

**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



---

**“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DEL  
AGUAMIEL DE CABUYA NEGRA (*Agave americana L.*) Y  
CABUYA BLANCA (*Fucraea andina*) AROMATIZADA CON  
CEDRÓN (*Aloysia citriodora*) Y TORONJIL (*Melissa  
officinalis*)”**

---

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TESISTAS:**

**CUELLAR CARLOS, Keminy Ela**

**MARCOS ROSAS, Diana Liada**

**ASESOR:**

**Dr. Juan Edson VILLANUEVA TIBURCIO**

**HUÁNUCO - PERÚ**

**2019**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por darnos salud, guiar nuestro camino y permitirnos que culminemos una meta propuesta en nuestras vidas.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán de Huánuco, por acogernos en sus aulas y brindarnos la formación profesional, así mismo a los docentes de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial por las enseñanzas, lecciones y orientaciones.

Al Dr. Juan Edson VILLANUEVA TIBURCIO, por su asesoría y por todas las sugerencias proporcionadas durante el desarrollo de nuestro trabajo de investigación hasta la culminación.

A nuestros familiares quienes directa o indirectamente nos apoyaron en nuestra elaboración de trabajo de investigación ya que es nuestra fuente de energía y motivación en el momento que más necesitamos.

Y finalmente a todos quienes colaboraron en nuestras etapas de formación profesional.

## RESUMEN

Las cabuyas; *agave americana L* y *Fucraea andina*, son recursos naturales, que se encuentran en la región de la sierra peruana, representando una fuente natural para la explotación económica, sin embargo, existe poca investigación al respecto. La investigación se encaminó en la caracterización fisicoquímica del aguamiel de las dos variedades de cabuya (sólidos solubles, pH, % de humedad, % de cenizas, densidad, % de acidez, azúcares reductores, polifenoles totales y actividad antioxidante por ABTS y DPPH, conjuntamente se evaluaron tres concentraciones de sólidos solubles (9, 12 y 15) de aguamiel de cabuya negra y blanca; durante la fermentación, se evaluó la cinética del comportamiento de °Brix y pH, el destilado simple, análisis sensorial y análisis fisicoquímico de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil. Los resultados de caracterización fisicoquímica de aguamiel el mejor tratamiento fue la cabuya negra hidrolizado, presentando 11,08 mg/mL en azúcares reductores que fueron de vital importancia en la fermentación. En la obtención de bebida alcohólica la concentración de sólidos solubles del agua miel fue a 15 °Brix; los resultados de análisis sensorial y fisicoquímico determinó que el mejor tratamiento fue T<sub>3</sub> (cabuya negra, 15 °Brix y 0,02% cedrón) el contenido de grado alcohólico (14,83 °GL) fue la máxima obtención de alcohol en el destilado. En conclusión, se obtuvo bebida alcohólica con 14,83 °GL obtenida de aguamiel de cabuya negra siendo una alternativa para la industria Huanuqueña y diversificar la explotación de los recursos naturales.

**Palabras claves:** Hidrolisis, azúcares reductores, polifenoles totales, actividad antioxidante.

## **ABSTRACT**

The cabuya; *Agave americana L* and *Fucraea Andean*, are natural resources, found in the region of the Peruvian andeans, representing a natural source for economic exploitation, however, there is little research in this regard. The research was aimed at the physicochemical characterization of the mead of the two varieties of cabuya (soluble solids, pH,% humidity,% ash, density, acidity%, reduced sugars, total polyphenols and antioxidant activity by ABTS and DPPH, were evaluated three concentrations of soluble solids (9, 12 and 15) of black and white cabochon; during fermentation, the behavior kinetics of ° Brix and pH, simple distillate, sensory analysis and physicochemical analysis of the alcoholic flavored with cedron and melissa were evaluated. The results of physicochemical characterization of mead the best treatment was hydrolyzed black cabuya, presenting 11.08 mg/mL in reduced sugars that were of vital importance in fermentation. In obtaining alcoholic due the concentration of soluble solids of honey water was at 15 ° Brix; The results of sensory and physicochemical analysis determined that the best treatment was T3 (black cabuya, 15 ° Brix and 0.02% cedron) the alcoholic content (14.83 ° GL) was the maximum obtaining of alcohol in the distillate. In conclusion, an alcoholic beverage was obtained with 14.83 ° GL obtained from black cabuya mead, being an alternative for the Huanuqueña industry and diversifying the exploitation of natural resources.

**Keywords:** Hydrolysis, reduced sugars, total polyphenols, antioxidant activity.



## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN .....	8
II.	MARCO TEÓRICO .....	10
2.1	Fundamento teórico .....	10
2.1.1.	Cabuya negra ( <i>Agave americana L.</i> ) .....	11
2.1.2.	Cabuya blanca ( <i>Furcraea andina</i> ) .....	12
2.1.3.	Aguamiel o savia de agave .....	12
2.1.4.	Bebida alcohólica .....	19
2.1.5.	Hierbas aromáticas .....	28
2.1.6.	Cedrón ( <i>Aloysia citriodora</i> ) .....	29
2.1.7.	Toronjil ( <i>Melissa officinalis</i> ) .....	30
2.1.8.	Maceración .....	31
2.2.	Antecedentes .....	32
2.3.	Hipótesis .....	35
2.3.1.	Hipótesis general .....	35
2.3.2.	Hipótesis específicas .....	35
2.4.	Variables .....	35
2.4.1.	Variable independiente .....	35
2.4.2.	Variable dependiente .....	35
2.4.3.	Variable interviniente .....	35
III.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	36
3.1.	Tipo y nivel de investigación .....	36
3.1.1.	Tipo de Investigación .....	36
3.1.2.	Nivel de Investigación .....	36
3.2.	Lugar de ejecución .....	36
3.2.1.	Ubicación del trabajo en campo .....	36
3.2.2.	Ubicación de trabajo en laboratorio .....	36
3.3.	Población, muestra y unidad de análisis .....	37
3.3.1.	Población .....	37
3.3.2.	Muestra .....	37
3.3.	Unidad de análisis .....	37
3.4.	Tratamientos en estudio .....	37

3.5.	Prueba de hipótesis .....	37
3.5.1.	Diseño de la investigación .....	38
3.5.2.	Datos registrados .....	39
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información .....	39
3.6.	Materiales y equipos .....	39
3.7.	Conducción de la investigación .....	41
3.7.1.	Obtención de aguamiel de cabuya negra y blanca .....	41
3.7.2.	Caracterización fisicoquímica de aguamiel .....	43
3.7.3.	Obtención de bebida alcohólica de cabuya negra aromatizada con cedrón y toronjil .....	44
3.7.4.	Evaluación sensorial de la bebida alcohólica.....	45
3.7.5.	Evaluación fisicoquímica de la bebida alcohólica .....	46
IV.	RESULTADOS .....	47
4.1.	Evaluación de las características fisicoquímicas de aguamiel de cabuya negra y blanca .....	47
4.1.1.	Determinación de sólidos solubles, pH, humedad, cenizas, densidad y acidez de aguamiel fresca e hidrolizada de cabuya negra y blanca .....	47
4.1.2.	Determinación de azúcares reductores, polifenoles totales y actividad antioxidante en aguamiel fresca e hidrolizada de la cabuya negra y blanca.....	51
4.2.	Determinación de la concentración adecuada de aguamiel para obtener una bebida alcohólica de cabuya negra y blanca aromatizada con cedrón y toronjil .....	53
4.2.1	Cinética de fermentación de aguamiel de cabuya negra y blanca	54
4.2.2.	Grados alcohólicos obtenidos por destilación simple de mosto de la cabuya negra y blanca .....	56
4.2.3.	Análisis sensorial de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil .....	57
4.2.4	Evaluación de las características fisicoquímicas de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil .....	59
V.	DISCUSIÓN .....	64

5.1.	Evaluación de las características fisicoquímicas de aguamiel de cabuya negra y blanca .....	64
5.2.	Determinación de la concentración adecuada de aguamiel para obtener una bebida alcohólica de cabuya negra y blanca aromatizada con cedrón y toronjil .....	65
VI.	CONCLUSIONES .....	68
VII.	RECOMENDACIONES .....	69
VIII.	LITERATURA CITADA .....	70
	ANEXOS .....	75

## I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la comercialización de licores, bebidas alcohólicas o destilados ha llegado a tener una gran acogida, en la cual tenemos con más demanda en el mercado el pisco, ron, whisky, tequila, ginebra y vodka; los aguardientes más cotizados a nivel internacional. Sin embargo, entre estos tipos de licores no existe un destilado elaborado a partir de la cabuya, si bien sabemos el ron es un aguardiente proveniente de la caña de azúcar, cultivada y estudiada por años, pero sin ser aprovechado nuestro producto endémico (Barrantes, 2012).

En Perú el agave es conocido como cabuya azul pita o cabuya negra (*Agave americana L.*) es una planta originaria de México, y el *fucraea andina* conocida como maguay o cabuya blanca, es una planta silvestre de los andes de nuestro país. Principalmente en nuestra sierra y selva; constatamos el potencial agrícola de esta planta, cuya investigación es nula Barrios (2014). En el departamento de Huánuco existen plantas que crecen de manera silvestre sin ningún cuidado agronómico, como el caso de la cabuya que se encuentra en los valles alto andinos de nuestra zona, cuya planta ofrece muchas alternativas agroindustriales; del cogollo se obtiene aguamiel o jugo de dulce y están compuestos por polímeros de cadena lineal, unidos por enlaces polipeptídicos, parecidos al almidón, conocidos como fructooligosacaridos (FOS).

La inulina de la cabuya es un azúcar complejo, que no puede fermentar en forma natural, por lo que es necesario el desdoblamiento de sus azúcares en formas más simples para que puedan ser consumidos por las levaduras *Sacharomyces cerevisiae*; el aguamiel presenta múltiples usos por su contenido de principios activo, nutricional y medicinal (Barrios, 2014)

En la actualidad, esta planta silvestre no es valorada lo suficiente en nuestro país. En la provincia y departamento de Huánuco; la cabuya crece de forma silvestre pudiendo proporcionar a la población de múltiples beneficios; pero su uso se ve limitado nada más que las hojas de la planta para la elaboración de sogas e hilos artesanales. Al industrializar partes de esta planta, se podrá dar un valor agregado prioritariamente a su corazón, donde se concentra el jugo o aguamiel con alto contenido de sólidos solubles; dentro de ello, evaluando su adecuada y óptima concentración para realizar el proceso de fermentación de la

misma, para obtener un destilado con adecuadas características sensoriales y fisicoquímicos y de esa forma, brindar a la provincia un nuevo ingreso económico que mejore la calidad de vida de sus pobladores, mediante el procesamiento a escala industrial y les permita comercializarlo al mercado nacional; impulsando así el desarrollo en su agricultura y agroindustria.

La importancia de la investigación explorar nuevos cultivos alternativos como es la cabuya, que entre los múltiples usos de su jugo o aguamiel es factible en la fermentación para su posterior proceso de destilación, obteniendo un destilado alcohólico denominándolo bebida alcohólica de cabuya de esa manera ingresando a competir con los licores comerciales. Por todo lo mencionado, nace la presente investigación estudio de concentraciones de sólidos solubles de aguamiel a partir de cabuya negra y blanca con el fin de obtener bebida alcohólica presentando óptimas características sensoriales y fisicoquímicas.

Este proyecto se justifica desde el punto de vista económico, ya que no existe la industrialización de la cabuya en el mercado regional y de manera limitada en la nacional. Es por ello que la investigación se enfocó en la obtención de bebida alcohólica a partir del aguamiel de cabuya negra y blanca aromatizado con cedrón y toronjil, cuya finalidad es aprovechar esta planta silvestre ofreciendo un valor agregado a nuestra región ya que en la actualidad se ha incrementado la demanda de mercado de bebidas alcohólicas. Para ello se planteó los siguientes objetivos: evaluar las características fisicoquímicas de aguamiel de cabuya negra y blanca y determinar la concentración adecuada de aguamiel para obtener una bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Fundamento teórico

El agave es una planta de gran importancia, económica como también ecológica, que históricamente ha tenido un papel fundamental en el desarrollo de las comunidades ubicadas en las zonas áridas y semiáridas. Desde tiempos anteriores el agave es considerado “el árbol de las maravillas”, debido a los usos múltiples que se les puede dar. Las partes más utilizadas del agave como fuente de alimento son los tallos y las bases de las hojas, las cuales son ricas en carbohidratos de ello se extraen un líquido rico en azúcares principalmente fructuosa, con el cual se produce diferentes bebidas, como “aguamiel”, pulque es un producto de la fermentación del aguamiel, además se producen algunos otros destilados como son “bacanora”, “mezcal” y “tequila” (Duque, 2013).

Molina y Taco (2016) manifiestan que las agaváceas son hierbas altas, de tallo simple en agave o ramificado en yuca. La presencia de cámbiumes en el tronco determina que pueden incrementar su volumen con tejidos secundarios, lo cual no es común en las monocotiledóneas”.

La cabuya tiene una gran cantidad de azúcares fermentables, los cuales se pueden utilizar para la producción de aditivos alimentarios como son los jarabes de fructosa o la inulina. El uso alimentario de la especie ha sido y es todavía muy importante; Los troncos y la base de las pencas de algunas especies se comen asados (Rodríguez, 2017).

Molina y Taco (2016) en la Tabla 1 describe la composición química de las agaváceas expresados en porcentajes.

**Tabla 1.** Composición general de la planta de agave

Composición	Porcentaje
Humedad	60
Carbohidratos	25
Fibra y médula	10
Sales minerales	2,5
Otros (proteínas, saponina, etc.)	2,5

Fuente: Molina y Taco (2016)

## **2.1.1. Cabuya negra (*Agave americana* L.)**

### **2.1.1.1. Origen.**

En 1753 Linnaeus empleó el nombre de agave, que es derivado de una palabra griega que significa “noble”, para designar a un grupo de plantas oriundas de América. Es considerado México el centro de origen del cultivo de agave, aunque en algunas ocasiones se ha considerado a Colombia, Cuba y la parte oriental de África (Arias, 2013).

Los agaves son plantas rizomatosas, propagadas por hijuelos, raíces duras y fibrosas y cuenta con un tallo grueso muy corta. Sus hojas son grandes suculentas y fibrosas que termina en unas espinas, los márgenes de las hojas presentan pequeñas espinas. La inflorescencia son braceadas escamosas y racimosas. Presentan bulbillos en la inflorescencia (Duque, 2013).

El agave es utilizada actualmente para la elaboración del aguamiel y pulque, además de bebidas alcohólicas destiladas (tequila y mezcal), así como para la obtención de fibras, alimentos, ornamentales y a la construcción, entre otros (Meza, 2011).

### **2.1.1.2. Taxonomía de la cabuya negra**

La taxonomía de *Agave americana* L. pertenece a la familia agavaceae conformada por más de 650 plantas tropicales, dando lugar a su clasificación taxonómica (Chulde y Simba, 2011).

Reino	: <i>Plantae</i>
Clase	: <i>Liliopsida</i> ( <i>Monocotiledóneas</i> )
Subclase	: <i>Liliidae</i>
Orden	: <i>Liliales</i>
Familia	: <i>Agaváceas</i>
Género	: <i>Agave</i>
Especie	: <i>Agave americana</i> L.
Nombre científico	: <i>Agave</i>
Nombre común	: <i>Cabuya</i>
División	: <i>Magnoliophyta</i>

## **2.1.2. Cabuya blanca (*Furcraea andina*)**

### **2.1.2.1. Origen**

*Furcraea andina* o *Agave furcraea*, conocida comúnmente como cabuya blanca o simplemente cabuya es una planta cuya localidad natural se encuentra en el Perú. La cabuya (*Furcraea andina*) es una planta endémica del Perú, típica de las yungas y vertientes occidentales andinas; en la sierra, crece desde los 1450 hasta los 3000 msnm. Esta planta se desarrolla en las regiones costa, yunga y quechua. Perteneciente a la familia de las agaváceas (Barrantes, 2012).

### **2.1.2.2. Taxonomía de la cabuya blanca**

Según Jurado y Checa (2014), el género *Furcraea* comprende más de 20 especies de plantas, en su mayoría se aprovecha como fibra, la cabuya blanca presenta la siguiente clasificación taxonómica.

División	:	<i>Embriofitas sifonógamas</i>
Sub – división	:	<i>Angiospermas</i>
Clase	:	<i>Monocotiledóneas</i>
Orden	:	<i>Lilifloras</i>
Familia	:	<i>Amarilidáceas</i>
Sub – familia	:	<i>Agavoideas</i>
Genero	:	<i>Furcraea</i>
Especie	:	<i>Furcraea andina</i>

### **2.1.3. Aguamiel o savia de agave**

La savia es un exudado que se obtiene de la penca azul, contiene gran cantidad de azúcares. Es un producto de aspecto líquido, de sabor dulce agradable, de olor característico, con colores que varían de blanco tenue a amarillo claro. De acuerdo con estudios realizados se sabe que, desde la antigüedad hasta nuestros días, este producto es aprovechado únicamente por sus propiedades curativas y organolépticas; porque los aztecas lo consideraban como uno de los dioses de la medicina (Chulde y Simba, 2011) mencionan la obtención de la savia fluida y azucarada en las pendientes secas de los cerros y en conglomerados calizos sueltos; mientras que, en las mesetas, suelos arenosos y lugares planos, la savia se obtiene espesa y menos azucarada.



El aguamiel es la savia de la planta, es un gran alimento que se toma como tal o concentrado en forma de miel o chancaca. Este aguamiel, por diversos procedimientos, permite obtener bebidas estimulantes o fermentadas como el pulque, similar a una chicha, y del líquido obtenido del corazón asado, se producen por destilación, aguardientes de alta graduación alcohólica como el mezcal y tequila (Rodríguez, 2017).

El aguamiel, es un fluido obtenido del agave. El fluido se produce en las plantas adultas y se obtiene de la etapa previa a la floración. El jugo se acumula en la parte baja de la planta (mesontete). Este fluido es rico en carbohidratos como inulina, sacarosa y fructuosa, además contiene pequeñas cantidades de aminoácidos y vitaminas (Moreno, 2008).

### 2.1.3.1. Composición del aguamiel de agave

En la Tabla 2 se detalla la composición química del aguamiel donde se evidencia la diferencia entre muestra fresca y muestra seca; la que destaca con mayor concentración de carbohidratos y azúcares reductores totales es muestra seca.

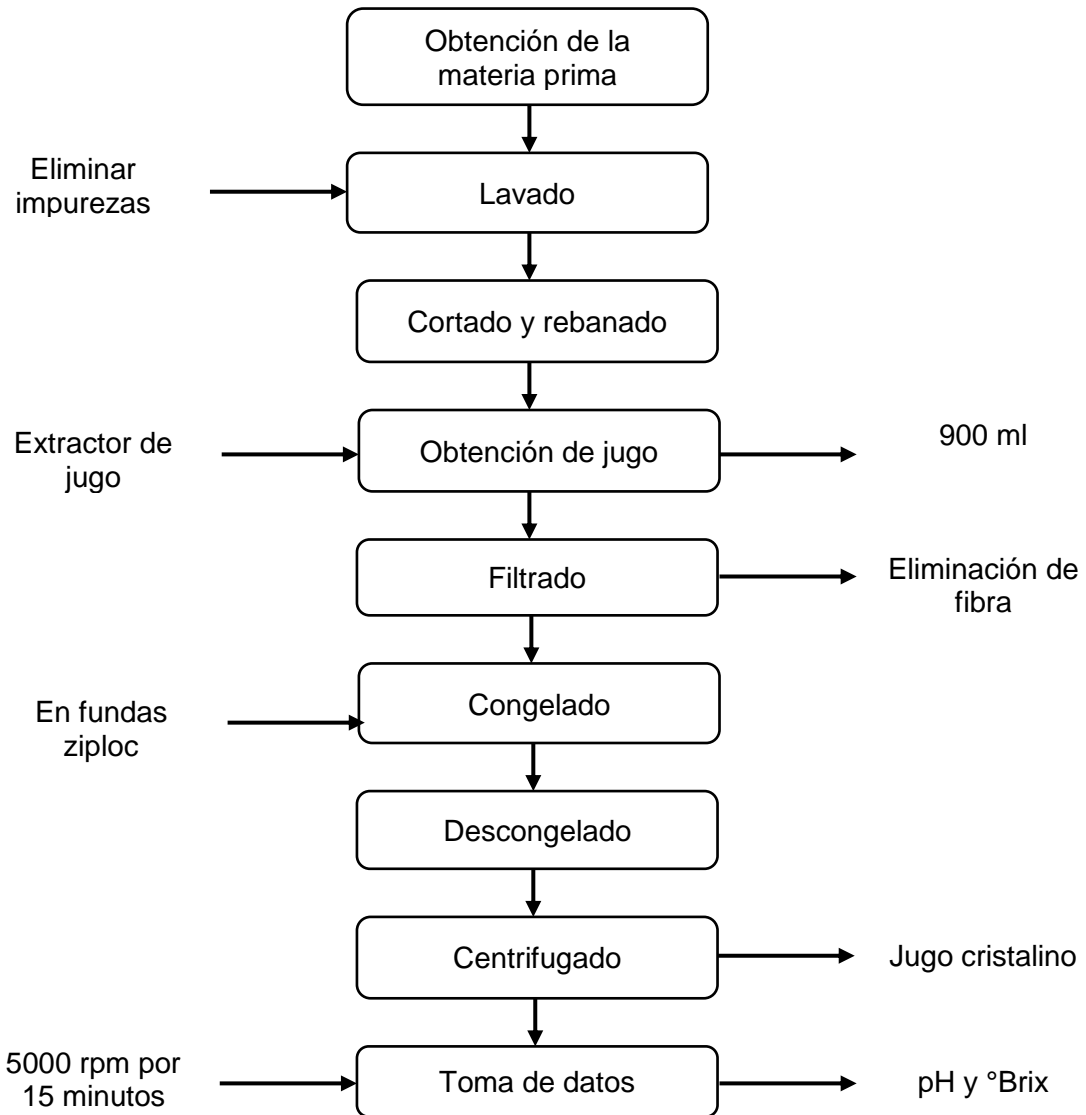
**Tabla 2.** Composición química del aguamiel

Parámetro	Muestra fresca	Muestra seca
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 (% glucosa)	9,08	71,95
Energía total (Kcal/100 g)	37,28	335

Fuente: Bautista (2006)

### 2.1.3.2. Obtención del aguamiel

Molina y Taco (2016) utilizaron el siguiente flujograma para la obtención del aguamiel para ello tuvieron en cuenta las características físicas del agave. (Ver Figura 1)



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la obtención del aguamiel.

