES:** Gissela Maribel**ESTADO CIVIL:** Casada**CÉDULA DE CIUDADANÍA:** 180517352-1**LUGAR Y FECHA DE NACIMIENTO:** Ambato, 22 De Septiembre De 1997.**DIRECCIÓN DOMICILIARIA:** Barrio El Centro, Panamericana Norte Y Machalilla
Parroquia Cunchibamba - Ambato**TELÉFONO CONVENCIONAL:** 032476157**TELÉFONO CELULAR:** 0995346046**CORREO ELECTRÓNICO:** gissela.moposita3521@utc.edu.ec**EN CASO DE EMERGENCIA CONTACTARSE CON:** Carmen Tenelema, 032476157**ESTUDIOS REALIZADOS Y TÍTULOS OBTENIDOS**

NIVEL	CENTRO EDUCATIVO	TITULO OBTENIDO
SEGUNDO	Colegio Unidad Educativa Rumiñahui	Bachillerato General Unificado.
TERCER	Universidad Técnica de Cotopaxi	Egresada de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial.

Anexo 6. Obtención de saponinas de agaves

Figura 40. Corte de hojas de las dos variedades de agaves



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 41. Pesado del corte de las hojas de agaves



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 42. Secado de hojas de agaves



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 43. Extracción de polvo de las hojas de los agaves



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 44. Maceración de los 30 tratamientos durante 72 horas



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 45. Los 4 mejores tratamientos realizados en el rotavapor



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 46. Tratamientos Iniciales



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 47. Tratamientos en fermentación a las 24 horas



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Figura 48. Tratamientos en fermentación a las 72 horas



Fuente: Aigaje y Moposita, 2021

Anexo 7. Indicador de índice de espuma

Tabla 20. Indicador de índice de espuma en cm de los tratamientos de estudio

Tratamientos:	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
Repetición 1:	3cm	4,5cm	1,3cm	0,2cm	0,01cm	6,2cm	2,9 cm	6 cm	2,7cm	1,1cm
Repetición 2:	4,3cm	3,5cm	1,1cm	0,3cm	0,01cm	6,6cm	4,2cm	5,9cm	3,4cm	1,6cm
Repetición 3:	3,5cm	3cm	1,2cm	0,4cm	0,01cm	5,9cm	3,4cm	5.8cm	4,3cm	2cm

Elaborado por: Aigaje y Moposita, 2021

Anexo 8. Informe de resultados de análisis de la cuantificación de las saponinas



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.55368d

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	AIGAJE QUINATOYA YUDDY ERIKA
Dirección:	CAMAL VELAZCO IBARRA
Teléfono:	09969650421

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	AGAVE		
Descripción:	MUESTRA 2 REPETICIÓN 1 TRATAMIENTO 2 AGAVE AMERICANO		
Lote:	---	Contenido Declarado:	100ml
Fecha de Elaboración:	2021-06-25	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-06-28	Hora de Recepción:	16:19:15
Fecha de Análisis:	2021-07-01	Fecha de Emisión:	2021-07-06
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
SAPONINA	0.14	%	MIN-95	HPLC

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/1

RIN-7.8-01 / Edición RG: 04



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.55368b



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.55368b

DATOS DEL CLIENTE

INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-IN.55368a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	AIGAJE QUINATOÁ YUDDY ERIKA
Dirección:	CAMAL VELAZCO IBARRA
Teléfono:	09969650421

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	AGAVE		
Descripción:	MUESTRA 1 REPETICION 2 TRATAMIENTO 6 AGAVE FURCRAEA ANDINA		
Lote	---	Contenido Declarado:	100ml
Fecha de Elaboración:	2021-06-25	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-06-28	Hora de Recepción	16:19:15
Fecha de Análisis:	2021-07-01	Fecha de Emisión:	2021-07-06
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	El cliente.		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERISTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico.	Olor:	Característico.
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS INSTRUMENTAL

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
SAPONINA	0.22	%	MIN-95	HPLC

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).



Quím. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La concepción - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo 9. Informe de resultados de los análisis microbiológicos del mejor tratamiento



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-ML.55616a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	AJGAJE QUINATOYA YUDDY ERIKA
Dirección:	CAMAL VELAZCO IBARRA
Teléfono:	09969650421

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	AGUAMIEL/ TRATAMIENTO 6 CON ADICIÓN DE SAPONINA EN AGUAMIEL		
Lote:	---	Contenido Declarado:	500mL
Fecha de Elaboración:	2021-07-09	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-07-12	Hora de Recepción:	12:22:49
Fecha de Análisis:	2021-07-12	Fecha de Emisión:	2021-07-16
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS MICROBIOLOGÍA

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
RECuento DE ESCHERICHIA COLI	<10	UFC/mL	MMI-108	NTE INEN ISO 4832:2016
RECuento DE COLIFORMES TOTALES	1.7 x 10 ³	UFC/mL	MMI-108	NTE INEN ISO 4832:2016
RECuento DE MOHOS	<10	UFC/mL	MMI-02	AOAC 997.02
RECuento DE LEVADURAS	3.2 x 10 ⁴	UFC/mL	MMI-02	AOAC 997.02

Nota 1: UFC/mL= unidades formadoras de colonia por mililitro.