Fuente: Molina y Taco (2016)

### 2.1.3.3. Microorganismos del aguamiel

El aguamiel se caracteriza por ser un líquido fresco no fermentado rico en azúcares, de fácil asimilación y proteínas que mantiene una población microbiana en espera de condiciones ambientales y nutricionales apropiadas para su propagación dentro de este medio (López, 2015).

Estos microorganismos transforman de manera natural gran parte de los azúcares disponibles en el aguamiel. La literatura reporta que a partir del aguamiel se pueden recuperar diversos grupos de microorganismos clasificados como: nitroreductasas, azoreductasas y glucoronidasas que se han asociado con ciertos tipos de cáncer gástrico; efecto antimicrobiano por la producción de ácidos orgánicos, enzimas, bacteriocinas y competencia por nutrientes con los patógenos intestinales (Apolinar, 2014).

El aguamiel es un sustrato nutricionalmente enriquecido que favorece el crecimiento de poblaciones microbianas; las cuales utilizan compuestos del aguamiel como fuente de carbono y energía para producción de nuevas células, acompañado de la formación de productos de fermentación, además contiene diferentes tipos de microorganismos entre los cuales podemos encontrar levaduras, bacterias lácticas, bacterias productoras de etanol y bacterias productoras de exopolisacáridos (ver Tabla 3)

**Tabla 3.** Microorganismos del aguamiel

Bacillus	Proteobacterias	Hongos
<i>Lactobacillus-streptococcus</i>	<i>Acetobacter</i>	<i>Sacharomyces</i>
<i>Lactobacillus cepa ASF360</i>	<i>pomorium</i>	<i>cerevisae</i>
<i>AFI 57050)</i>	<i>AJ001632</i>	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>		
<i>M99740. L. Hilgardii M58521</i>	<i>Zymomonas</i>	
<i>L. Plantarum D79210</i>	<i>mobilis AF281034</i>	<i>Sacharomyces sp</i>
<i>Lactobacillus mesenteroides</i>		
<i>spp mesenteroides</i>		

Fuente. Escalante *et al.*, (2004)

#### 2.1.3.4. Azúcares del aguamiel de cabuya

El aguamiel del agave es un fluido rico en carbohidratos como la fructosa, sacarosa y glucosa, además contiene pequeñas cantidades de vitaminas y minerales (Flores *et al.*, 2009)

Así mismo Rendón, *et al.* (2007) manifiestan que los carbohidratos de reserva presentes en el aguamiel de agave, son susceptibles a cambios físico químicos

en los procesos de fermentación, concentración y pardeamiento; procesos que son necesarios para la obtención de miel o bebida fermentada de cabuya.

La sacarosa es un disacárido que se encuentra con abundancia en la savia que ha sido extraída de partes constituyentes de una planta, como por ejemplo la caña de azúcar, el tronco de árbol de arce y del corazón del agave. Además de la sacarosa, se encuentran los monosacáridos glucosa y fructosa. La glucosa es el monosacárido más abundante en la naturaleza; su presencia en vegetales está determinada principalmente por el grado de madurez de éstos. Por su parte la fructosa también se encuentra en las plantas, principalmente en jugos de diversas frutas; pero también forma parte de algunos polisacáridos como la inulina que se halla en plantas de agave, en el aguamiel; ajo y alcachofa, entre otras (Jurado y Sarzosa, 2009).

#### **2.1.3.5. Azúcares reductores**

El azúcar reductor es un grupo aldehído o cetona cuya capacidad reductora está libre. Los azúcares reductores totales (ART) no es más que una hidrólisis total practicada a las muestras a través de ácido y calor. La fructosa y la glucosa presentes en el agave son dos azúcares reductores que pueden ser utilizados para obtener alcohol con un proceso de fermentación, además que pueden interactuar con las proteínas obteniendo como resultado la caramelización o reacciones de Maillard. El agave está constituido por los monómeros fructosa (95%) y glucosa (5%). La mayor concentración de azúcares reductores se encuentra en la piña (16 a 28%) y la menor en las hojas (3,3 a 16,1%). La parte comercialmente de los agaves para la obtención de bebidas alcohólicas mexicanas, es el tallo y las bases de las hojas, comúnmente denominado "cabeza" o "piña", porque se asemeja a una piña gigante (Barrios, 2014).

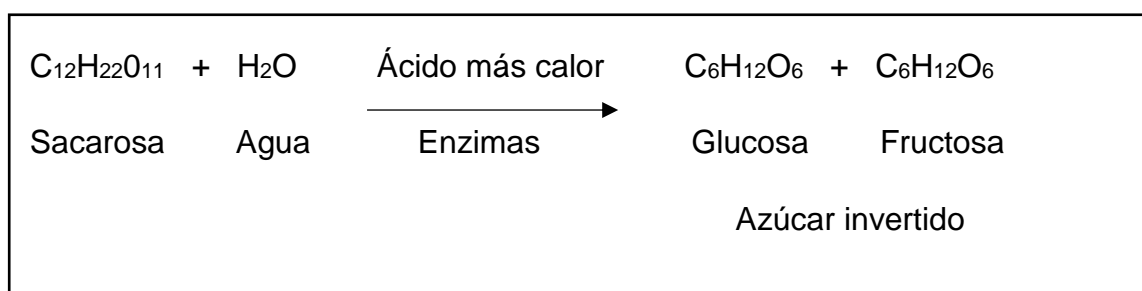
#### **2.1.3.6. Hidrólisis del aguamiel**

En química el concepto de hidrólisis indica el proceso químico donde una molécula ha sufrido una ruptura de uno o más enlaces químicos, dando lugar a uno o más productos, siendo el solvente o vehículo en este proceso el agua. De allí que el proceso se denomine hidrólisis (hidro = agua y lisis = romper). Los propósitos de la operación de cocimiento son hidrolizar las cadenas de inulina en monosacáridos de estructura simple como son la fructosa y la glucosa, así

como caramelizar algunos azúcares que contribuyan de manera significativa al sabor y olor final del destilado. Esto se logra al aplicar calor, ya sea por calentamiento directo o por inyección de vapor. El ácido diluido generalmente implica el uso de 0,5% a 15% de ácido sulfúrico para hidrolizar el material celulósico. Además, las temperaturas que van de 90 a 600 °C y la presión hasta 800 psi; por otro lado, las concentraciones de ácido sulfúrico para la hidrólisis de hemicelulosa es de 0,5 a 1,5% y temperaturas de 121 a 160 °C donde los procesos recuperación de azúcar oscilan de 70% a 90% (Barrios, 2014).

Uno de los principales contenidos de la cabuya es precisamente la inulina que es un polisacárido, por lo que al ser cocido se le somete a una solubilización, es decir se le hace soluble y posteriormente se le somete a una hidrólisis que es la descomposición de un compuesto químico por la acción del agua, transformándola en azúcares fermentables, dando como resultado la fructuosa y levulosa. Estos últimos, polisacáridos, son cadenas de azúcares de mejor calidad que de la caña de azúcar (Chancusig, 2011).

El azúcar invertido se obtiene por la hidrólisis de la sacarosa formándose una cantidad igual de monosacáridos glucosa y fructosa en el proceso de inversión. La molécula de la sacarosa reaccionara con moléculas de agua al calentar el jarabe o aguamiel en presencia de ácido. La producción de azúcares invertido también puede lograrse mediante la acción enzimática (Jurado y Sarzosa, 2009).



**Figura 2.** Conversión de los azúcares en la hidrólisis

Fuente: Jurado y Sarzosa (2009)

### 2.1.3.7. Capacidad antioxidante

Los productos vegetales poseen una gran variedad de compuestos químicos actúan como agentes antioxidantes, inhibiendo la formación y el daño producido por los radicales libres, que no solo producen rancidez y pérdida de alimento en

su almacenamiento, si no que están asociados con enfermedades crónicas como el cáncer, alzhéimer, enfermedades cardiovasculares y están ligados al proceso de envejecimiento. La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa. A diferencia de la medición del contenido de un antioxidante determinado, la medición de la actividad antioxidante de un alimento permite cuantificar la capacidad que tendría todos los compuestos antioxidantes presentes en este (vitaminas + carotenoides + polifenoles + otras que no responden a las categorías anteriores) para actuar simultáneamente como una mezcla de compuestos antioxidantes (Mayón, 2015).

#### **2.1.3.8. Polifenoles**

En la naturaleza existe una amplia variedad de compuestos que presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de uno o varios anillos fenólicos. Estos compuestos denominados polifenoles, se originan principalmente en las plantas, que los sintetizan en gran cantidad, como producto del metabolismo secundario. Algunos son indispensables para las funciones fisiológicas, otros participan en funciones de defensa ante situaciones de estrés y estímulos diversos (hídrico, luminoso, etc). Existen varios tipos de polifenoles que se definen en función del número de anillos fenólicos que poseen y de los elementos estructurales que presentan estos anillos. Los principales grupos de polifenoles son: ácidos fenólicos (derivados del ácido hidroxibenzoico o del ácido hidroxicinámico), estilbenos, lignanos, alcoholes fenólicos y flavonoides (Cárdenas, 2016).

Estos compuestos participan de diversas funciones, tales como la asimilación de nutrientes, síntesis proteicas, actividad enzimática, fotosíntesis, formación de componentes estructurales, defensa ante los factores adversos del ambiente, además están asociados al color, las características sensoriales (sabor, astringencia y dureza), las características nutritivas y las propiedades antioxidantes de los alimentos de origen vegetal y la característica antioxidante de los fenoles se debe a la reactividad del grupo fenol. Pueden clasificarse en grupos como los ácidos fenólicos (benzoicos y cinámicos), flavonóides (antocianinas, flavonoides, flavonoles, flavonas, flavanonas, isoflavonas), estilbenos y lignanos (Tolentino, 2015).

#### **2.1.4. Bebida alcohólica**

Son aquellas bebidas obtenidas por los zumos azucarados de los frutos fermentados. Se obtienen por destilación o maceración de las bebidas fermentadas, con lo que se consigue aumentar el porcentaje de alcohol. Alcoholes destinados a la alimentación aromatizados por maceración o destilación en presencia de diversas sustancias vegetales. Bebida destilada es aquella bebida que se obtiene al hervir una bebida fermentada, elevando la graduación del alcohol, que queda por encima de los 17 °GL. A veces se le suelen añadir ciertas sustancias acompañantes (aromas, azúcar o agua) para que sean más suaves y agradables de sabor (Arias, 2013).

Las bebidas fermentadas tienen un contenido alcohólico superior a 15° y pueden llegar a superar los 50°, de esta manera pueden diferenciarse de los aguardientes por su mayor o menor contenido de la cantidad de azúcar en dicho producto; las bebidas fermentadas pueden ser saborizadas o aromatizadas con flores, hojas, plantas frutas, especias, frutos secos, raíces o cortezas. Para elaborar un licor se pueden aplicar diferentes técnicas como la destilación continua o doble, maceración, infusión o envejecimiento de reposo en recipientes de madera, entre otros (Ramírez, 2010).

##### **2.1.4.1. Fermentación alcohólica**

La fermentación alcohólica es un proceso químico provocada por los microorganismos sobre los azúcares de un medio, convirtiéndolas principalmente en etanol y acompañado de la generación del gas carbónico. En el proceso de fermentación también puede generarse subproductos en menor cantidad como: glicerina, ácido succínico, ácido acético y otras sustancias. También se genera calor, ya que la fermentación alcohólica es un proceso exotérmico Louis Pasteur en el año 1857 que se fundamentaba en la “teoría vitalista” como explicación de los mecanismos básicos de la fermentación, fue el mismo Pasteur que en el año 1875 demostró que la fermentación era un proceso anaeróbico (Ambuludí, 2014).

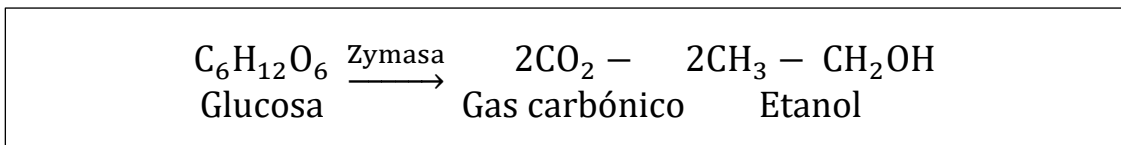
La fermentación alcohólica es aquel fenómeno, estrechamente ligado con la actividad vital de las levaduras presentes en el mosto y reguladas por su carga

enzimática, por lo cual los azúcares presentes dan origen a alcohol, anhídrido carbónico y otros productos secundarios (Chulde y Simba, 2011).

La fermentación alcohólica es una reacción anaerobia en la cual los azúcares se degradan a alcohol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>), en donde las levaduras son los principales microorganismos responsables, aunque también las bacterias pueden llevarla a cabo (Vázquez y Dacosta, 2007).

La fermentación alcohólica es un proceso de tipo biológico, en el cual se lleva a cabo una fermentación sin presencia de oxígeno. Este tipo de fermentación se debe a las actividades de ciertos microorganismos, los cuales se encargan de procesar azúcares, como la glucosa, la fructosa, etc. (hidratos de carbono), dando como resultado un alcohol a modo de etanol, CO<sub>2</sub> (gas) y ATP (adenosíntrifosfato), moléculas que son utilizadas por los propios microorganismos en sus metabolismos energéticos (Méndez, 2011).

Gay-Lussac, consideró la ecuación general de la fermentación como derivada de la transformación de una molécula de glucosa en dos moléculas de alcohol y dos moléculas de anhídrido carbónico (Pillajo, 2015).



**Figura 3.** Ecuación general de la fermentación alcohólica

Fuente: Pillajo (2015)

#### **2.1.4.2. Fermentación del aguamiel de cabuya**

El proceso de la fermentación inicia en la penca azul, donde se encuentran microorganismos autóctonos como levaduras, bacterias lácticas, bacterias productoras de etanol y bacterias productoras de ex-polisacáridos. Estos microorganismos transforman de manera natural parte de los azúcares disponibles en la savia. A medida que pasa el tiempo se presentan cambios importantes como un incremento en el porcentaje de etanol y formación de ex-polisacáridos como b-glucanos y dextranos; que generan un incremento en la viscosidad, transformado el fluido líquido a uno más espeso (Chulde y Simba, 2011).



El sustrato presente en el agave, que es utilizado por la levadura para producir el tequila es la inulina. La inulina  $(C_6H_{10}O_5)_n \cdot H_2O$  es un compuesto parecido al almidón formado por unidades de fructosa y constituye una de las materias primas de reserva de las piñas del agave que no es directamente fermentable, pero que se transforma en fructosa y glucosa por hidrólisis ácida durante la cocción (Bautista *et al.*, 2001).

#### **2.1.4.3. Microorganismos para la fermentación**

En los procesos de fermentación se emplean células bacterianas, que son procariontes; y hongos, levaduras y células animales y vegetales, que son eucariotes. Las bacterias implicadas en los procesos de fermentación son principalmente quimioorganótrofos, es decir pueden obtener su energía y su carbono por oxidación de los compuestos orgánicos. La levadura más utilizada en las fermentaciones industriales es la especie *Saccharomyces cerevisiae*, sobre todo en la producción de alcohol y en panadería pero en ciertas condiciones como fermentaciones largas o temperaturas del entorno más bajas pueden emplearse otras levaduras, por ejemplo *Saccharomyces anamensis* y *Schizosaccharomyces pombe*; esta levadura no degrada la lactosa, por lo que para producir alcohol o biomasa a partir de suero de leche se utiliza *Kluyveromyces lactis*, que contiene las enzimas necesarias para transportar y degradar la lactosa. Otras levaduras importantes industrialmente son *Candida utilis* y *Endomycopsis fibuliger* (Barrantes, 2012).

Las levaduras constituyen el grupo de microorganismos utilizados para procesos de fermentación alcohólica en la industria de licores. Dentro de este grupo de debe considerar si la variedad de levadura es capaz de producir y tolerar altas concentraciones de alcohol (etanol). Las variedades más empleadas son las pertenecientes a la especie *Saccharomyces cerevisiae*, pero en ciertas condiciones como fermentaciones más largas o temperaturas del entorno más bajas pueden emplearse otras levaduras, por ejemplo, *Saccharomyces anamensis* y *Schizosaccharomyces pombe* (Jurado y Sarzosa, 2009).

El crecimiento y desarrollo de la levadura está condicionado por el entorno, es decir, la disponibilidad de fuentes de carbono o concentración inicial de azúcar en el mosto, la presencia de nutrientes, condicionantes como la temperatura y

pH, la humedad, y la oxigenación inicial del medio, ya que la *Saccharomyces cerevisiae* es anaerobia facultativa, por lo que se obtiene un mayor rendimiento de biomasa en aerobios que en anaerobiosis. El cultivo aerobio es importante durante la propagación del inóculo, llamado también cultivo semilla o iniciador, siendo su objetivo la acumulación del mayor número de células sanas en el menor tiempo posible, para que posteriormente el cultivo principal en los tanques de fermentación se realice en condiciones anaerobias o microaerófilas (Jurado y Sarzosa, 2009).

#### **2.1.4.4. Condiciones de fermentación**

En un proceso de fermentación alcohólica para la obtención de bebidas destiladas participan algunos factores a los que se debe prestar especial atención a lo largo del proceso. Los principales de estos se detallarán a continuación.

**Iniciador:** El iniciador es una porción del mosto que es separada para ser el medio en el cual se colocarán las levaduras y se las activará. Para inocular el mosto, que frecuentemente alcanza cantidades de miles de litros, se necesita una cantidad también grande de iniciador. La agitación y la aireación del iniciador son pasos previos a la fermentación que sirven para distribuir las levaduras y oxigenar el medio, asegurando así el crecimiento microbiano. Comúnmente se inocula el mosto con un iniciador que representa del 4 al 6% de su volumen (Prescott y Dunn, 1960).

**Sustancias nutritivas:** Las sustancias nutritivas necesarias para la fermentación por lo general se encuentran en el sustrato o medio de fermentación, pero generalmente se enriquecen estos medios con fósforo o nitrógeno, pudiendo añadirse fosfato o sulfato amónico. Los fosfatos de amonio son materiales enológicos oficialmente permitidos por la Organización Internacional du Vino, con un máximo permitido de 96 g/100 litros (Yegres *et al.*, 2003).

**pH del mosto:** La fermentación continúa satisfactoriamente cuando el pH del mosto ha sido ajustado entre 4,5 y 5. Este pH favorece a la levadura y es lo suficientemente bajo para inhibir el desarrollo de muchos tipos de bacterias. En la industria de licores generalmente se utiliza el ácido sulfúrico para ajustar el pH

del mosto, aunque el ácido láctico es también satisfactorio por favorecer el desarrollo de las levaduras. También se puede utilizar ácido cítrico para nivelar el pH (Prescott y Dunn, 1960).

**Oxigenación del mosto:** La producción de alcohol no requiere de oxígeno, en los primeros momentos de la fermentación es necesaria aún la agitación y aireación para procurar una dispersión homogénea de la porción iniciador en los tanques de fermentación y la oxigenación para la reproducción de las células de levadura en condiciones óptimas. Una aireación sumamente excesiva es totalmente absurda ya que no obtendríamos alcohol sino agua y anhídrido carbónico debido a que las levaduras, cuando viven en condiciones aeróbicas, no utilizan los azúcares por vía fermentativa sino oxidativa. Durante la fermentación se desprende CO<sub>2</sub>, y se establecen pronto las condiciones anaerobias (Jurado y Sarzosa, 2009).

**Nitrógeno:** Las fuentes más importantes de nitrógeno para la fermentación son el amoníaco, los nitratos, la urea y el nitrógeno presente en los cereales, raíces y sus subproductos. Los aminoácidos purificados se utilizan únicamente en casos muy especiales en los procesos de fermentación, usualmente como precursores. Los substratos complejos también suministran con frecuencia vitaminas, factores de crecimiento y minerales, de importancia clave en los procesos de fermentación (Barrantes, 2012).

**Substratos complejos:** Los substratos complejos brutos son una fuente barata de carbono, nitrógeno y otros nutrientes para los procesos de fermentación, e incluyen por ejemplo tejidos de plantas enteras y una serie de subproductos vegetales, animales y microbianos (Barrantes, 2012).

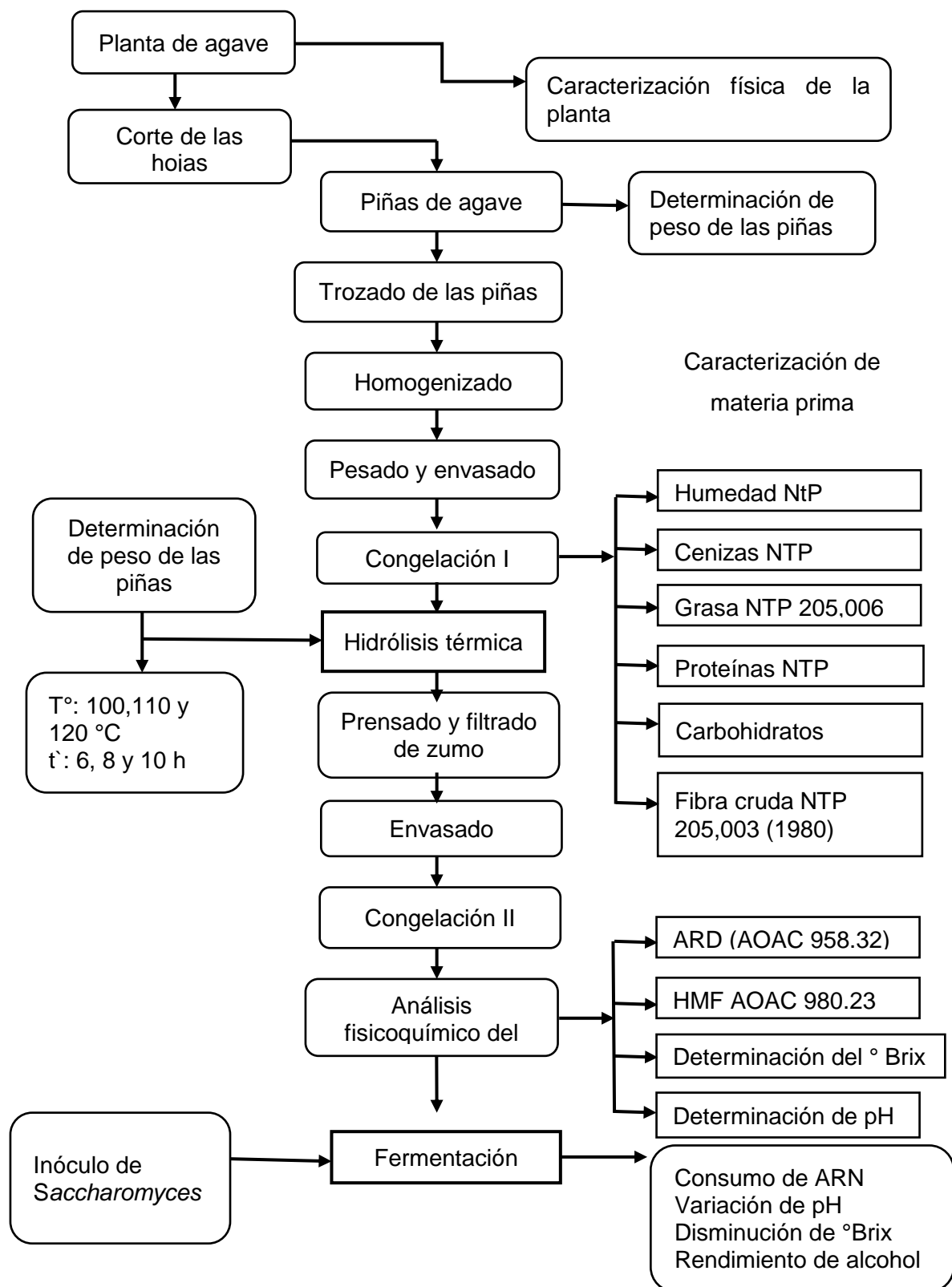
**Temperatura de la fermentación:** Al momento de la siembra del iniciador en los tanques de fermentación el mosto necesita encontrarse a temperaturas desde 15 a 25 °C para la adaptación de las levaduras al medio. Durante la fermentación aumenta la temperatura del mosto e incluso en condiciones del ambiente es necesario el empleo de serpentines de refrigeración o bien de chorros de agua sobre las paredes exteriores del depósito o tanque de fermentación, ayudando a mantener una temperatura adecuada. A una temperatura muy por encima de los 30 °C se corre el riesgo de una sobrepoblación de levaduras, o su eliminación si

la temperatura ha excedido el límite de tolerancia; además se inician procesos de evaporación de los alcoholes generados y pérdidas de aromas, los cuales se retienen mientras las temperaturas sean bajas siempre que la fermentación no se interrumpa (Prescott y Dunn, 1960).

**Tiempo de fermentación:** La industria de licores destilados lo que se persigue es la mayor producción de alcohol que se consigue en fermentaciones de una duración entre 18 a 72 horas, a diferencia de la fabricación de vinos y cervezas donde las fermentaciones son lentas ya que se trabaja a bajas temperaturas para preservar aromas y sabores. La transformación del azúcar en alcohol debe durar el menor tiempo posible, siempre que no afecte el producto esperado para destilarse. Este tiempo depende de la concentración de azúcares del mosto, de la cantidad inóculo o levadura inicial agregada, de la variedad de levadura, y temperatura del medio (Jurado y Sarzosa, 2009)

#### **2.1.4.5. Obtención de bebida alcohólica**

Barrios (2014) detalla el flujograma para la obtención de bebida alcohólica de agave, teniendo en cuenta la caracterización fisicoquímica del aguamiel (Ver Figura 4)



**Figura 4.** Flujograma de obtención de bebida alcohólica

Fuente: Barrios (2014)

**Obtención y acondicionamiento de la planta de *agave americana* L.:** Se realizó la recolección y selección al azar de 03 cabuyas de una edad aproximada de 8 a 10 años, y un peso de 75 kg, 85 kg y 90 kg aproximadamente, estos magueyes fueron procedentes del valle de Pachachaca, territorio de la provincia de Abancay, Región Apurímac, que se encuentra a una altura aproximada de 2060 msnm y a 10 km de distancia, y se encontraban creciendo indistintamente por esta zona sin ser cultivadas. La recolección se realizó en el mes de enero (Jurado y Sarzosa, 2009).

Las hojas son gruesas en la base y delgadas en sus terminaciones y se encuentran bastante abiertas y separadas unas de otras. Alcanza su mayor tamaño principalmente en ancho pudiendo llegar a diámetros de 4 metros. Desde los 8 años en adelante se espera que brote el tallo, a partir de los meses de julio a octubre. Una vez identificados y seleccionados los magueyes, se realizó la determinación de las características físicas de la planta como son:

- **Distancias de la planta como son:** Altura, ancho y la forma, para ello se hizo uso de una wincha.
- **Características de las hojas:** Longitud, ancho, espinas laterales y la longitud de su espina terminal, para ello se hizo uso de una wincha.

**Peso de las piñas con una balanza Henkel de capacidad 600 kg:** Inmediatamente después, fueron acondicionados en su lugar de cosecha (mes de enero). Las hojas fueron separadas y cortadas por su base longitudinal, obteniendo así 02 fracciones: la "cabeza y/o piñas" y la base de las hojas. Enseguida, las 03 piñas fueron sometidas a trozado mecánico en el laboratorio, con la intención de obtener trozos de aproximadamente 1200 a 1500 g de peso, a continuación, se efectuó el homogenizado de los trozos con el propósito de tener unidades experimentales uniformes, los cuales fueron pesados, envasados e identificados en bolsas de polietileno de alta densidad para finalmente conservarse en congelación para su posterior utilización.

**Hidrólisis térmica:** La metodología consistió en someter a cocción (hidrólisis térmica) los trozos homogenizados de las 3 piñas del maguey obtenidas, a diferentes temperaturas y tiempos, para conseguir la solubilidad e hidrolizar los azúcares del agave, ya que la inulina (fuente de azúcar de los agaves) es poco

soluble en agua y no fermentable en forma directa. Se utilizó autoclave vertical. El objetivo de hidrólisis es fijar el tiempo y temperatura de cocimiento necesario y determinar el rendimiento de azúcares reductores, por lo que se diseñó el experimento manejando las variables: tiempo de 6, 8 y 10 horas (variable denominada como tiempo de residencia en autoclave) y temperatura de 100, 110 y 120 °C.

**Prensado y filtrado de zumo:** El prensado se realizó manualmente y con ayuda de una extractora y licuadora caseras, separándose primeramente la pulpa de la cáscara, para luego trozarlo en cuadraditos y colocarse en la extractora, después se filtró con una tela fina, para minimizar el desprendimiento de partículas sólidas, el zumo se recepcionó en un recipiente de plástico.

**Envasado:** El zumo obtenido se almacenó en cámara de congelación.

**Análisis químico del jugo hidrolizado de la piña del maguey (*agave americana* L.):** Después de haber extraído las fructanas presentes en la piña del maguey, se evaluaron las siguientes variables de respuesta: % de azúcares reductores por el método de Fehling AOAC 958.32 (2005), pH con un potenciómetro electromagnético, los °Brix utilizando un refractómetro y el contenido de HMF por espectrofotometría UV, método AOAC 980.23 (2005), así mismo, cabe mencionar, que se evaluaron estos 04 parámetros con fines de comparación entre los diferentes tratamientos.

**Fermentación alcohólica del mosto hidrolizado:** El proceso de fermentación alcohólica se realizó en el tratamiento con mayor contenido de azúcares reductores y °Brix, acondicionándose la muestra para el crecimiento de la levadura *Sacharomyces albicans* tipo B.

- **Preparación del inóculo:** Para el proceso de preparación del inóculo, se trabajó con una cepa específica *Sacharomyces Albicans* tipo B, aislado de la chicha de jora, cuyo estudio de identificación estuvo basado en técnicas morfológicas y fisiológicas que permitió identificar la especie a la que corresponden, se conocían sus condiciones óptimas de fermentación con un pH de 6,5; temperaturas de trabajo de 25-30 °C; y su nivel de tolerancia al alcohol de 7%.

- **Consideraciones previas:** Para llevar a cabo el proceso de fermentación se trabajó en condiciones de esterilización tanto materiales, como la muestra de zumo de agave, sometiéndose a temperatura de esterilización (121,5 °C), por un tiempo de 15 minutos, con la finalidad de eliminar cualquier tipo de microorganismos presentes en el zumo de agave y además de inactivar enzimas que perjudiquen el proceso de fermentación, precipitar proteínas que causan turbidez y concentración del mosto.
- **Consideraciones posteriores:** Las muestras de mosto de agave esterilizadas, fueron ajustadas a pH 6,5 para iniciar la fermentación. Para este proceso, se trabajaron a temperaturas de fermentación entre 25 y 30 °C. Se consideraron estos parámetros puesto que las levaduras se desarrollan a dichas temperaturas.

**Destilación del jugo fermentado:** Se realizó la destilación simple del jugo fermentado, acondicionándose para tal fin un equipo de destilación de vidrio de uso en laboratorio.

#### 2.1.5. Hierbas aromáticas

Se denomina plantas aromáticas a toda especie vegetal cuya importancia radica en poseer un aroma y/o sabor que la hacen útil, estando dicha propiedad dada por componentes o fracciones volátiles que químicamente se denominan esencias o aceites esenciales, las hierbas aromáticas o finas hierbas, son unas plantas que nacen en los campos o son cultivadas en los huertos o explotaciones agrarias por sus cualidades aromáticas, medicinales. Son aquellas que tienen hojas o flores que desprenden un aroma más o menos intenso. Puede ser un árbol, un arbusto o una planta herbácea (Rodríguez, 2014).

##### 2.1.5.1. Parte de la planta empleada:

- **Rizoma:** Jengibre, cúrcuma, valeriana
- **Corteza:** Canela
- **Hojas:** Menta, orégano, salvia, tomillo, estragón, laurel
- **Flores:** Manzanilla, azafrán, ajedrea, ajeno, lavanda, lavandín
- **Frutos:** Vainilla, anís, coriandro, comino, eneldo
- **Raíz:** Genciana, vetiver
- **Semilla:** Mostaza blanca, negra, anís, comino.



### 2.1.5.2. Usos

- **Culinario:** orégano, menta, tomillo, salvia, romero, anís, azafrán, ajedrea, comino, estragón
- **Herboristería y licorería:** menta, ajedrea, ajenjo, coriandro, comino, manzanilla, hinojo
- **Farmacéutico:** tomillo, anís, azafrán, eneldo, hinojo, manzanilla, orégano, romero

### 2.1.6. Cedrón (*Aloysia citriodora*)

Es un arbusto muy aromático que vive varios años, con olor semejante a limón. Es caducifolio, alcanza hasta los 4 m de alto, de tallos largos y leñosos con marcadas y finas rayas lineares. Las hojas se reúnen en grupos de tres, rara vez cuatro, al mismo nivel (verticilos), están pegadas al tallo, son lanceoladas que terminan en punta, de hasta 7 cm de largo; las flores son pequeñas y blancas liláceas, con la corola ensanchada en la parte superior y se presentan en espigas; el fruto es una drupa con dos semillas (Tito, 2018).

#### 2.1.6.1. Taxonomía de cedrón

Según Tito (2018), la clasificación taxonómica del cedrón está dividida de la siguiente manera,

Reino	: <i>Plantae</i>
Subreino	: <i>Tracheobionta</i>
División	: <i>Magnoliophyta</i>
Clase	: <i>Magnoliopsida</i>
Subclase	: <i>Asteridae</i>
Orden	: <i>Lamiales</i>
Familia	: <i>Verbenaceae</i>
Género	: <i>Aloysia</i>
Especie	: <i>A. citriodola</i>
Nombre binomial	: <i>Aloysia citriodola</i>

#### 2.1.6.2. Composición química

La composición química del cedrón nos indica que contiene compuestos aromáticos detallados en la Tabla 4.

**Tabla 4.** Composición química del cedrón

<b>Composición</b>	<b>Cantidad (%)</b>
Aceite esencial	0,1 – 0,3
Monoterpenos: Lilmoneno	6
Sesquiterpenos	18
Alcoholes alifáticos	1 – 1,5
Monoterpenoles	15 – 16
Sesquiterpenoles	4 - 5
Ésteres terpénicos	6

Fuente: Tito (2018)

### **2.1.7. Toronjil (*Melissa officinalis*)**

Es una planta aromática que tiene un parecido a la ortiga, se caracteriza por su olor que es muy parecido al limón. Planta muy importante, ya que posee grandes atributos para la salud, genera beneficios muy importantes para el bienestar, es considerada como la controladora de los nervios. Apreciada por su fuerte aroma a limón, se la utiliza en infusión como tranquilizante natural, y su aceite esencial se aprovecha en perfumería (Tito, 2018).

#### **2.1.7.1. Taxonomía del toronjil**

Según Tito (2018), la taxonomía del toronjil está clasificada de la siguiente manera.

Reino	: Plantae
Subreino	: Tracheobionta
División	: Magnoliophyta
Clase	: Magnoliopsida
Subclase	: Lamiales
Orden	: Lamiales
Familia	: Labiadas
Género	: Melissa
Especie	: Officinalis
Nombre binomial	: <i>Melisa officinalis</i>

### **2.1.7.2. Composición química**

Las hojas contienen aceite etéreo que está compuesto por diferentes aldehídos y alcoholes: citral a y b, citronelal, geraniol y linalol. Además, se encuentran taninos, ácidos triterpénicos, marrubina y saponinas, compuestos amargos y flavonoides (Tito, 2018).

### **2.1.8. Maceración**

Según Romero (2013), la maceración es un proceso de extracción de sólido-líquido. El producto sólido (materia prima) posee una serie de compuestos solubles en el líquido extractante, cuando se trata de alimentos, hierbas y otros productos para consumo humano se emplea el término maceración. En este caso el agente extractante (la fase líquida) suele ser agua, pero también se emplea otros líquidos como vinagre, jugos, alcoholes o aceites aderezados con diversos ingredientes que modifican las propiedades de extracción del medio líquido. En los casos en que se utilice el producto extraído se suele emplear una etapa de secado bien al sol, con calor o incluso una liofilización.

#### **2.1.8.1. Maceración frío**

Consiste en sumergir el producto a macerar en un líquido y dejarlo durante un tiempo necesario para transmitir al líquido características del producto macerado. También se podrá añadir a un recipiente con la menor cantidad de agua posible, solo lo suficiente como para cubrir totalmente lo que se desea macerar. La ventaja de la maceración en frío consiste en que al ser solo con agua se logra extraer todas las propiedades de lo que se macera, es decir, toda su esencia sin alterarla en lo más mínimo (Romero, 2013).

#### **2.1.8.2. Maceración alcohólica**

Proceso que se utiliza alcohol etílico para disolver las moléculas solubles de sabores compuestos activos y aromas presentes en las frutas, vegetales y plantas medicinales. Este proceso dura de 1 a 30 días, y depende del tamaño de los procesos extraídos las cuales pueden quedarse suspendido en el líquido como las moléculas aromáticas y las más pesadas moléculas colorantes y saborizantes (Ortiz, 2014).

## 2.2. Antecedentes

Pillajo (2015) en su tesis titulado “Estudio de la fermentación del aguamiel de la penca (*Agave americana* L.); el objetivo fue estudiar el proceso fermentativo de aguamiel con la finalidad de obtener una bebida alcohólica con estándares de calidad. El aguamiel fue recolectado en la parroquia de Nayón (provincia de Pichincha) y se realizó su caracterización fisicoquímica. Posteriormente se prepararon mostos con distintas formulaciones correspondientes a 5 y 22 °Brix a las que se añadió 0,1 g/L de metabisulfito de sodio; se evaluó la adición de levadura y la influencia de temperatura de fermentación (20 y 25 °C); a la formulación seleccionada evaluaron el análisis fisicoquímico según la normativa vigente, además se evaluó la aceptabilidad sensorial en base a una escala hedónica de 1 a 9 en base a la apariencia, color, olor, sabor y aceptabilidad global. El aguamiel presentó 5 °Brix, una acidez de 0,52 expresadas como ácido cítrico, un pH de 4,16 y 3,28% de sólidos totales. En cuanto a las características microbiológicas no se detectó la presencia de mohos. Durante la fermentación se observó diferencia entre las formulaciones que contenían azúcar añadida, con un consumo de sólidos solubles 7 veces más alto que en las muestras con la concentración natural de aguamiel. En conclusión, el aguamiel es un medio nutritivo y rico en azúcares propenso a procesos fermentativos naturales que puede ser aprovechado para la elaboración de una bebida alcohólica con buenas características fisicoquímicas y sensoriales.

Barrios (2014) en su investigación “Obtención de azúcares reductores por hidrólisis térmica a la piña del *Agave americana* L., a utilizarse en la producción de una bebida destilada”; el objetivo fue obtener azúcares fermentables y/o azúcares reductores directos (ARD) y evaluar su viabilidad como materia prima alternativa, en la producción de una bebida destilada, para la hidrólisis térmica de 03 piñas del *agave americana* L., se usó una autoclave vertical, con la finalidad de acortar el tiempo y temperatura de cocción. Como resultado de la experimentación, se obtuvo un rendimiento máximo en azúcares reductores directos de 7,31 g/100 g de mosto, para el tratamiento de 110 °C x 10 horas, no generándose cambios sustanciales en la coloración del mosto (hidroximetilfurfural); este tratamiento se llevó a fermentar con la levadura *Sacharomyces Albicans tipo B*, del cual se conocían sus condiciones de trabajo

(pH de 6,5; °Brix de 10 y temperaturas de fermentación de 25 a 30 °C), donde se evaluó el consumo de azúcares, la producción de CO<sub>2</sub>, variación de °Brix y la producción de etanol, obteniéndose un rendimiento de 2,42% de alcohol a las 72 horas de fermentación. La piña del *agave america L.* se determina como materia prima fuente de azúcares fermentables en la producción de una bebida destilada.

Arias (2013) en su tesis “Elaboración de una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave; negro (*agave americano L.*) y blanco (*Furcraea andina*) empleando *Sacharomyces cerevisae* en dos presentaciones (lío-filizada y en pasta) en el sector de Cristo Rey Parroquia Once de Noviembre Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi” fue realizado en dos variedades de cabuya y aplicó un diseño experimental que es; el factor A\*B, considerando al factor A como agave negro y blanco y al factor B como *Sacharomyces cerevisae* lío-filizada y en pasta, evaluaron el análisis organolépticos con el diseño experimental de bloques completamente al azar (DBCA) con arreglo factorial A\*B con tres, determinando el mejor tratamiento, con los resultados arrojados se pudo deducir que el tratamiento más relevante es el T<sub>3</sub> (a2b1) (agave blanco 50 kg + 15 L agua + 0,0005 kg *Sacharomyces cerevisae* lío-filizada/lit) y se denominó como el mejor, en la cual realizaron el análisis físico-químicos arrojando los siguientes resultados; metanol 0,18 mg/100 cm<sup>3</sup> de alcohol anhidro, 50 °GL, sólidos solubles (°Brix) 14,5%, pH 4,40 y acidez 13,92 mg/100 cm<sup>3</sup> de alcohol anhidro los mismos que están dentro de los parámetros normales de acuerdo a la NORMA INEN 362.

Barrantes (2012) en su investigación “Efecto de la concentración de sólidos solubles de aguamiel de cabuya (*furcraea andina*) en las características sensoriales de una bebida destilada tipo tequila blanco”. Se evaluaron tres concentraciones de sólidos solubles (15, 20 y 25) °Brix, controlando los principales parámetros en cada etapa del proceso realizado a escala laboratorio: análisis del comportamiento del pH, °Brix y detección de azúcares reductores durante el tiempo de fermentación; grado alcohólico de cada destilado obtenido en la etapa de destilación fraccionada, haciendo una comparación con la graduación alcohólica a la que sale un tequila blanco previo a su dilución, y finalmente el estudio de las características sensoriales de los destilados determinando cuál tiene el parecido más marcado con el tequila blanco

comercial, se determina que el efecto de someter el aguamiel de cabuya a una concentración de 20 °Brix brindará una bebida destilada tipo tequila blanco.

Chulde y Simba (2011) en su tesis “Obtención de licor de savia de penca azul (*Agave americana*)” consistió en obtener licor mediante el proceso de fermentación, destilación y rectificación, proveniente de la savia existente en el tallo de penca azul. Se aplicó el diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C; en el que A corresponde a la localidad, B estados de madurez y C métodos de extracción de savia; con tres repeticiones, ocho tratamientos y veinte y cuatro unidades experimentales conformadas por 24 botellas de 1 litro de producto final. Para el análisis sensorial se utilizó la prueba de Friedman. Las variables en estudio para la fermentación fueron: tiempo, variación de sólidos solubles y pH. Al producto terminado se evaluó: pH, porcentaje de sólidos solubles, acidez total, °GL, alcoholes superiores rendimiento, análisis sensorial (catación) y para los tres mejores tratamientos se realizó un análisis fisicoquímico, microbiológico y balance de materiales concluyendo como mejor tratamiento T<sub>3</sub> (Cahuasquí, madura, hidratada).

Jurado y Sarzosa (2009) en su tesis titulado “Estudio de la cadena agroindustrial de la cabuya en la producción de miel y licor de cabuya” estudiaron la factibilidad para la producción y comercialización de miel y licor elaborados a base de aguamiel que exuda del agave americana. El aguamiel tiene la siguiente composición (g/100 g): 89% de agua; fructosa 6,9%; sacarosa 0,19%; carbohidratos 3%; proteína 0,34%; cenizas 0,65%; sodio 1%. En la etapa de obtención del licor de cabuya a partir también de aguamiel, se realizaron 18 tratamientos. Los dos mejores rendimientos de alcohol se obtuvieron cuando se empleó el 1% y el 0,5% en peso de inóculo (levadura fresca), ambos tratamientos enriquecidos con nutrientes químicos al 0,02% (amonio fosfato dibásico) y con un mosto inicial o aguamiel concentrada a 18 °Brix. Estas muestras fueron sometidas a un proceso de catado de dos personas especializadas y la que obtuvo mayor calificación fue la muestra en la que se empleó el 0,5% de inóculo. El licor de cabuya a 40 °GL contiene: 320 mg/L de alcoholes superiores, < 30 mg/L metanol y 35 mg/L de aldehídos, extracto seco 0,38 g/L y un pH de 3,9.

## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis general**

La bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil obtenido a partir del aguamiel de cabuya negra y blanca presenta óptimas características sensoriales y fisicoquímicas.

### **2.3.2. Hipótesis específicas**

- El aguamiel presenta buenas características fisicoquímicas para la obtención de una bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.
- El aguamiel reúne condiciones necesarias para la fermentación y obtener una bebida alcohólica.

## **2.4. Variables**

### **2.4.1. Variable independiente**

Aguamiel de dos variedades de cabuya con diferentes concentraciones de sólidos solubles (°Brix) y diferentes hierbas aromáticas (cedrón y toronjil a 0,02%).

#### **Indicadores**

- Variedad de cabuya: (negra y blanca)
- Concentración de °Brix (9, 12 y 15)
- Concentración de cedrón (0,02%)
- Concentración de toronjil (0,02%)

### **2.4.2. Variable dependiente**

Bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil obtenido a partir del aguamiel de cabuya negra y blanca.

#### **Indicadores**

- Características sensoriales
- Características fisicoquímicas

### **2.4.3. Variable interviniente**

- Temperatura y tiempo de pasteurización (75 °C, 30 min)
- Temperatura de fermentación (T° ambiente)
- Tiempo de fermentación (19 días), pH (4,5)

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. Tipo y nivel de investigación

##### 3.1.1. Tipo de Investigación

Tipo aplicada.

##### 3.1.2. Nivel de Investigación

Nivel experimental.

#### 3.2. Lugar de ejecución

La presente investigación se realizó en dos lugares:

##### 3.2.1. Ubicación del trabajo en campo

Se trabajó en el CP de Tambogán, distrito de Churubamba de la provincia y departamento de Huánuco. Que se encuentra a 2806 msnm (Ver Figura 5)



**Figura 5.** Lugar de ejecución de trabajo en campo: Tambogán, Churubamba-Huánuco.

Fuente: Imagen satelital de [www.google.com.pe/maps](http://www.google.com.pe/maps)

##### 3.2.2. Ubicación de trabajo en laboratorio

Los trabajos de laboratorio se realizaron en el laboratorio de proceso alimentario, laboratorio de proceso no alimentario, laboratorio físico- químico, laboratorio de análisis por instrumentación y laboratorio de análisis sensorial de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial - Universidad Nacional Hermilio Valdizán; ubicada en el distrito de Pillco Marca, provincia y departamento de Huánuco.



### **3.3. Población, muestra y unidad de análisis**

#### **3.3.1. Población**

La población estudiada estuvo conformada por la bebida alcohólica obtenida a partir del aguamiel de cabuya negra y blanca aromatizada con cedrón y toronjil.

#### **3.3.2. Muestra**

Las muestras estuvieron conformadas por 24 litros de bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

#### **3.3.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis fue la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil en envases de 355 mL.

### **3.4. Tratamientos en estudio**

En la Tabla 5 se muestran los tratamientos a los cuales se realizaron las evaluaciones de las variedades de la cabuya a diferentes concentraciones para la obtención de bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

**Tabla 5.** Descripción de los tratamientos

<b>Tratamiento</b>	<b>Descripción</b>
T <sub>1</sub>	Cabuya negra, 9 °Brix, 0,02% cedrón
T <sub>2</sub>	Cabuya negra, 12 °Brix, 0,02% cedrón
T <sub>3</sub>	Cabuya negra, 15 °Brix, 0,02% cedrón
T <sub>4</sub>	Cabuya negra, 9 °Brix, 0,02% toronjil
T <sub>5</sub>	Cabuya negra, 12 °Brix, 0,02% toronjil
T <sub>6</sub>	Cabuya negra, 15 °Brix, 0,02% toronjil

#### **Características del experimento.**

- Número de repeticiones 3
- Número de tratamientos 6
- Número unidades experimentales 18

### **3.5. Prueba de hipótesis**

#### **Hipótesis nula**

H<sub>0</sub>: Entre los tratamientos en estudio no existe diferencia estadística en las características fisicoquímicas del aguamiel de cabuya.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = 0$$

H<sub>0</sub>: Entre los tratamientos en estudio no existe diferencia estadística en las características sensoriales de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = 0$$

H<sub>0</sub>: Entre los tratamientos en estudio no existe diferencia estadística en las características fisicoquímicas de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

$$H_0: T_1 = T_2 = T_3 = T_4 = T_5 = T_6 = 0$$

### **Hipótesis de investigación**

H<sub>1</sub>: Al menos uno de los tratamientos en estudio presenta diferencia estadística en las características fisicoquímicas del aguamiel de cabuya.

$$H_1: \text{ Al menos un tratamiento } T_0 \neq 0$$

H<sub>2</sub>: Al menos uno de los tratamientos en estudio presenta diferencia estadística en las características sensoriales de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

$$H_2: \text{ Al menos un tratamiento } T_0 \neq 0$$

H<sub>3</sub>: Al menos uno de los tratamientos en estudio presenta diferencia estadística en las características fisicoquímicas de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

$$H_2: \text{ Al menos un tratamiento } T_0 \neq 0$$

### **3.5.1. Diseño de la investigación**

#### **3.5.1.1. Diseño de investigación para el análisis fisicoquímico**

Para evaluar las características fisicoquímicas de la bebida funcional se utilizó el Diseño Completamente al Azar (DCA) y para las características sensoriales de la bebida alcohólica se utilizó Friedman obtenidas en el estudio, para determinar la diferencia estadística entre los tratamientos.

### **3.5.1.2. Diseño de investigación para el análisis sensorial**

Asimismo, los resultados de los panelistas se analizaron con la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación  $\alpha = 5\%$ .

### **3.5.2. Datos registrados**

Los datos registrados durante la ejecución del presente trabajo de investigación, fueron en función a las evaluaciones a las que fueron sometidas la materia prima aguamiel de cabuya negra y blanca y el producto final la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información**

#### **3.5.3.1. La técnica del análisis documental**

Esta técnica permitió la recolección de datos de fuentes documentales fichas textuales y de resumen; recurriendo como fuentes a libros especializados, documentos oficiales y literatura especializada.

#### **3.5.3.2. Tratamiento de los datos**

Los datos obtenidos mediante la aplicación de las técnicas e instrumentos, serán incorporados a programas computarizados para facilitar su proceso; tales de MS Office, SPSS, InfoStat con precisiones porcentuales y relaciones u ordenamientos de mayor a menor, los promedios serán presentados como informaciones en forma de gráficos, cuadros, flujos y mapas.

## **3.6. Materiales y equipos**

### **a) Materia prima**

Procedentes del distrito de Churubamba, provincia y departamento Huánuco.

- Cabuya negra
- Cabuya blanca
- Cedrón
- Toronjil blanco

### **b) Insumos**

- Agua destilada
- Levadura (*Saccharomyces serviceae*)

### **c) Reactivos**

- Hidróxido de sodio (NaOH), Ácido sulfúrico (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>), Fenolftaleína, Metanol, Etanol, DPPH (2,2-dyphenyl-1-picrilhydral), ABTS (Cación 2,2,-azinobis 3-etilbenzotiazolino-6 ácido sulfúrico), DNS (Ácido 3,5-dinitrosalicílico)

### **d) Equipos**

- Brixómetro Schmidt – Haensch de 0–85 °Brix; procedencia alemana.
- Potenciómetro marca Schott, Handylab pH 11, procedencia americana USA
- Espectrofotómetro Genesys 20 Thermo Spectronic, 600 – 1100 nm americana.
- Balanza Analítica BELL Ingeniering de diezmilésimas (0,0001 g) de sensibilidad, con rango entre 0 – 300 gramos, americana.
- Baño maría Memmert – WNB-7 – 0 100 °C: procedencia alemana
- Micro Centrifuga
- Agitador Vortex Turbo Mixer- L-VM1000 de 0 a 3000 rpm
- Estufa de secado ECOCELL temperatura ambiente + 10 °C Hasta 250 °C
- Mufla SELECT-HORN temperaturas regulables hasta 1150 °C con una precisión de selección de ±1C

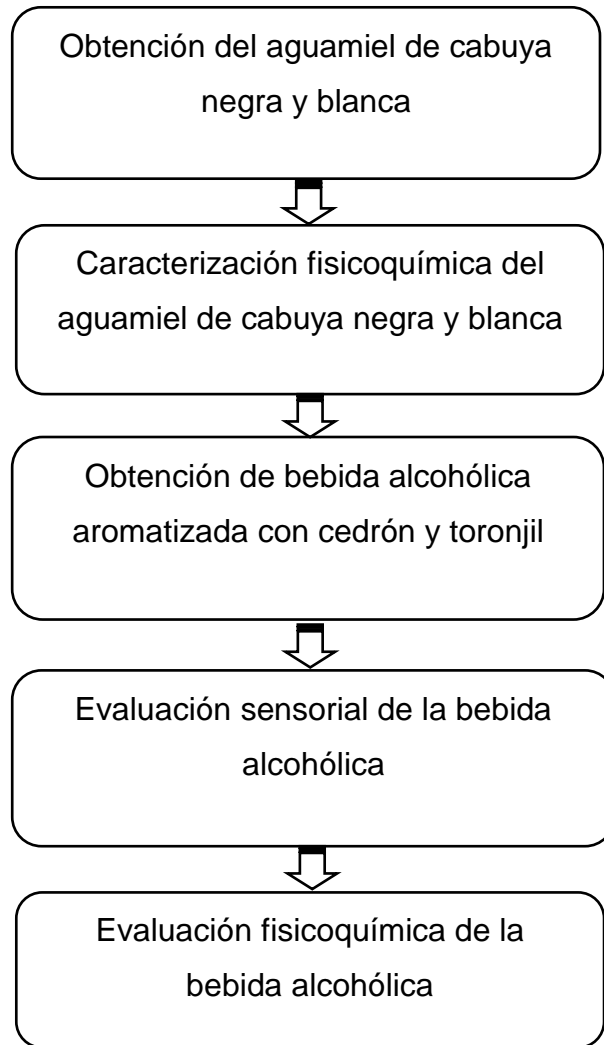
### **e) Materiales**

Materiales de campo: Machete, costales, plástico, tachos de 20 litros, guantes de jebe, mascarilla, mameluco impermeable, botas, recipientes de plástico de 10 litros, cuchillo, jarras de plástico de capacidad 2 litro y 500 mL, máquina manual trapiche, tela organza, tela tocuyo, olla de acero inoxidable, botellas de vidrio de capacidad 355 mL.

Materiales de laboratorio: Vasos precipitados de 100, 500 y 1000 mL, fioles de 25, 100, 250 y 500 mL, placas Petri, crisoles, probeta de 25, 50 y 100 mL, bagueta, tubos de ensayo de 10 mL, microtubos de 1,5 mL, cubetas para espectrofotómetro de 1,5 mL, rack, tips de 200 y 1000 µL, micropipeta, piseta, pinzas, gradilla, tubos falcon de 50 mL, espátula y matraz de erlemmeyer.

### 3.7. Conducción de la investigación

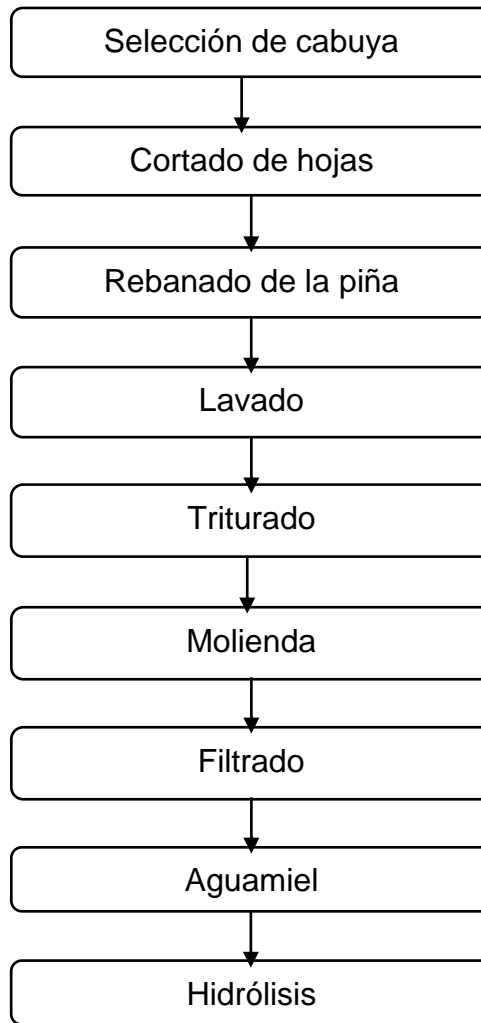
En la Figura 6 se describe las etapas de la investigación para obtener bebida alcohólica a partir del aguamiel de cabuya negra y blanca, dentro de ellas descritas las metodologías usadas para determinar cada etapa.



**Figura 6.** Esquema experimental de la investigación.

#### 3.7.1. Obtención del aguamiel de cabuya negra y blanca

Se seleccionaron, cabuya negra 100 kg y cabuya blanca 80 kg de 7 a 10 años de edad. Estas cabuyas fueron procedentes del centro poblado de Tambogan, distrito de Churubamba, provincia y departamento de Huánuco, que se encuentra a una altura de 2806 msnm. (Ver Figura 7)



**Figura 7.** Esquema experimental de la investigación.

- **Selección de cabuyas:** Cuando la cabuya ha llegado a su madurez, presenta un adelgazamiento del ápice (cogollo), este es un indicador que la planta está lista para extraer la piña o corazón.
- **Cortado de hojas:** Se procedió a cortar las hojas encontradas alrededor de la piña o corazón de la planta con ayuda de un machete y protegidos para evitar algunos daños ya que la cabuya contiene ácidos que afectan a la piel, dejándola libre para realizar el rebanado.
- **Rebanado de la piña:** Se cortaron en trozos pequeños con ayuda del machete y cuchillo para facilitar su traslado en tachos y costales.
- **Lavado:** Se realizó el lavado de las piñas en tinas y ollas con abundante agua para eliminar impurezas.

- **Triturado:** Se cortaron en trozos pequeños de forma lanceada para facilitar la extracción.
- **Molienda:** Se realizó de manera artesanal con una máquina trapiche manual y con la ayuda de una tela tocuyo para permitir el paso por los rodillos y facilitar la molienda.
- **Filtrado:** El zumo adquirido se filtró con un colador para deshacer los residuos del bagazo y fibra de la cabuya.
- **Aguamiel:** Finalmente se realizó el pasteurizado a 75 °C por 10 minutos, se dejó enfriar para llevar a una conservadora en baldes de 8 litros para evitar alteraciones en el zumo.
- **Hidrólisis:** Se realizó la hidrólisis ácido-térmica de aguamiel obtenido de las dos variedades de cabuya para lograr la solubilidad e hidrolizar los azúcares de aguamiel ya que contiene inulina (fuente del azúcar de agave) es poco soluble en agua y no fermentable de forma directa, para ello se adiciono 0,05% de ácido sulfúrico y se colocó a baño maría a una temperatura de 90 °C por 2 horas. Una vez hidrolizado las muestras fueron neutralizadas con 0,05% de hidróxido de sodio.

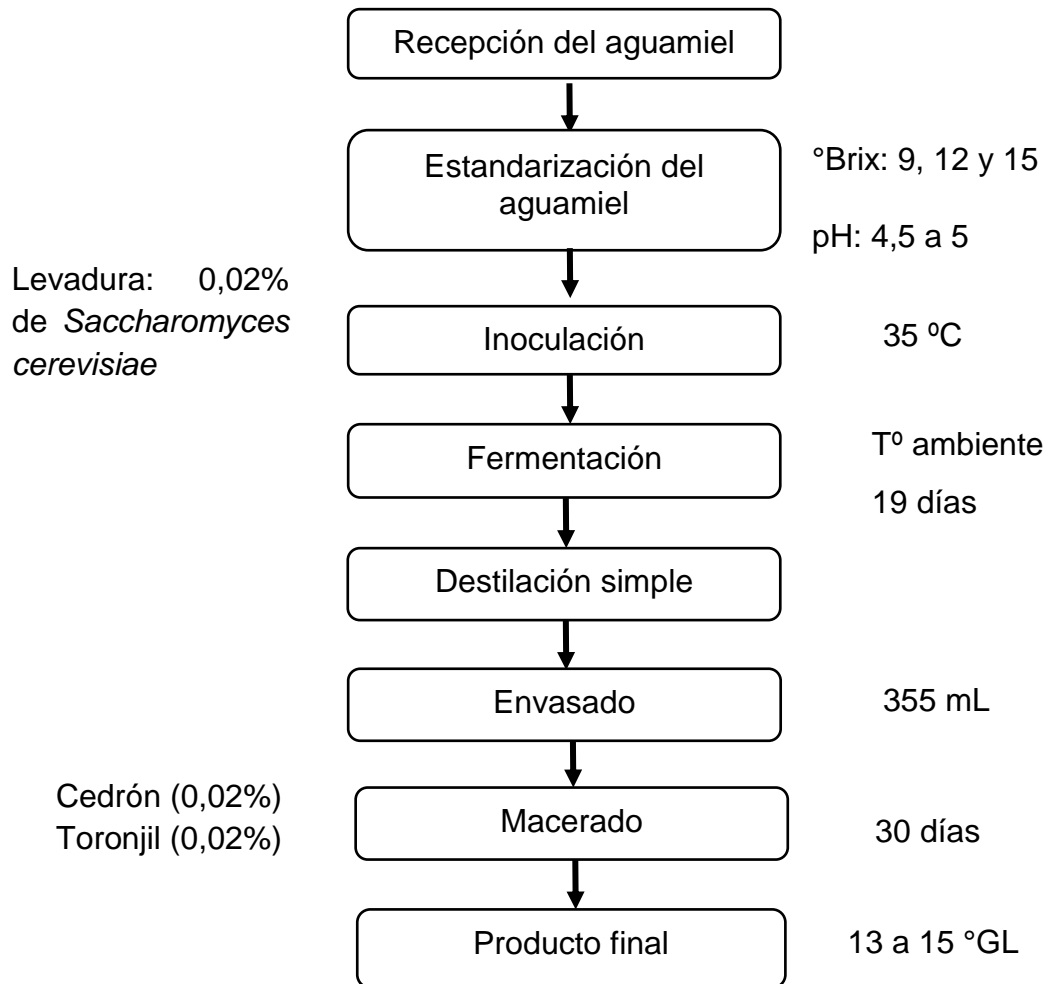
Según Bautista (2006), el aguamiel de agave americana de buena calidad suele ser lo más dulce posible sin ser perceptible los procesos fermentativos y en una cantidad adecuada. Además, este aguamiel debe tener un color dorado translúcido, olor a azúcares y dulces, sin presencia de espuma.

### **3.7.2. Caracterización fisicoquímica de aguamiel**

El aguamiel de las dos variedades de cabuya se realizó el análisis fisicoquímico donde se consideraron sólidos solubles totales (°Brix) AOAC 22.024/84.932/90, pH: 981.12/90 de la AOAC, humedad (%): Gravimétrico- NTP 205,002 (1979), ceniza: gravimétrico- NTP 205,004 (1979), densidad: picnómetro (Tapia, 2016), acidez titulable % (Ac. Láctico g/100 mL): (A.O.A.C.2007), azúcares reductores: DNS (Ácido 3,5-dinitrosalicílico) (Miller,1959), polifenoles totales (µg AGE/mL): Espectrofotométrico de Azul de Prussian (Margraf, *et al.*, 2015), actividad antioxidante (µg TE/mL): Radical 2,2-Dyphenyl-1-Picrylhydrazil DPPH (Brand, *et al.*, 1995) y Cation 2,2,-azinobis 3-etilbenzotiazolino-6 ácido sulfúrico ABTS (Pellegrini, *et al.*, 1999)

### 3.7.3. Obtención de bebida alcohólica de cabuya negra aromatizada con cedrón y toronjil

Se obtuvo la bebida alcohólica a partir del aguamiel de dos variedades de cabuya donde se realizó 6 tratamientos con diferentes concentraciones de °Brix (9, 12, 15); porcentaje de cedrón (0,02) y porcentaje de toronjil (0,02). (Ver Figura 8)



**Figura 8.** Flujograma de obtención de bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

**Recepción de aguamiel:** Se recibió toda la cantidad posible de aguamiel de las dos variedades de cabuya para su respectivo acondicionamiento para iniciar la fermentación teniendo en cuenta el °Brix y pH.

**Estandarización de aguamiel:** Se acondicionó el aguamiel de las dos variedades de cabuya en 12 tratamientos con sus respectivas repeticiones por triplicado que consistían en cabuya negra y blanca con diferentes concentraciones de °Brix (9, 12 y 15) y con un pH (4,5 a 5).



**Inoculación:** Se procedió el inoculado de los mostos con levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) con una concentración de 0,02% del peso del mosto llevando a una temperatura de 35 °C para la activación de dicha levadura.

**Fermentación:** Se fermentó en envases sellados herméticamente, la tapa contaba con un orificio para el escape del CO<sub>2</sub> y toma de muestra para su respectivo control de °Brix y pH, la fermentación fue anaeróbica y se llevó a cabo en un tiempo máximo de 19 días, hasta inhibir a las levaduras y los azúcares se convierten en alcohol etílico.

**Destilación simple:** Se acondicionó un equipo de destilación a nivel de laboratorio, para ello se colocó el mosto fermentado en el balón, y un conductor de vapor (tipo cuello de cisne), que al calentarse tiene la posibilidad de conducir el calor con facilidad, conduciendo rápidamente los vapores producidos hasta el serpentín. El cual tiene instalada una manguera de plástico en la parte superior, por el que se conduce agua fría (Barrios, 2014).

**Envasado:** Culminado la destilación se procedió al envasado en botellas de vidrio previamente esterilizados de 355 mL para luego adicionar las hierbas aromáticas.

**Macerado:** Se adicionó hojas deshidratadas de cedrón al 0,02% y toronjil al 0,02% permaneciendo sumergidas durante 30 días con la finalidad de incorporar un aroma agradable en la bebida alcohólica obtenido a partir de la cabuya para lograr intensificar el sabor.

**Producto final:** Se obtuvo bebida alcohólica de 13 a 15 °GL aromatizado con cedrón y toronjil.

#### **3.7.4. Evaluación sensorial de la bebida alcohólica**

Se realizó el análisis sensorial de la bebida alcohólica obtenido a partir de aguamiel de cabuya negra aromatizada con cedrón y toronjil con 25 panelistas semientrenados provenientes de la carrera profesional de Ingeniería Agroindustrial, facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Nacional Hermilio Valdizán, para ello se utilizó la prueba afectiva para determinar el grado de satisfacción de las muestras según la escala hedónica aplicando valores numéricos para cada tratamiento se muestra en la Tabla 6 los resultados obtenidos fue sometido a análisis estadístico de varianza no paramétrico.

**Tabla 6.** Escala hedónica para la determinación de los atributos

Valor	Atributos (color, aroma, astringencia, sabor e impresión general)
1	Me desagrada mucho
2	Me desagrada
3	Ni me gusta ni me disgusta
4	Me gusta
5	Me gusta mucho

Fuente: Molina (2011)

**Color:** Es el primer filtro para la aceptación de un producto ya que puede revelar normalidad o anomalías. Se realiza mediante la comparación visual de las muestras.

**Aroma:** Es la sensación debida a la percepción de sustancias volátiles a través de la mucosa del paladar una vez que el alimento se ha introducido en la boca.

**Astringencia:** Es una sensación de sequedad y aspereza en la boca, presencia de picor de los compuestos fenólicos.

**Sabor:** El sabor es una sensación compleja que puede ser descompuesto en componentes o notas que se evalúa por separado.

**Impresión general:** Se tratará de sintetizar y dar una impresión global del producto catado (Molina, 2011).

### 3.7.5. Evaluación fisicoquímica de la bebida alcohólica

Obteniendo el mejor tratamiento de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil de aguamiel de cabuya se realizó una evaluación fisicoquímica que consistió en acidez total (ac. Láctico g/100 mL): NTP 211 0.40 – 2012, acidez fija y acidez volátil (ac. Acético g/100mL): NTP 211 0.40 – 2012, azúcares reductores (mg/mL): DNS (Ácido 3,5-dinitrosalicílico) (Miller, 1959), polifenoles totales ( $\mu\text{g}$  AGE/mL): Espectrofotométrico de Azul de Prussian (Margraf, *et al.*, 2015), actividad antioxidante ( $\mu\text{g}$  TE/mL): Radical 2,2-Dyphenyl-1-Picrylhydrazil DPPH (Brand, *et al.*, 1995) Cación 2,2,-azinobis 3-etilbenzotiazolino-6 ácido sulfúrico ABTS (Pellegrini, *et al.*, 1999), grado alcohólico (% Alc.Vol.) : Medida de la densidad del destilado, a través del alcoholómetro (Castro, 2012).

## IV. RESULTADOS

### 4.1. Evaluación de las características fisicoquímicas de aguamiel de cabuya negra y blanca

En las Tablas 7 y 8 se presentan los valores con su respectiva desviación estándar de los resultados de la caracterización fisicoquímica de aguamiel fresca e hidrolizada de la cabuya negra y cabuya blanca.

#### 4.1.1. Determinación de sólidos solubles, pH, humedad, cenizas, densidad y acidez de aguamiel fresca e hidrolizada de cabuya negra y blanca

Se realizó la caracterización fisicoquímica del aguamiel de cabuya negra y blanca en fresco e hidrolizado con el fin de determinar la factibilidad para la obtención de bebida alcohólica.

**Tabla 7.** Caracterización físico química de aguamiel de cabuya negra y blanca

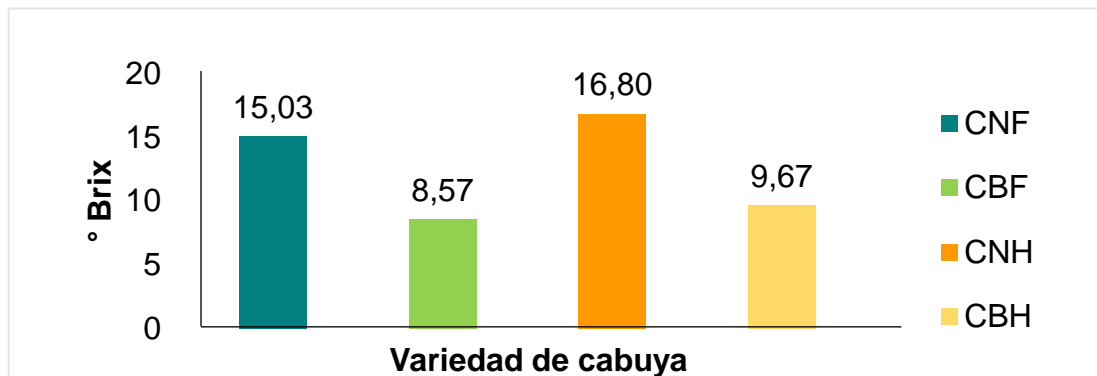
Variedad	Sólidos solubles (°Brix)	pH	% Humedad	% Cenizas	Densidad g/mL	Acidez (Ac. láctico g/100 mL)
CNF	15,03 ±	4,35 ±	84,72 ±	0,445 ±	1,243 ±	0,698 ±
	0,15 <sup>b</sup>	0,33 <sup>b</sup>	0,08 <sup>c</sup>	0,03 <sup>b</sup>	0,00 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>
CBF	8,57 ±	4,26 ±	90,46 ±	0,266 ±	1,259 ±	0,248 ±
	0,42 <sup>d</sup>	0,11 <sup>b</sup>	0,13 <sup>a</sup>	0,01 <sup>b</sup>	0,00 <sup>d</sup>	0,00 <sup>d</sup>
CNH	16,80 ±	4,33 ±	83,42 ±	2,914 ±	1,251 ±	0,345 ±
	0,20 <sup>a</sup>	0,15 <sup>b</sup>	0,09 <sup>d</sup>	0,07 <sup>a</sup>	0,00 <sup>b</sup>	0,03 <sup>c</sup>
CBH	9,67 ±	5,00 ±	88,08 ±	3,071±	1,256 ±	0,780 ±
	0,25 <sup>c</sup>	0,10 <sup>a</sup>	0,04 <sup>b</sup>	0,23 <sup>a</sup>	0,00 <sup>c</sup>	0,05 <sup>a</sup>

Leyenda: (CNF) cabuya negra fresca, (CBF) cabuya blanca fresca, (CNH) cabuya negra hidrolizado y (CBH) cabuya blanca hidrolizado.

Valores promedios ± desviación estándar caracterización fisicoquímica en muestras de aguamiel. Letras diferentes en una misma columna indican que existe diferencias significativas ( $p < 0,05$ ).

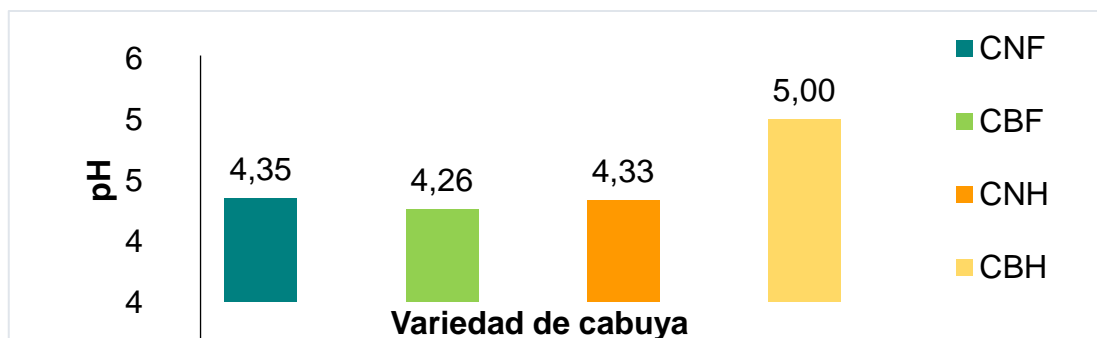
Para el caso de Sólidos solubles (°Brix) en el (anexo 3a) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05 lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 7 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde existe diferencias significativas; la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 15,03 y la cabuya blanca fresca (CBF) presenta 8,57; siendo el mejor CNF.

Mientras que el aguamiel hidrolizado de la cabuya negra (CNH) presenta un valor de 16,80 y la cabuya blanca hidrolizada (CBH) presenta 9,67, siendo el mejor (CNH) como se muestra en la Figura 9.



**Figura 9.** Sólido soluble (°Brix) en el aguamiel de cabuya de dos variedades

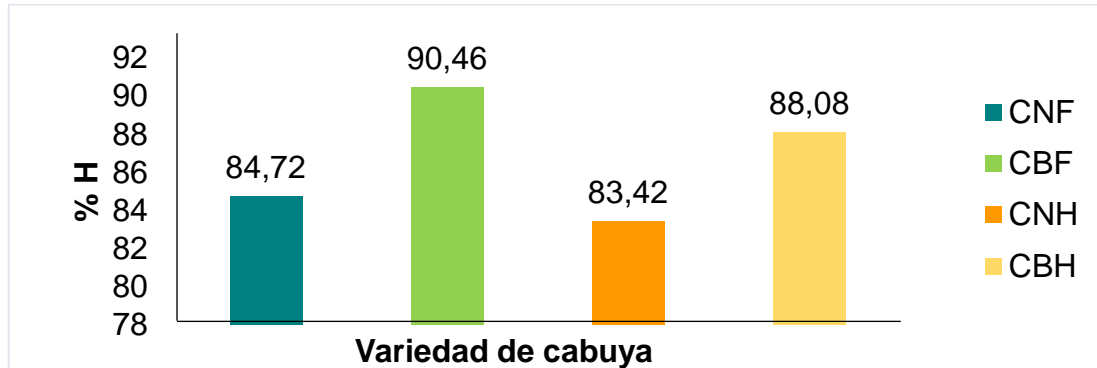
Para el caso de pH en el (anexo 3b) se observa que la probabilidad o el valor de P es mayor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis nula, en la Tabla 7 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia que no hay diferencia significativa entre la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor 4,35 y la cabuya blanca fresca (CBF) presenta un valor 4,26. Para el caso de la cabuya negra hidrolizada (CNH) presenta un valor 4,33 cabuya blanca hidrolizada (CBH) presenta un valor 5,00 entonces decimos que la cabuya blanca hidrolizada presenta diferencia según promedio tal como se muestra en la Figura 10.



**Figura 10.** pH en el aguamiel de cabuya de dos variedades

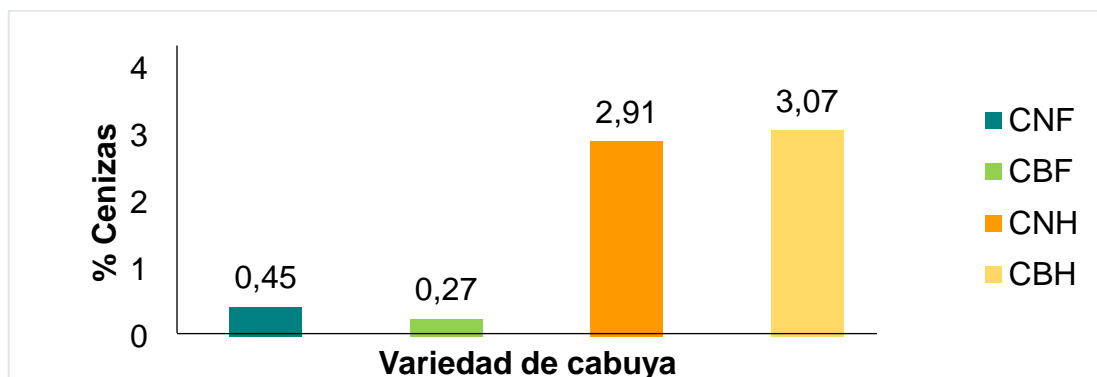
Para el caso de % Humedad en el (anexo 3c) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05, lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 7 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde existe diferencias significativas; nos muestra que la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 84,72 y la cabuya blanca fresca (CBF) presenta 90,46; siendo el mejor CBF.

Mientras que en el aguamiel hidrolizado de la cabuya negra (CNH) presenta un valor 83,42 y la cabuya blanca hidrolizada (CBH) presenta 88,08; siendo el mejor (CBH) como se muestra en la Figura 11.



**Figura 11.** % Humedad en el aguamiel de cabuya de dos variedades

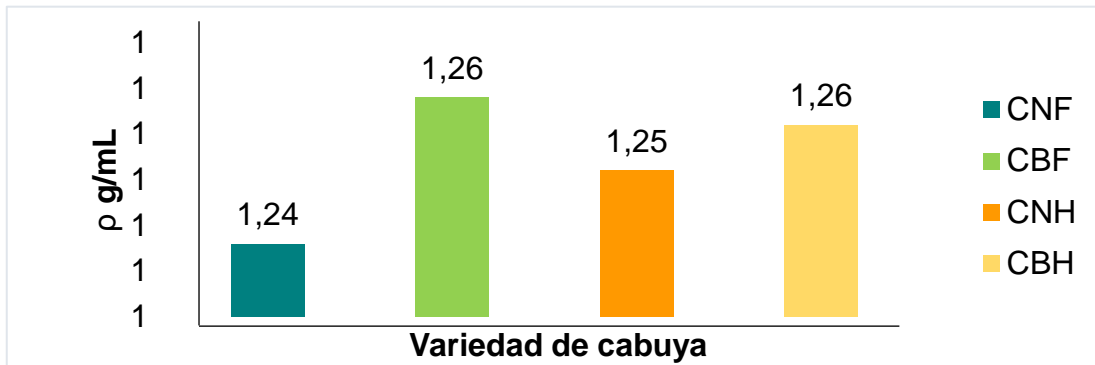
En caso de % Cenizas en el (anexo 3d) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 7 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde existe diferencias significativas; nos muestra que la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 0,45 y la cabuya blanca fresca (CBF) presenta 0,27, siendo el mejor CNF. Mientras que en el aguamiel hidrolizado de la cabuya negra (CNH) presenta un valor de 2,91 y la cabuya blanca hidrolizada (CBH) presenta 3,07; siendo el mejor (CBH) como se muestra en la Figura 12.



**Figura 12.** % Cenizas en el aguamiel de cabuya de dos variedades

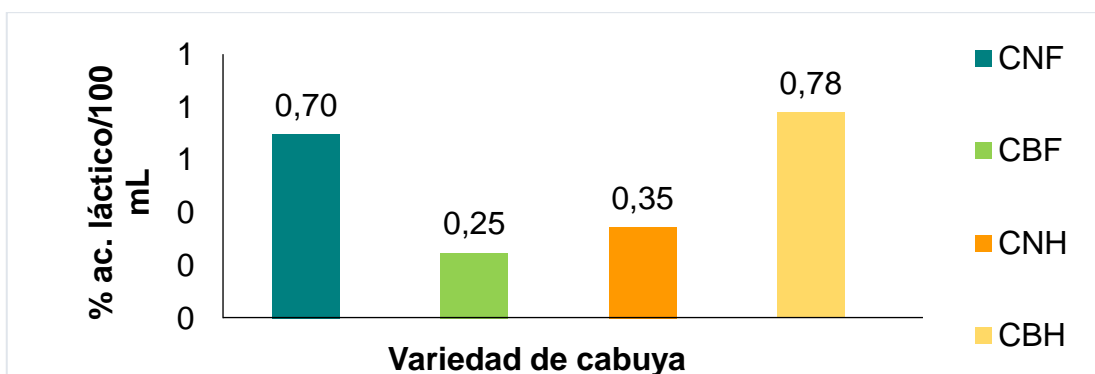
Para el caso de Densidad g/mL en el (anexo 3e) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 7 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde existe diferencias significativas; nos muestra que la cabuya negra fresca (CNF)

presenta un valor de 1,24 y la cabuya blanca fresca (CBF) presenta 1,26; siendo el mejor CBF. Mientras que la cabuya negra hidrolizado (CNH) presenta un valor de 1,25 y la cabuya blanca hidrolizada (CBH) presenta 1,26; siendo el mejor (CBH) como se muestra en la Figura 13.



**Figura 13.** Densidad en el aguamiel de cabuya de dos variedades

Para el caso de % de Acidez en el (anexo 3f) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 7 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde existe diferencias significativas; nos muestra que la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 0,70 y la cabuya blanca fresca (CBF) presenta 0,25; siendo el mejor CNF. Mientras que la cabuya negra (CNH) presenta un valor 0,35 y la cabuya blanca hidrolizada (CBH) presenta 0,78; siendo el mejor (CBH) como se muestra en la Figura 14.



**Figura 14.** Acidez en el aguamiel de cabuya de dos variedades

#### 4.1.2. Determinación de azúcares reductores, polifenoles totales y actividad antioxidante en aguamiel fresca e hidrolizada de la cabuya negra y blanca

En la Tabla 8 se observa los resultados de la determinación de azúcares reductores, polifenoles totales y actividad antioxidante por ABTS Y DPPH

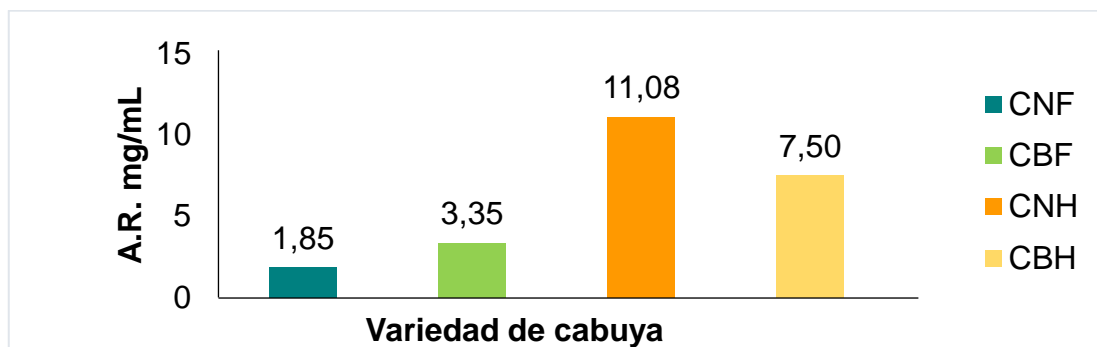
**Tabla 8.** Determinación de azúcares reductores, polifenoles totales y actividad antioxidante en aguamiel de cabuya negra y blanca

Variedad	Azúcares reductores (mg/mL)	Polifenoles totales ( $\mu\text{g AGE/mL}$ )	A.A. ABTS ( $\mu\text{g TE}/\mu\text{L}$ )	A.A. DPPH ( $\mu\text{g TE/mL}$ )
CNF	1,85 $\pm$ 0,06 <sup>d</sup>	6,85 $\pm$ 0,46 <sup>c</sup>	45,48 $\pm$ 2,50 <sup>b</sup>	13,99 $\pm$ 0,30 <sup>a</sup>
CBF	3,35 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>	23,12 $\pm$ 0,50 <sup>a</sup>	43,37 $\pm$ 1,41 <sup>b</sup>	18,46 $\pm$ 4,14 <sup>a</sup>
CNH	11,08 $\pm$ 0,2 <sup>a</sup>	6,57 $\pm$ 0,45 <sup>c</sup>	51,64 $\pm$ 1,52 <sup>a</sup>	17,82 $\pm$ 3,66 <sup>a</sup>
CBH	7,50 $\pm$ 0,49 <sup>b</sup>	19,50 $\pm$ 0,69 <sup>b</sup>	43,34 $\pm$ 0,68 <sup>b</sup>	24,35 $\pm$ 5,75 <sup>a</sup>

Leyenda: (CNF) cabuya negra fresca, (CBF) cabuya blanca fresca, (CNH) cabuya negra hidrolizado y (CBH) cabuya blanca hidrolizado.

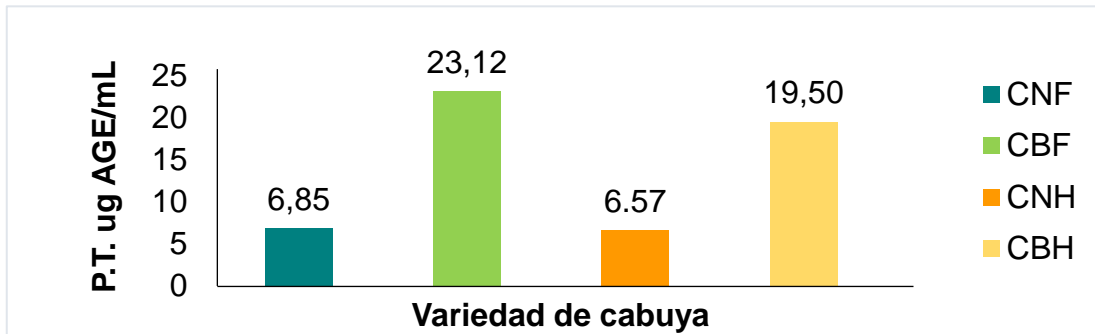
Cada valor representa la media de tres repeticiones  $\pm$  la desviación estándar. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Para el caso de Azúcares reductores en el (anexo 3g) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 8 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 1,85 y la cabuya blanca fresca (CBF) 3,35 entonces siendo el mejor la CBF. Mientras que la cabuya negra hidrolizada (CNH) presenta un valor 11,08 y la cabuya blanca hidrolizado presenta un valor 7,50 siendo el mejor la CNH, como se observa en la Figura 15.



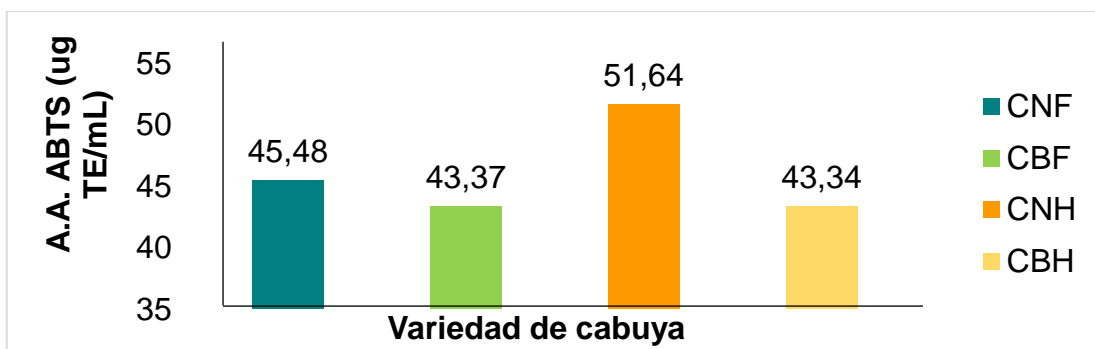
**Figura 15.** Azúcares reductores en el aguamiel de cabuya de dos variedades

Para el caso de Polifenoles totales en el (anexo 3h) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 8 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 6,85 y la cabuya blanca fresca (CBF) 23,12 entonces siendo el mejor la CBF. Mientras que la cabuya negra hidrolizada (CNH) presenta un valor 6,57 y la cabuya blanca hidrolizado presenta un valor de 19,50 siendo el mejor la CNH, como se observa en la Figura16.



**Figura 16.** Polifenoles totales en el aguamiel de cabuya de dos variedades

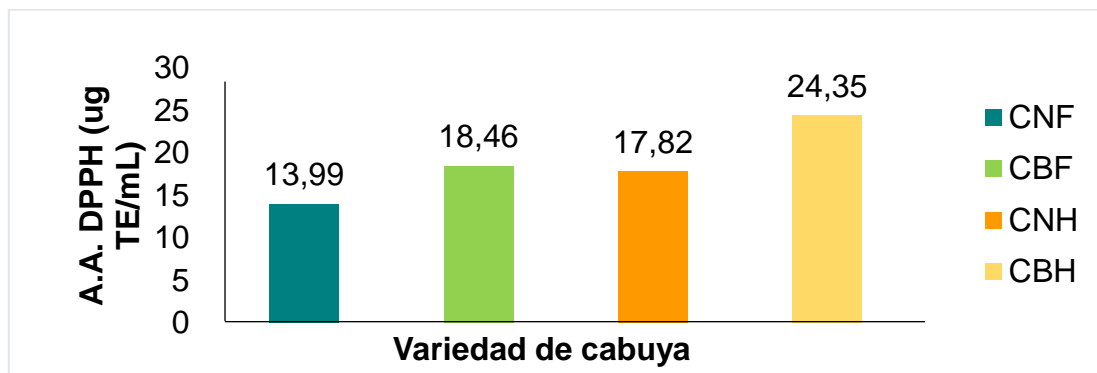
Para el caso de Actividad antioxidante por ABTS en el (anexo 3i) se observa que la probabilidad o el valor de P es menor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis alternativa, en la Tabla 8 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia entre los contrastes; entonces decimos que hay variación respecto a las variedades la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 45,48 y la cabuya blanca fresca (CBF) con valor de 43,37 por lo tanto se dice que el mejor es la CNF. Mientras que en la cabuya negra hidrolizado (CNH) presenta un valor de 51,64 y la cabuya blanca hidrolizado (CBH) presenta un valor de 43,34 siendo el mejor la CNH, como se muestra en la Figura 17.



**Figura 17.** Actividad antioxidante por ABTS en el aguamiel de cabuya de dos variedades



Para el caso de Actividad antioxidante por DPPH en el (anexo 3j) se observa que la probabilidad o el valor de P es mayor a 0,05; lo que indica que se acepta la hipótesis nula, en la Tabla 8 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia que no hay diferencia significativa respecto a las variedades la cabuya negra fresca (CNF) presenta un valor de 13,99 y la cabuya blanca fresca (CBF) con valor de 18,46. Mientras que en la cabuya negra hidrolizado (CNH) presenta un valor de 17,82 y la cabuya blanca hidrolizado (CBH) presenta un valor de 24,35; como se muestra en la Figura 18.



**Figura 18.** Actividad antioxidante por DPPH en el aguamiel de cabuya de dos variedades

La caracterización fisicoquímica de aguamiel fresco e hidrolizado con respecto a sólidos solubles totales, pH, % de humedad, % de cenizas, densidad, acidez, azúcares reductores, polifenoles totales y actividad antioxidante (ABTS); según los resultados estadísticos Tukey HSD, se rechaza a la hipótesis nula y se acepta a la hipótesis alternativa porque presentan diferencia significativa.

#### **4.2. Determinación de la concentración adecuada de aguamiel para obtener una bebida alcohólica de cabuya negra y blanca aromatizada con cedrón y toronjil**

Para la determinación de la concentración adecuada de aguamiel de cabuya negra y blanca se evaluó a diferentes °Brix (9, 12 y 15) teniendo en cuenta la fermentación, destilación, grados alcohólicos y análisis sensorial de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

#### 4.2.1. Cinética de fermentación de aguamiel de cabuya negra y blanca

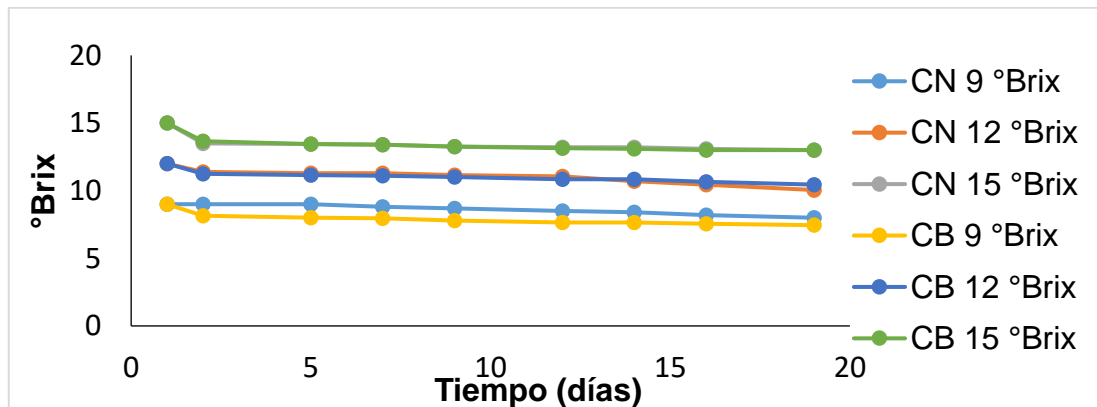
Durante la fermentación del mosto de la cabuya negra y blanca a diferentes concentraciones de sólidos solubles (9, 12 y 15) °Brix se consideró la cinética de los sólidos solubles (°Brix), en la Tabla 9 y de pH que se observa en la Tabla 10.

**Tabla 9.** Cinética de los sólidos solubles (°Brix) durante la fermentación de aguamiel

DIAS	CN 9 °Brix	CN 12 °Brix	CN 15 °Brix	CB 9 °Brix	CB 12 °Brix	CB 15 °Brix
1	9,00	12,00	15,00	9,00	12,00	15,00
2	9,00	11,40	13,50	8,15	11,25	13,65
5	9,00	11,30	13,45	8,00	11,15	13,45
7	8,80	11,30	13,40	7,95	11,10	13,40
9	8,70	11,15	13,25	7,80	11,00	13,25
12	8,50	11,05	13,20	7,65	10,85	13,15
14	8,40	10,70	13,20	7,65	10,85	13,10
16	8,20	10,45	13,10	7,55	10,65	13,00
19	8,00	10,05	13,00	7,45	10,45	13,00

Leyenda: (CN) Cabuya negra, (CB) Cabuya blanca

En la Figura 19 se observa el comportamiento de los sólidos solubles durante la fermentación de cabuya negra y blanca a (9, 12 y 15) °Brix respectivamente de forma descendiente, esta caída comienza a medida que las levaduras consumen a los azúcares reductores, este es directamente proporcional a la disminución de los sólidos solubles (°Brix), que alcanza un nivel del mosto de la cabuya negra (8; 10,05 y 13) °Brix de igual forma la cabuya blanca (7,45; 10,45 y 13) °Brix.



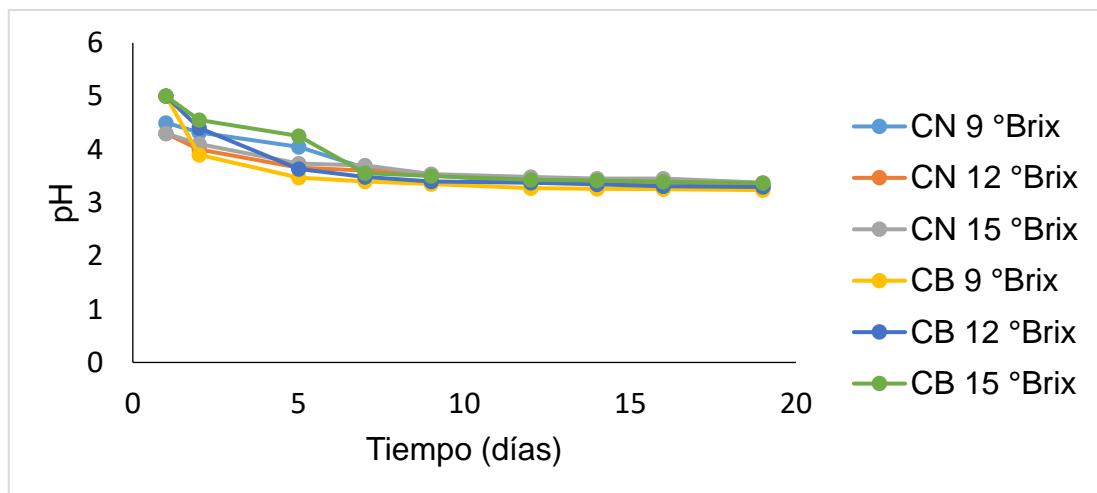
**Figura 19.** Cinética de sólidos solubles (°Brix) durante la fermentación de aguamiel

**Tabla 10.** Cinética de pH durante la fermentación de aguamiel

DIAS	CN			CB		
	9 °Brix	12 °Brix	15 °Brix	9 °Brix	12 °Brix	15 °Brix
1	4,50	4,30	4,30	5,00	5,00	5,00
2	4,32	4,00	4,10	3,90	4,40	4,55
5	4,05	3,66	3,74	3,47	3,64	4,25
7	3,65	3,60	3,70	3,40	3,48	3,56
9	3,51	3,52	3,54	3,35	3,40	3,50
12	3,40	3,40	3,49	3,28	3,38	3,43
14	3,39	3,40	3,45	3,26	3,35	3,42
16	3,30	3,39	3,45	3,26	3,31	3,39
19	3,27	3,32	3,38	3,24	3,30	3,37

Leyenda: (CN) Cabuya negra, (CB) Cabuya blanca

En la Figura 20 se observa el comportamiento de pH durante la fermentación del mosto de cabuya negra a (4,5; 4,3 y 4,3); cabuya blanca a (5,0; 5,0 y 5,0) la disminución del pH fue del día 2 llegando a alcanzar niveles considerables de mosto de cabuya negra (3,27; 3,32 y 3,38) y de la cabuya blanca (3,24; 3,30 y 3,37). Este descenso del pH se da por la presencia de compuestos ácidos producidos por las levaduras *Sacharomyces*, principalmente ácido acético.



**Figura 20.** Cinética de pH durante la fermentación de aguamiel

#### 4.2.2. Grados alcohólicos obtenidos por destilación simple de mosto de la cabuya negra y blanca

En la Tabla 11 se observa las cantidades de alcohol etílico obtenido de mosto de cabuya negra mediante la destilación simple con su respectivo porcentaje de grados alcohólicos.

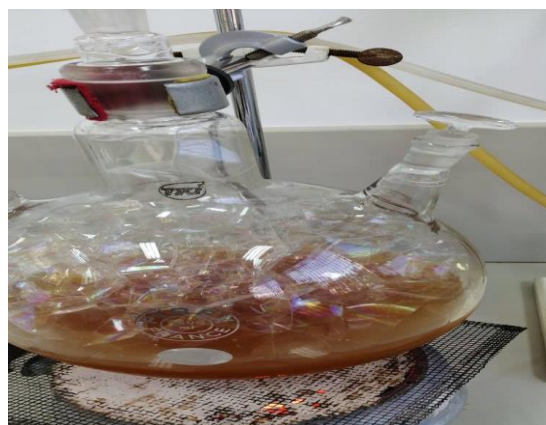
**Tabla 11.** Destilación de mosto de cabuya negra (*Agave americana L.*)

<b>Aguamiel inicial</b>	<b>Mosto destilado</b>	<b>Mosto desechado</b>	<b>Alcohol desechado</b>	<b>Grados alcohólicos % Alc.Vol</b>
9 °Brix	5000 mL	125 mL	3835 mL	13
12 °Brix	5000 mL	125 mL	3875 mL	14
15 °Brix	5000 mL	125 mL	3800 mL	15

En la Tabla 12 se observa que no se obtuvo resultados, esto quiere decir que no se logró realizar el destilado por lo que el mosto de la cabuya blanca contiene compuestos bioactivos como son las más comunes en su composición química; alta concentración las saponinas, gomas, entre otros las cuales no facilita la destilación por lo que genera espumas. Tal como se muestra en la Figura 21

**Tabla 12.** Destilación de mosto de cabuya blanca (*Fucraea andina*)

<b>Aguamiel inicial</b>	<b>Mosto destilado</b>	<b>Mosto desechado</b>	<b>Alcohol desechado</b>	<b>Alcohol etílico obtenido</b>
9 °Brix	5000 mL	-----	-----	-----
12 °Brix	5000 mL	-----	-----	-----
15 °Brix	5000 mL	-----	-----	-----



**Figura 21.** Destilación del mosto de la cabuya blanca

#### 4.2.3. Análisis sensorial de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil

En la Tabla 13 se muestra los resultados de análisis sensorial de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil.

**Tabla 13.** Análisis sensorial de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil obtenido a partir de aguamiel de la cabuya negra

Tratamientos	Color	Aroma	Astringencia	Sabor	Impresión general
T <sub>1</sub>	3,60 ± 0,82 <sup>ab</sup>	3,40 ± 0,82 <sup>a</sup>	3,20 ± 0,82 <sup>a</sup>	3,00 ± 0,87 <sup>ab</sup>	3,48 ± 0,77 <sup>a</sup>
T <sub>2</sub>	3,60 ± 0,76 <sup>a</sup>	3,20 ± 0,65 <sup>a</sup>	3,24 ± 0,88 <sup>a</sup>	3,40 ± 0,87 <sup>a</sup>	3,56 ± 0,65 <sup>a</sup>
T <sub>3</sub>	3,92 ± 0,76 <sup>a</sup>	3,36 ± 0,99 <sup>a</sup>	3,00 ± 1,04 <sup>a</sup>	3,32 ± 0,90 <sup>a</sup>	3,64 ± 0,76 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	3,56 ± 0,65 <sup>ab</sup>	3,12 ± 0,88 <sup>a</sup>	3,16 ± 0,75 <sup>a</sup>	2,96 ± 0,84 <sup>b</sup>	3,20 ± 1,04 <sup>a</sup>
T <sub>5</sub>	3,48 ± 0,77 <sup>ab</sup>	3,16 ± 0,75 <sup>a</sup>	3,24 ± 0,66 <sup>a</sup>	3,16 ± 0,80 <sup>ab</sup>	3,20 ± 0,82 <sup>a</sup>
T <sub>6</sub>	3,12 ± 0,78 <sup>b</sup>	3,20 ± 0,82 <sup>a</sup>	3,08 ± 0,70 <sup>a</sup>	3,16 ± 0,85 <sup>ab</sup>	3,52 ± 0,71 <sup>a</sup>
P	0,0473	0,5620	0,7424	0,1342	0,2828

**Leyenda.** T<sub>1</sub>: Cabuya negra, 9ºBrix, 0.02% cedrón, T<sub>2</sub>: Cabuya negra, 12ºBrix, 0.02% cedrón, T<sub>3</sub>: Cabuya negra, 15ºBrix, 0.02% cedrón, T<sub>4</sub>: Cabuya negra, 9ºBrix, 0.02% toronjil, T<sub>5</sub>: Cabuya negra, 12ºBrix, 0.02% toronjil, T<sub>6</sub>: Cabuya negra, 15ºBrix, 0.02% toronjil.

En la Tabla 13 con respecto a color, se observa que los tratamientos: T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub>, ocupan el primer lugar con valores cuantitativos de (3,60 a 3,92) colocándose en la escala hedónica de (entre ni me gusta ni me disgusta y me gusta); según los datos obtenidos estadísticamente el valor  $p < 0,05$ ; nos indica que los tratamientos presentan ligeramente diferencia significativa.

Con respecto al aroma, se observa que los tratamientos: T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> son iguales con valores cuantitativos de 3,12 a 3,40 (ni me gusta ni me disgusta y me gusta), según los datos obtenidos estadísticamente el valor  $p > 0,05$ , nos indica que los tratamientos son iguales no presenta diferencia significativa.

Con respecto a la astringencia, se observa que los tratamientos: T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub> son iguales con valores cuantitativos de 3,00 a 3,24 (ni me gusta ni me disgusta y me gusta), según los datos obtenidos estadísticamente el valor  $p > 0,05$ , nos indica que los tratamientos son iguales no presenta diferencia significativa.

Con respecto a sabor los tratamientos: T<sub>2</sub> y T<sub>3</sub> ocupan el primer lugar con valores cuantitativos de (3,32 a 3,40) colocándose en la escala hedónica de (entre ni me gusta ni me disgusta y me gusta) pero estadísticamente no presenta diferencia significativa el valor  $p > 0,05$ .

Con respecto a la impresión general, se observa que los tratamientos: T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>, con valores cuantitativos de 3,20 a 3,64 (ni me gusta ni me disgusta y me gusta), son iguales y mayores estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman con un nivel de significancia del 5%.

#### 4.2.4. Evaluación de las características fisicoquímicas de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil

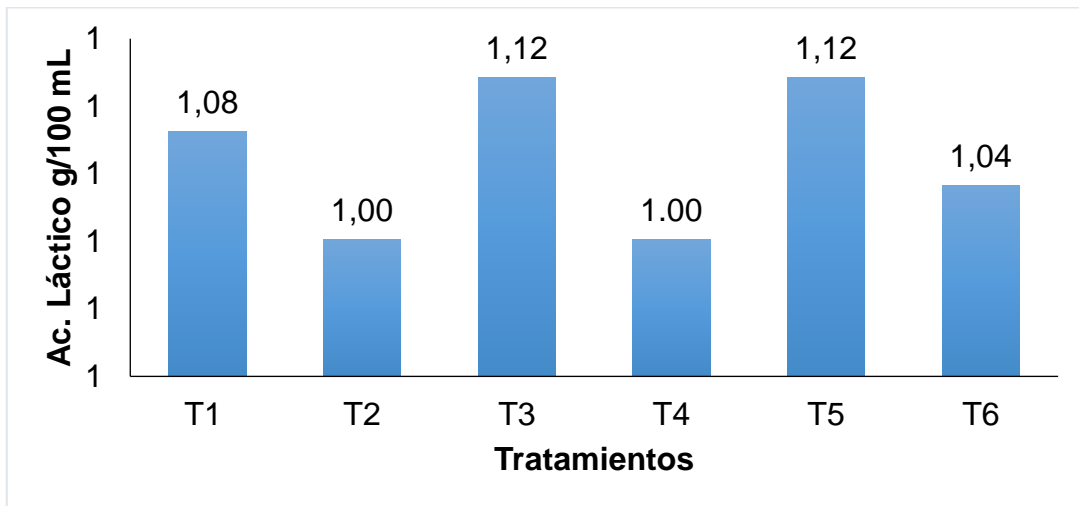
En la Tabla 14 se observa los resultados obtenidos del producto final con respecto al análisis fisicoquímico

**Tabla 14.** Caracterización fisicoquímica de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil obtenido a partir de aguamiel de cabuya negra

Tratamientos	Ac. Total (Ac. Láctica g/100 mL)	Ac. Volátil (Ac. Acético g/100 mL)	Azúcares reductores (mg/mL)	Polifenoles totales ( $\mu\text{g}$ AGE/mL)	A. A ABTS ( $\mu\text{g TE/mL}$ )	A. A DPPH ( $\mu\text{g TE/mL}$ )	Grado alcohólico (% Alc.Vol)
T <sub>1</sub>	1,08 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	1,00 $\pm$ 0,00 <sup>bc</sup>	0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,33 $\pm$ 0,20 <sup>a</sup>	3,22 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	2,84 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>	13,33 $\pm$ 0,29 <sup>d</sup>
T <sub>2</sub>	1,00 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	0,93 $\pm$ 0,03 <sup>c</sup>	0,02 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,53 $\pm$ 0,09 <sup>a</sup>	3,72 $\pm$ 0,14 <sup>a</sup>	3,10 $\pm$ 0,02 <sup>b</sup>	14,17 $\pm$ 0,00 <sup>bc</sup>
T <sub>3</sub>	1,12 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,07 $\pm$ 0,03 <sup>ab</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,39 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	3,95 $\pm$ 0,10 <sup>a</sup>	3,31 $\pm$ 0,11 <sup>a</sup>	14,83 $\pm$ 0,29 <sup>a</sup>
T <sub>4</sub>	1,00 $\pm$ 0,04 <sup>b</sup>	0,96 $\pm$ 0,04 <sup>c</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	1,66 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	2,01 $\pm$ 0,07 <sup>c</sup>	1,90 $\pm$ 0,08 <sup>d</sup>	13,00 $\pm$ 0,00 <sup>d</sup>
T <sub>5</sub>	1,12 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	1,10 $\pm$ 0,04 <sup>a</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	1,59 $\pm$ 0,05 <sup>b</sup>	1,98 $\pm$ 0,10 <sup>c</sup>	1,92 $\pm$ 0,05 <sup>d</sup>	14,00 $\pm$ 0,29 <sup>c</sup>
T <sub>6</sub>	1,04 $\pm$ 0,04 <sup>ab</sup>	1,00 $\pm$ 0,04 <sup>bc</sup>	0,01 $\pm$ 0,00 <sup>a</sup>	2,43 $\pm$ 0,05 <sup>a</sup>	3,03 $\pm$ 0,22 <sup>b</sup>	2,71 $\pm$ 0,06 <sup>c</sup>	14,67 $\pm$ 0,29 <sup>ab</sup>

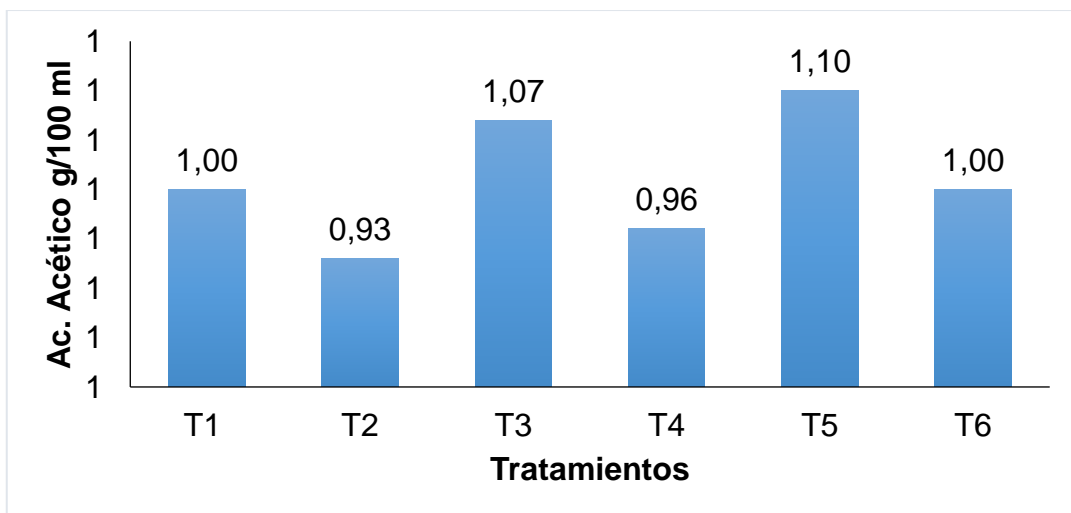
Cada valor representa la media de tres repeticiones  $\pm$  la desviación estándar. Medias con diferente letra son significativamente diferentes ( $p < 0,05$ ).

Con respecto a la Acidez total expresado Ac. Láctico g/100 mL (anexo 5a), se observa que la probabilidad o el valor ( $p < 0,05$ ); por lo tanto, se rechaza a la hipótesis nula y se acepta a la hipótesis alternativa, en la Tabla 14 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia que hay diferencias significativas entre los tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>). Según promedio se observa al T<sub>3</sub> y T<sub>5</sub> son iguales con un valor de 1,12 como se muestra en la Figura 22.



**Figura 22.** Acidez total de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil

Con respecto a la Acidez volátil expresado Ac. Acético g/100 mL (anexo 5b), se observa que la probabilidad o el valor ( $p < 0,05$ ); por lo tanto, se rechaza a la hipótesis nula y se acepta a la hipótesis alternativa, en la Tabla 14 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia que hay diferencias significativas entre los tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>). Según promedio se observa al T<sub>5</sub> que presenta mayor acidez volátil con valor de 1,10 como se muestra en la Figura 23.

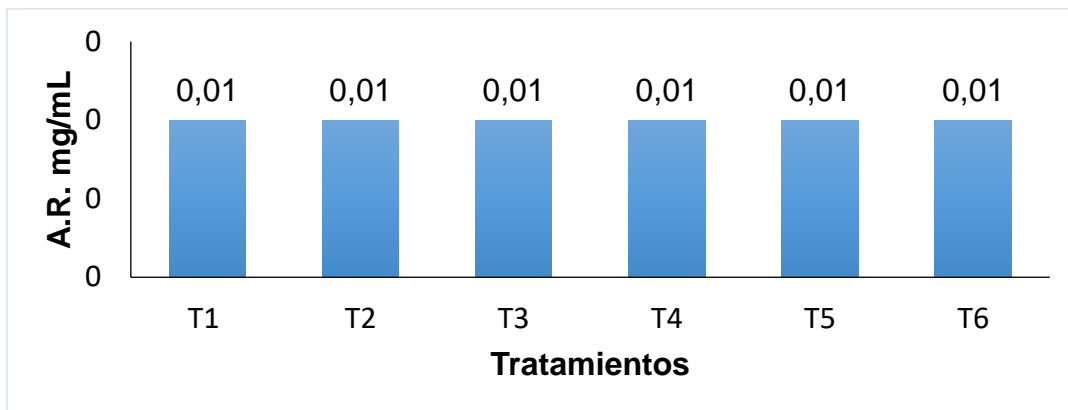


**Figura 23.** Acidez volátil de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil

Con respecto a los Azúcares reductores totales (anexo 5c), se observa que la probabilidad o el valor ( $p > 0,05$ ); por lo tanto, se acepta a la hipótesis nula y se

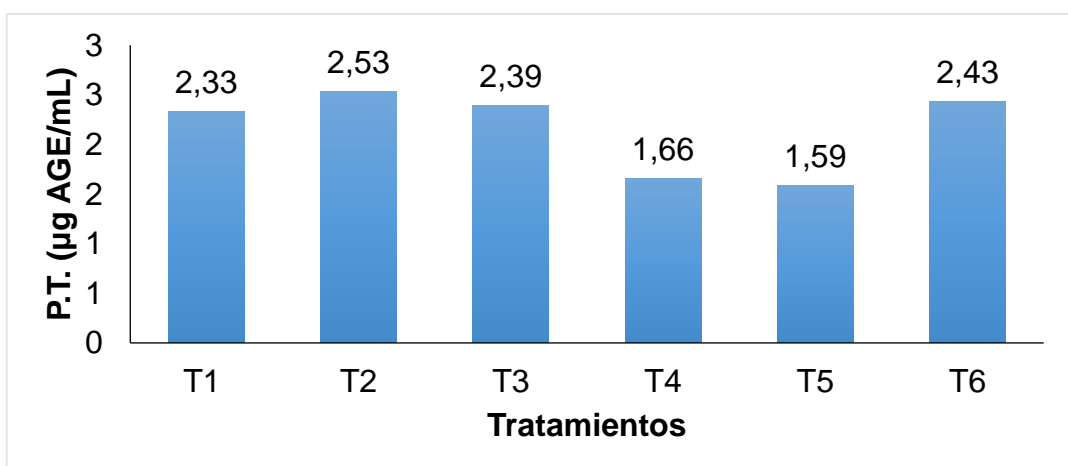


rechaza a la hipótesis alternativa, en la Tabla 14 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia que no hay diferencias significativas entre los tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>). Según promedio se observa que todos los tratamientos son iguales como se muestra en la Figura 24.



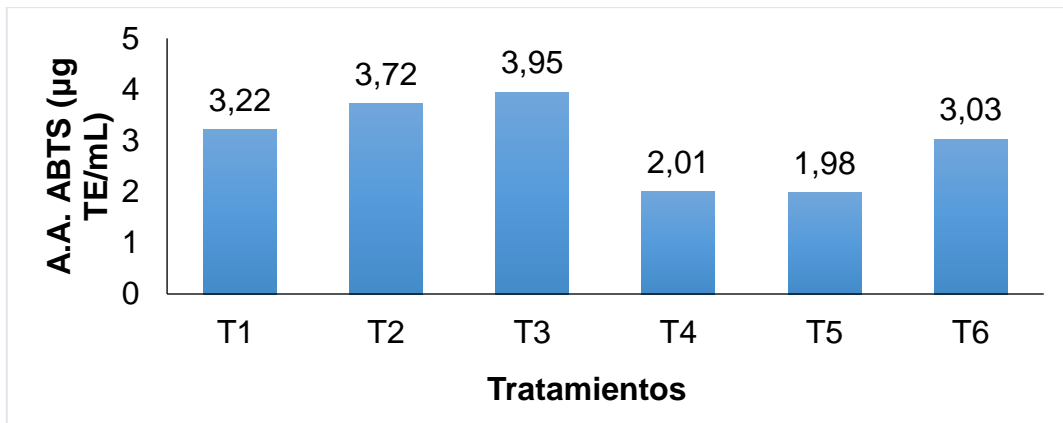
**Figura 24.** Azúcares reductores de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil

Con respecto a los Polifenoles totales (anexo 5d), se observa que la probabilidad o el valor ( $p < 0,05$ ); por lo tanto, se acepta a la hipótesis alternativa, en la Tabla 14 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>). Según promedio se observa al T<sub>2</sub> con mayor contenido de polifenoles totales como se muestra en la Figura 25.



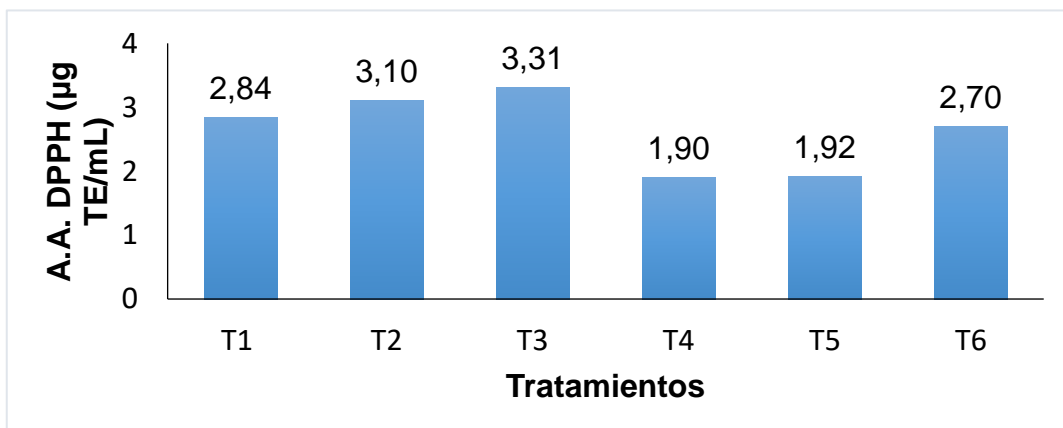
**Figura 25.** Polifenoles totales de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil

Con respecto a la Actividad antioxidante por ABTS (anexo 5e), se observa que la probabilidad o el valor ( $p < 0,05$ ); por lo tanto, se acepta a la hipótesis alternativa, en la Tabla 14 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$ ). Según promedio se observa al  $T_3$  tiene mayor actividad antioxidante con un valor de 3,95 como se muestra en la Figura 26.



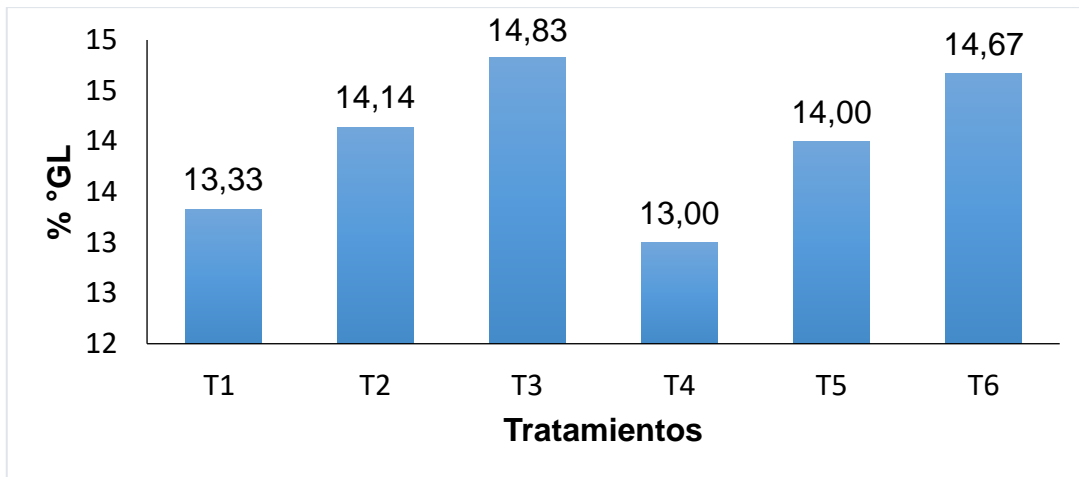
**Figura 26.** Actividad antioxidante por ABTS de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil

Con respecto a la Actividad antioxidante por DPPH (anexo 5f), se observa que la probabilidad o el valor ( $p < 0,05$ ); por lo tanto, se acepta a la hipótesis alternativa, en la tabla 14 se muestra la clasificación Tukey HSD, donde se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos ( $T_1$ ,  $T_2$ ,  $T_3$ ,  $T_4$ ,  $T_5$  y  $T_6$ ). Según promedio se observa al  $T_3$  con mayor contenido de actividad antioxidante con valor de 3,31 como se muestra en la Figura 27.



**Figura 27.** Actividad antioxidante por DPPH de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil

Con respecto al Grado alcohólico (anexo 5j), se observa que la probabilidad o el valor ( $p < 0,05$ ); por lo tanto, se rechaza a la hipótesis nula y se acepta a la hipótesis alternativa, en la Tabla 14 se muestra la clasificación Tukey HSD donde se evidencia diferencias significativas entre los tratamientos (T<sub>1</sub>, T<sub>2</sub>, T<sub>3</sub>, T<sub>4</sub>, T<sub>5</sub> y T<sub>6</sub>). Según promedio se observa al T<sub>3</sub> y T<sub>6</sub> con valores de 14,83 y 14,66 como se muestra en la Figura 28.



**Figura 28.** Grado alcohólico de la bebida alcohólica destilada y aromatizada con cedrón y toronjil

La determinación de la concentración adecuada de aguamiel para la obtención de bebida alcohólica a partir de cabuya negra y blanca, se evaluó la fermentación de las dos variedades, mientras que la destilación se logró únicamente de cabuya negra; en el análisis sensorial los resultados estadísticos no presentan diferencia significativa y en la caracterización fisicoquímica de la bebida alcohólica presenta diferencia significativa entre los tratamientos. Por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. Evaluación de las características fisicoquímicas de aguamiel de cabuya negra y blanca.

En la caracterización físico química de aguamiel de cabuya negra y cabuya blanca. En caso de sólidos solubles (°Brix) comparando con lo que indica Mayón, (2015) quien registra un porcentaje de 13,33 °Brix y Arias (2013) indica que contiene 14,5 °Brix, en ambos casos se observa que CBF y CBH son inferiores, mientras que CNF y CNH son mayores y quien contiene mayor °Brix es CNH con  $16,8 \pm 0,2$  °Brix. En caso de pH comparando los resultados obtenidos con lo que indica Gonzales (2013) quien registra  $5,24 \pm 0,03$  de pH, se observa que ambas variedades son inferiores y el que más se asemeja es CBH con  $5,00 \pm 0,1$  de pH, a su vez es mayor a lo que manifiesta Arias (2013) que registra 4,40 de pH. En caso de % humedad comparando con lo que indica Barrios (2014) quien registra un  $85,24 \pm 0,91\%$  se observa que CBF y CBH son mayores y el que tiene mayor humedad es CBF con  $90,46 \pm 0,13\%$  de humedad. En caso de % cenizas comparando los resultados obtenidos con lo que indica Barrios (2014) quien registra  $1,31 \pm 0,12\%$ , se observa que CNH y CBH son mayores y el que contiene mayor % de cenizas es CBH con  $3,07 \pm 0,23$ . En caso de densidad comparando los resultados obtenidos con lo que indica Mayón (2015) quien registra 1,03 g/mL de densidad; Jurado y Sarzosa (2009) reportan que contienen 1,02 g/mL en ambos casos los resultados obtenidos son mayores y entre ellos el que presenta mayor densidad es CBF con  $1,26 \pm 0,00$  g/mL. Con respecto a acidez comparando con lo que indican Jurado y Sarzosa (2009) y Mayón (2015) quienes registran 0,32 de acidez, decimos que es igual CNH con  $0,35 \pm 0,03$  de acidez considerando el mínimo con la desviación estándar.

En caso de azúcares reductores comparando con lo que indica Mayón (2015) quien registra 9,38 porciento de azúcares reductores, CNF y CNH se encuentran por encima, es decir son mayores. En caso de polifenoles totales Espindola *et al.*, (2018) Indican  $19,21 \pm 0,07$  comparando con los resultados obtenidos CBF y CBH son mayores, a su vez Ramírez *et al.*, (2018) registran 14,59 mg/100 g hasta 20,52 mg/100 g así mismo manifiestan que los polifenoles se caracterizan por tener el grupo funcional fenólico estos son de vital importancia ya que inhiben

la oxidación de lipoproteínas de baja densidad disminuyendo la probabilidad de adquirir enfermedades cardíacas, en tal caso el resultado que nos favorece es CBF  $23,12 \pm 0,50$   $\mu\text{g AGE/mL}$ . En caso de actividad antioxidante Espindola *et al.*, (2018) indican  $20,95 \pm 0,58$  y comparando con los resultados estos se encuentran por encima, es decir son mayores tomando en cuenta que se realizó mediante el método de ABTS y el que contiene mayor actividad antioxidante es CNH con  $51,64 \pm 1,52$ , y a su vez se realizó con el método de DPPH donde se observa que son inferiores a excepción de CBH  $24,35 \pm 5,75$ .

## **5.2. Determinación de la concentración adecuada de aguamiel para obtener una bebida alcohólica de cabuya negra y blanca aromatizada con cedrón y toronjil**

Durante la fermentación se observó el comportamiento del °Brix y pH en los diferentes tratamientos con sus respectivas concentraciones de sólidos solubles (9, 12, 15) °Brix obteniendo concentraciones finales diferentes como se muestra en las Tabla 9 y 10. En caso de Barrantes (2012) trabajó con mayores concentraciones de °Brix pero se pudo observar el mismo comportamiento ya que sus concentraciones finales también descendieron, pero en la investigación se pudo observar que las concentraciones no disminuyeron de manera brusca esto quiere decir que son mínimas las diferencias a las concentraciones iniciales como en la que indica Barrantes (2012), según Pillajo (2015) los sólidos solubles representan principalmente azúcares, a su vez indica que existen ácidos y sales disueltas que afecta esta medición; también se observa en la investigación de Barrios (2014) con respecto a la variación de °Brix y los azúcares reductores inician con una concentración de 11,0 °Brix y 7,31 g/100 g de A.R. y disminuyó a 6,5 °Brix mientras que los azúcares finales llegaron a 1,02 g/100 g es por ello que se tuvo como variable predominante al pH ya que la levadura se inhibe en mostos con un pH de 3 a 3,5. Para el caso de pH se inició de 4,3 a 5 de pH en los diferentes tratamientos y se observa que al igual que los °Brix estos descienden hasta llegar 3,2 a 3,37 de pH y Barrantes (2012) indica esto sucede por la presencia de compuestos ácidos que se produjeron por las levaduras que fueron inoculados.

En caso de la destilación del mosto se realizó un destilado simple de la cabuya negra a diferentes concentraciones de °Brix se logró de manera adecuada

obteniendo un producto final 13 a 15 °GL, teniendo en cuenta que se desecha de 2 a 2,5 % de alcohol de cabeza que logro pasar la columna de destilación como indica Barrantes (2012) que se desecha de 2,5 a 2,8 % de alcohol de cabeza ya que este es un aspecto importante en la obtención del destilado final que se sometió a catado ya que es de gran influencia el grado alcohólico que se obtuvo luego de la destilación fraccionada. En caso del mosto de la cabuya blanca no se logró el destilado simple debido a que presenta compuestos bioactivos como son las más comunes en su composición química; alta concentración de las saponinas, gomas, entre otros las cuales no facilita la destilación por lo que genera espumas; en la hidrólisis no se logró invertir los azúcares e inhibir las gomas presentes en el agave para la destilación apropiada. Rodríguez (2017) indica que las saponinas se encuentran presentes en abundancia en las agaváceas. Por hidrólisis de las saponinas se obtienen las sapogeninas esteroidales, por lo que es de gran interés para la industria farmacéutica por ser precursores en la síntesis de hormonas y corticoides.

En caracterización físicoquímico de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón- y toronjil los resultados obtenidos en la investigación con respecto a la acidez total (A.A. g/100 mL) se encuentra dentro de lo que nos indica Herrera (2008) quien registra 0,001 a 0,96 de acidez y la NTP 211.004 2014 quien indica los parámetros para bebida alcohólica indica 500 mg/100 mL de actividad antioxidante, esto quiere decir que los resultados obtenidos en la investigación son mayores y el que se asemeja es el tratamiento (Cabuya negra, 12 °Brix, 0,02% cedrón) con  $0,67 \pm 0,03$  (A.A. g/100 mL). En caso de polifenoles totales y actividad antioxidante contienen en mínimas cantidades que fueron proporcionadas por las hierbas aromáticas ya que las bebidas alcohólicas no contienen. En cuanto a polifenoles el tratamiento (Cabuya negra, 12 °Brix, 0,02% cedrón) con  $2,53 \pm 0,09$  AGE/mL es de mayor contenido polifenoles comparando con lo que reportan Salazar *et al.*, (2011) un 2990,22 mg/L los resultados obtenidos son bajos que es lo beneficioso; Ramírez *et al.*, (2018) manifiestan que los polifenoles se caracterizan por tener el grupo funcional fenólico estos son de vital importancia ya que inhiben la oxidación de lipoproteínas de baja densidad disminuyendo la probabilidad de adquirir enfermedades cardiacas. En caso de actividad antioxidante el tratamiento (Cabuya negra, 15 °Brix, 0,02% cedrón) con

3,95 ± 0,10 es el de mayor por ABTS, mientras que por DPPH el de mayor actividad antioxidante es el tratamiento (Cabuya negra, 15 °Brix, 0,02% cedrón) con 3,31 ± 0,11, se observa que hay una mínima variación entre ambos métodos de determinación de actividad antioxidante; comparando con lo que reportan Salazar *et al.*, (2011) de 9,25 % v/v en vino tinto los resultados obtenidos son menores. En cuanto a grado alcohólico Ramírez (2010) manifiesta que una bebida fermentada tienen un contenido alcohólico superior a 15 °GL y pueden llegar a superar los 50 °GL, a su vez la NTP 211.004 2014 quien especifica los parámetros para bebidas alcohólicas indica que los grados alcohólicos se encuentra entre 20 a 40 %Alc. Vol. los resultados obtenidos en la investigación son inferiores a diferencia del tratamiento (Cabuya negra, 15 °Brix, 0,02% cedrón) 14,83 ± 0,29 °GL considerando con la desviación estándar esto sería al mínimo de alcohol que manifiesta Ramírez (2010) y el más cercano a lo que indica la NTP 211.004 2014, esto varía por el proceso que se realizó en la investigación fue basada en una bebida alcohólica con un destilado simple.

## VI. CONCLUSIONES

El aguamiel hidrolizado de la cabuya negra presenta mayor concentración de azúcares fermentables, mientras que el aguamiel de cabuya blanca presenta menor cantidad; pese a ello se logró fermentar en ambos casos, pero el único que se logró la destilación fue el mosto de la cabuya negra.

Según los panelistas en la impresión general no hubo diferencia, en cuanto a los aromatizantes al 0,02% no implica en los atributos sensoriales de la bebida alcohólica. Bajo los tratamientos estudiados los de mayores grados alcohólicos fue los tratamientos T<sub>3</sub> (Cabuya negra; 15 °Brix; 0,02% cedrón) con 14,83°GL y T<sub>6</sub> (Cabuya negra; 15 °Brix; 0,02% toronjil) con 14,67 °GL; por ende la mejor concentración de aguamiel en la obtención de bebida alcohólica fue de la cabuya negra hidrolizado a 15 °Brix. La bebida alcohólica obtenida a partir de aguamiel de cabuya negra, es una alternativa viable para la agroindustria huanuqueña.



## VII. RECOMENDACIONES

- Al extraer la piña de la cabuya tener cuidado debido a que las hojas contienen ácido oxálico al tener contacto con la piel genera dermatitis severa, para ello es importante la protección con indumentarias adecuadas.
- Realizar próximas investigaciones en cuanto a la composición química de la cabuya blanca (*Fucraea andina*) para evitar pérdidas en el destilado.
- Buscar alternativas para la destilación del mosto de la cabuya blanca ya que con un destilador simple no es posible.
- Determinar los azúcares reductores de aguamiel de agave y evaluar antes, durante y después de la fermentación; ya que no se observa cambios de los sólidos solubles totales (°Brix).
- Buscar un método adecuado para la aromatización o trabajar con diferentes concentraciones de las hierbas para que la bebida alcohólica capte con mayor intensidad el aroma.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Ambuludí, M. 2014. «Implementación de un destilador simple para la obtención de etanol a partir del penco azul (Agave americana) para la planta de alimentos del campus Juan Lunardi Paute». *Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca*, 86.
- Apolinar, M. 2014. «Aislamiento y purificación de Bacterias de Aguamiel con capacidad de producción de la enzima celulasa», 80.
- Arias, L. 2013. «Elaboración de una bebida alcohólica utilizando dos variedades de agave; negro (Agave americano) y blanco (Furcraea andina) empleando *Sacharomyces cerevisiae* en dos presentaciones (lío-filizada y en pasta) en el sector de Cristo Rey Parroquia Once de Noviembre Cantón Latacunga Provincia de Cotopaxi». *Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/2656>.
- Barrantes, W. 2012. «Efecto de la concentración de sólidos solubles de aguamiel de cabuya (*Furcraea andina*) en las características sensoriales de una bebida destilada tipo tequila blanco». *Universidad César Vallejo - Perú*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.31061.52963>.
- Barrios, R. 2014. «Obtención de azúcares reductores por hidrólisis térmica a la piña del agave americana L. a utilizarse en la producción de una bebida destilada». *Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac*. <http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/276>.
- Bautista, M.; García, L.; Barboza, J. y Parra, L. 2001. «El agave tequilana Weber y la producción de tequila.» *Acta Universitaria* 11 (abril): 26-34.
- Bautista, N. 2006. «Estudio químico-bromatológico y elaboración de néctar de aguamiel de Agave americana L. (maguey) procedente de Ayacucho». *Universidad Nacional Mayor de San Marcos - Perú*. <http://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/cybertesis/2335>.
- Brand, W.; Cuvelier, M. y Berset, C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *Food Science and Technology*, v. 28, n. 1, 25 -30

- Cárdenas, K. 2016. «Estudio químico - bromatológico, compuestos bioactivos, y evaluación de la capacidad antioxidante de *Cynara scolymus* “alcachofa” procedente de Huaral». En Lima, Peru.
- Chancusig, M. 2011. «Estudio de las propiedades reológicas del dulce de Cabuyo negro (agave americana) para la elaboración de un Edulcorante bajo en calorías». *Universidad Técnica de Ambato - Ecuador*. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3102>.
- Chulde, D. y Simba, I. 2011. «Obtención de licor de savia de penca azul. (Agave americana).» <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2004>.
- Duque, J. 2013. «Evaluación de tres métodos de reproducción del penco azul (Agave americana), en la Parroquia Tocachi, Cantón Pedro Moncayo Provincia Pichincha.» *Universidad Politecnica Salesiana Sede Cuenca*, septiembre. <http://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/5068>.
- Escalante, A.; Elena, M.; Martínez, A.; López, A.; Bolívar, F. y Gosset, G. 2004. «Characterization of Bacterial Diversity in Pulque, a Traditional Mexican Alcoholic Fermented Beverage, as Determined by 16S RDNA Analysis». *FEMS Microbiology Letters* 235 (2): 273-79. <https://doi.org/10.1111/j.1574-6968.2004.tb09599.x>.
- Espindola, V.; Trejo, A.; Lira, A. y Pascual, S. 2018. «Caracterización de aguamiel y jarabe de agave originario del Estado de México, Hidalgo y Tlaxcala.» 3: 7.
- Flores, A.; Castañeda, E.; Sánchez, F.; Romero, L. y Ruiz, J. 2009. «Mecanismos de conservación y uso del maguey pulquero agave salmiana en el altiplano Mexicano». 2009. <https://docplayer.es/6018410-Mecanismos-de-conservacion-y-uso-del-maguey-pulquero-agave-salmiana-en-el-altiplano-mexicano.html>.
- Jurado, F. y Checa, C. 2014. «Mejoramiento de la calidad de la fibra de cabuya y su aplicación.» *Universidad Tecnológica Nacional*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/2658>.

- Jurado, S. y Sarzosa, X. 2009. «Estudio de la cadena agroindustrial de la cabuya en la producción de miel y licor de la cabuya». *Escuela Politécnica Nacional - Ecuador*, junio. <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/1693>.
- Margraf, T.; Karnopp, A.; Rosso, N. & Granato, D. (2015). Comparison between Folin-Ciocalteu and Prussian Blue Assay to Estimate The Total Phenolic Content of Juices and teas Using 96-Well Microplates. *Journal of food science*, 80(11).
- Mayón, M. 2015. «Evaluación de la actividad antioxidante a diferentes tiempos de pausterización del aguamiel de cabuya (agave americana l.) en la Provincia de Acobamba - Huancavelica». *Universidad Nacional de Huancavelica - Perú*. <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/120>.
- Méndez, Á. 2011. «Fermentación alcohólica». 2011. <https://www.coursehero.com/file/38308520/Fermentaci%C3%B3n-alcoh%C3%B3lica/docx/?fbclid=IwAR2a9iufsy5gWMBTQztoHwrM-Tr6cpeu699zzRZenERKoCXBSDzID4kNIb0>.
- Meza, V. 2011. «Obtención de una bebida isotónica nutritiva carbonatada a partir del extracto del penco de cabuya negra (Agave americana. L)». *Universidad Técnica de Ambato - Ecuador*. <http://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/3270>.
- Miller, G. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Analytical chemistry*, 31(3), 426-428
- Molina, E. 2011. «Curso de Análisis Sensorial de Alimentos. Instituto de Investigación En Ciencias de La Alimentación (CIAL Instituto Mixto)». 2011. <https://www.coursehero.com/file/43178006/358508pdf/>.
- Molina, L. y Taco, L. 2016. «Obtención y caracterización de la inulina a partir de dos variedades de agave cabuya negra (Agave americana l.) y agave sisal (Agave sisalana p.) con tres concentraciones de alcohol (40, 60, 80%) en los laboratorios académicos de la carrera de ingeniería agroindustrial de la Universidad Técnica de Cotopaxi en el período 2015-2016». *Universidad Técnica de Cotopaxi - Ecuador*. <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/3274>.

- Moreno, J. 2008. «Prebióticos en las fórmulas para lactantes. ¿Podemos modificar la respuesta inmune?» *Anales de Pediatría* 68 (3): 286-94. <https://doi.org/10.1157/13116712>.
- Ortiz, G. 2014. «Desarrollo de licores macerados de fruta, con un sistema de comercialización no tradicional con mejora de procesos en la Empresa Ron Catan». <http://dspace.udla.edu.ec/handle/33000/698>.
- Pellegrini, N.; Proteggente, A.; Pannala, A.; Yang, M. & Rice, C. 1999. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine* 26(9/10): 1231-1237.
- Pillajo, J. 2015. «Estudio de la fermentación del aguamiel de la penca (*Agave americana* L.) para la obtención de un bebida alcohólica fermentada». *Universidad Tecnológica Equinoccial - Ecuador*. <http://repositorio.ute.edu.ec/xmlui/handle/123456789/14286>.
- Prescott, S. & Dunn, C. 1960. "Microbiología industrial", Ediciones Aguilar, Madrid, España. 8, 9, 110-117, 137.
- Ramírez, L.; Alfaro, C.; Ramos, L.; Hernández V. y Carranza, J. 2018. «Capacidad antioxidante, fenoles totales y análisis microbiológico del Aguamiel. » Universidad Autónoma de Zacatecas, Programa Académico de Nutrición. <http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume3/4/9/83.pdf>
- Ramírez, E. 2010. «Los licores. Definición y tipos.» 2010. [http://www.alambiques.com/licores.htm?fbclid=IwAR0plGofpjpgAWr\\_XyRfatar-NifxIMs\\_g\\_AGMrcrnIZCql6fOxCxPcv6IMg](http://www.alambiques.com/licores.htm?fbclid=IwAR0plGofpjpgAWr_XyRfatar-NifxIMs_g_AGMrcrnIZCql6fOxCxPcv6IMg).
- Rendón, L.; Magdub, A. y Hernández, L. 2007. «El jarabe de henequén (*agave fourcroydes* Lem)» 30: 6.
- Rodríguez, J. 2017. «Determinación y cuantificación de saponinas en las hojas de la cabuya (*furcraea andina*) para su posible uso como tensoactivo en detergentes biodegradables». Thesis, Universidad de Guayaquil. Facultad de Ciencias Químicas - Ecuador. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/19454>.

- Rodríguez, R. 2014. «Estudio de los herbajes nativos de la ciudad de Riobamba, para la producción de cremas espirituosas aplicadas a la gastronomía», febrero. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/9847>.
- Romero, C. 2013. «Elaboración de macerados y mistelas con especies vegetales disponibles en la provincia del Azuay». <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/3697>.
- Salazar, R.; Espinoza, G.; Ruiz, C.; Fernández, M. y Rojas, R. 2011. «Compuestos fenólicos, actividad antioxidante, contenido de resveratrol y componentes del aroma de 8 vinos peruanos». *Revista de la Sociedad Química del Perú* 77 (2): 135-43.
- Tapia, O. 2016. «Estandarización de condiciones de producción de pulque a partir de savia de Agave salmiana», junio. <http://repositorio.uaaan.mx:8080/xmlui/handle/123456789/8166>.
- Tito, C. 2018. «Evaluación de la influencia de las proporciones de hojas de cedrón (*Aloysia citriodora*), toronjil (*Melissa officinalis*) y stevia (*Stevia rebaudiana bertonii*) para la aceptabilidad de un filtrante mix». *Universidad Nacional de Huancavelica - Perú*, 84.
- Tolentino, M. 2015. «Compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de la cascarilla de granos de cacao (*Theobroma cacao* L.) tostado y elaboración de un filtrante.» *Universidad Nacional Agraria de la Selva - Perú*. <http://repositorio.unas.edu.pe/handle/UNAS/1008>.
- Vázquez, H, y O Dacosta. 2007. «Fermentación alcohólica: Una opción para la producción de energía renovable a partir de desechos agrícolas». *