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.


Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del Cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).


Ing. Andrés Sarmiento M.
Jefe División Microbiología



EDMUNDO CHRIBOGA N47-154 Y JORGE ANBAL PAEZ
La consopcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RocioSoft.com pág. 1/1

RMI-7.8-01 / Edición RG: 09

Anexo 10. Análisis proximal del mejor tratamiento



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.55477a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	AIGAJE QUINATOYA YUDDY ERIKA
Dirección:	CAMAL VELAZCO IBARRA
Teléfono:	09969650421

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	AGUAMIEL		
Descripción:	TRATAMIENTO 6 CON ADICIÓN DE SAPONINA EN AGUAMIEL		
Lote	Contenido Declarado:	100 ml	
Fecha de Elaboración:	2021-06-30	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-07-05	Hora de Recepción	09:02:31
Fecha de Análisis:	2021-07-05	Fecha de Emisión:	2021-07-12
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido.	Conservación:	Aj Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
SOLIDOS TOTALES	5.38	%	MFQ-110	AOAC 920.151
GRASA	0.01	%	MFQ-02	AOAC 2003.06
COLESTEROL	<0.01	mg/100g	MFQ-23	MFQ-23
CENIZA	1.35	%	MFQ-03	AOAC 923.03
SODIO	70.17	mg/kg	MFQ-68	STANDARD METHODS 3111B-Na
FIBRA BRUTA	0.00	%	MFQ-06	NTE INEN 522-2013
SOLIDOS SOLUBLES	5.75	%	MFQ-17	AOAC 932.12
pH	4.18	(T: 20.7 °C) Unidades de pH	MFQ-333	NTE INEN ISO 4316:2014



EDMUNDO CHIRIBOGA N47-154 Y JORGE ANIBAL PAEZ
La corrección - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Desarrollado por RociobSoft.com pág. 1/2

RFQ-7.8-01 / Edición RG: 09



Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.
El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHRIBOGA N47-154 Y JORGE ANBAL PAEZ
La comapson - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo 11. Informe de resultados del análisis nutricional del mejor tratamiento



INFORME DE RESULTADOS

INF.DIV-FQ.55615a

DATOS DEL CLIENTE

Cliente:	AIGAJE QUINATOYA YUDDY ERIKA
Dirección:	CAMAL VELAZCO IBARRA
Teléfono:	09969650421

DATOS DE LA MUESTRA

Muestra de:	ALIMENTO		
Descripción:	TRATAMIENTO 6 CON ADICIÓN DE SAPONINA EN AGUAMIEL		
Lote:	---	Contenido Declarado:	100mL
Fecha de Elaboración:	2021-07-09	Fecha de Vencimiento:	---
Fecha de Recepción:	2021-07-12	Hora de Recepción:	12:19:53
Fecha de Análisis:	2021-07-13	Fecha de Emisión:	2021-07-14
Material de Envase:	VIDRIO		
Toma de Muestra realizada por:	El Cliente		
Observaciones:	Los resultados reportados en el presente informe se refieren a los datos y las muestras entregadas por el cliente a nuestro laboratorio.		

CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA

Color:	Característico	Olor:	Característico
Estado:	Líquido.	Conservación:	Al Ambiente
Temperatura de la muestra:	AMBIENTE		

RESULTADOS FISICOQUIMICO

PARAMETROS	RESULTADO	UNIDAD	METODO DE ANALISIS INTERNO	METODO DE ANALISIS DE REFERENCIA
pH	4.03	(T: 20.0 °C) Unidades de pH	MFQ-18	NTE INEN ISO 1842:2013
SOLIDOS SOLUBLES	11.75	%	MFQ-17	AOAC 932.12
PROTEINA	0.30	(F: 6.25) %	MFQ-01	AOAC 2001.11

Se prohíbe la reproducción del presente informe de resultados, excepto en su totalidad previa autorización escrita de Multianalityca Cia. Ltda.

Cualquier información adicional correspondiente a los ensayos está a disposición del cliente cuando lo solicite.

El Tiempo de Retención de las Muestras en el Laboratorio a partir de la fecha de ingreso será de 15 días para muestras perecibles y 1 mes para muestras medianamente perecibles y estables. Muestras para análisis microbiológicos 5 días a partir de la fecha de análisis, posterior a este tiempo, el laboratorio no podrá realizar reensayos para verificación de datos o valores no conformes por parte del cliente.

Toda la información relacionada con datos del cliente e ítems de ensayo (muestras) y que pueda afectar a la validez de los resultados, ha sido proporcionada y son responsabilidad exclusiva del cliente. El laboratorio se responsabiliza únicamente de los resultados emitidos los cuales corresponden a la muestra analizada y descrita en el presente documento.

El laboratorio declina toda responsabilidad, acerca de desvíos encontrados en las muestras entregadas por el cliente y que pueden afectar a la validez de los resultados, particular que es comunicado al cliente en caso de ser detectado por el laboratorio.

El tiempo de almacenamiento de los informes de resultados y toda la información técnica relacionada al mismo para dar trazabilidad será de 5 años a partir de su fecha de emisión. (Punto 8.4.2 CR GA01 Criterios Generales Acreditación de Laboratorios de Ensayo y Calibración según NTE INEN- ISO/IEC 17025:2018).

Quim. Mercedes Parra
Jefe División Instrumental



EDMUNDO CHRIBOGA N47-154 Y JORGE ANBAL PAEZ
La comapcion - QUITO - PICHINCHA - ECUADOR
Telf: (02) 226 7895, 226 9743, 244 4670 / email: informes@multianalityca.com

Anexo 12. Norma Mexicana NMX-V-022-1972

NMX-V-022-1972. AGUAMIEL. HYDROMEL. NORMAS MEXICANAS.
DIRECCIÓN GENERAL DE NORMAS.

1. GENERALIDADES Y DEFINICIONES

1.1 Generalidades

El aguamiel es un líquido traslúcido, de color ambarino, de olor y sabor característicos que se aprecian mediante prueba de catado.

1.1.1 Usos

El aguamiel se utiliza principalmente como sustrato fermentable en la elaboración del pulque.

1.1.2 Alcance

Esta Norma se aplica a las características, recepción, clasificación, valuación y aprovechamiento del aguamiel que, en forma directa o indirecta, sirva como sustrato fermentable.

1.1.3 Datos para el pedido

Para la fácil identificación del aguamiel normalizada, el pedido debe especificar los siguientes datos: nombre del producto, tipo, cantidad expresada en unidades de producto, volumen expresado en litros, en caso de no hacer uso del Sello Oficial de Garantía, señalamiento del lugar donde se verifique la calidad, incluyéndose, si es necesario, otros datos que faciliten el intercambio comercial y Norma de referencia.

1.2 Definiciones

1.2.1 Aguamiel

Para los efectos de esta Norma, se entiende por aguamiel, el jugo que se obtiene mediante el raspado previo del cajete o cavidad central del maguey pulquero.

1.2.2 Maguey pulquero

Es la planta de la que se obtiene el aguamiel para la producción del pulque, que se cultiva principalmente en los estados de México, Hidalgo y Tlaxcala y que corresponde a ciertas especies del género Agave.

1.2.3 Maguey al "hilo"

Es la planta que habiendo alcanzado su óptimo desarrollo vegetativo, momento en que se abren las puntas de las hojas centrales, se encuentra en condiciones de ser sometida a la práctica de "capazón o capado".

1.2.4 "Capado o capazón del Maguey"

Es el corte que se practica en la base del vástago incipiente, de la floración, para evitar que esta se efectúe.

1.2.5 Añejado del Maguey

Es el tiempo en que la planta, después de ser "capada", alcanza las condiciones que son favorables para la obtención del aguamiel, mediante el raspado.

1.2.6 Picado del Maguey

Es la formación manual de la cavidad o cajete del maguey, hasta un diámetro que esté de acuerdo con el tamaño de la planta; dando a los restos del material picado tiempo suficiente para lograr repetidamente las condiciones favorables a la explotación de la planta.

1.2.7 Raspado del Maguey

Es el corte cuidadoso y fino que se practica diariamente en los tejidos del bordeu orilla del cajete del maguey, para evitar la cicatrización y estimular la producción del aguamiel, ahondando la cavidad de dicho cajete para permitir su almacenamiento.

2. CLASIFICACIÓN Y ESPECIFICACIONES

2.1 CLASIFICACIÓN

El aguamiel se clasifica en 2 tipos, con un solo grado de calidad.

TIPO I.- Es el producto que cumple con las definiciones señaladas en los incisos 1.2.1. al 1.2.7. y que debe satisfacer las especificaciones anotadas en la Tabla I. (Ver inciso 4.1.1.).

TIPO II.- Es el producto que cumple con las definiciones señaladas en los incisos 1.2.1. al 1.2.7. y que debe satisfacer las especificaciones anotadas en la Tabla I (Ver inciso 4.1.2)..

2.2 Especificaciones

2.2.1 Físicas y Químicas

2.2.2 Bioquímicas

2.2.2.1 Organolépticas

TABLA I.

ESPECIFICACIONES	TIPO I		TIPO II
	MÍNIMO	MÁXIMO	MENOR DE:
pH	6.6	7.5	4.5
Densidad grados Baumé (Bé)	5	7	4.5
Índice de refracción con el refractómetro de inmersión a 20°C.	59	100	27

Nombre el producto, contenido neto expresado en litros, lugar de envasamiento y nombre o razón social del productor.

En caso de que del producto se embarque a granel, los datos anteriores figurarán en los documentos de la transacción comercial.

3. MÉTODOS DE PRUEBA

Para verificar las especificaciones que se establecen en esta Norma, deben aplicarse las siguientes Normas de Métodos de Prueba en vigor:

- NMX-V-017 Determinación del Extracto Seco y Cenizas en Bebidas Alcohólicas.
- NMX-V-024 Determinación de la Densidad (grados Baumé).
- NMX-V-029 Determinación de Proteínas.
- NMX-V-040 Determinación de Reductores Totales y directos (en glucosa).
- NMX-V-041 Determinación de pH.
- NMX-V-043 Determinación de la Acidez Total.
- NMX-V-045 Determinación el Índice de Refracción con el Refractómetro de inmersión.
- NMX-F-111 Determinación de Sólidos Totales.

Determinación Gomas, aplíquese el Método de Prueba NMX-V-40 con la siguiente modificación:

Cuando se trate determinar Gomas como dextrinas, se sigue el mismo procedimiento que para Reductores Totales, hasta donde se enuncia calentar a baño de vapor a 60° durante 10 minutos en vez de esta temperatura será calentar a ebullición y reflujo durante una hora y se continúa el método.

La cantidad de gomas estará dada por el valor obtenido en la determinación de gomas menos el de Reductores Totales.

4. APÉNDICE

4.1 Observaciones

- 4.1.1 Para obtener aguamiel de Tipo I se recomienda, se inicie la recolección del producto 15 días después del primer raspado, en un lapso que varíe de 30 a 60 días.
- 4.1.2 El aguamiel en ambos tipos no debe presentar signos de fermentación avanzada.
- 4.1.3 Para efectuar el muestreo a tres niveles, debe emplearse un tipo de sonda para tres niveles con la cual se obtengan resultados satisfactorios.

4.2 BIBLIOGRAFÍA

- 4.2.1 Datos proporcionados por el Patronato del Maguey y la Secretaría de Salubridad y Asistencia.

Fecha de aprobación y publicación: Septiembre 26, 1972. Esta Norma Cancela a la: NMX-V-022-1970.

Sólidos totales g/100 ml.	13	17	7
Azúcares reductores totales (en glucosa) g/100 ml.	8	12	6
Azúcares reductores directos (en glucosa) g/100 ml.	2	3	3
Gomas (en glucosa) g/100 ml.	2	6	0.20
Proteínas mg/100 ml.	300	600	100
Cenizas mg/100 ml.	300	430	180
	NO MAYOR DE:		
Acidez mg/100 ml (como ácido láctico).	0.90	1.03	4.00

2.2.2.1.1 Color: Debe tener un color ambarino, propio del producto.

2.2.2.1.2 Olor: Debe ser el característico del producto.

2.2.2.1.3 Sabor: El sabor del aguamiel debe ser dulce, suigéneris.

2.2.2.1.4 Aspecto: Debe tener aspecto traslúcido.

2.2.3 Muestreo

Para definir la aceptación o rechazo del producto, el muestreo se realiza determinando, como mínimo, las siguientes especificaciones fijas que son: el pH y el contenido de reductores totales. Para tal fin, se debe tomar una muestra no menor de 100 ml por unidad o envase.

El resto de las especificaciones de la Tabla I, se determina en la muestra de común acuerdo comprador y vendedor; a falta de este acuerdo se procede como se indica en la Tabla II.

TABLA II

NO. DE ENVASES DE AGUAMIEL DE UN SOLO TIPO	NO. DE ENVASES A MUESTREAR
1 - 5 unidades	1 envase
6 - 20 unidades	5 envases
21 - 50 unidades	10 envases

De cada envase a muestrear, se toma una muestra constituida con porciones aproximadamente iguales, extraídas de los niveles inferior, medio y superior (ver inciso 4.1.3.). El volumen extraído no debe ser menor de dos litros, que constituye la muestra final, la cual debidamente homogeneizada, se utiliza para determinar las especificaciones de la Tabla I.

2.2.3.2 Debido a la inestabilidad del producto, la verificación de las especificaciones debe hacerse de inmediato a la entrega del producto en el lugar de recepción.

2.2.4 Envasado

El producto debe envasarse en recipientes que garanticen su calidad sanitaria.

2.2.5 Marcado

Cada envase debe llevar impresas, en forma destacada y perfectamente legibles, las siguientes indicaciones: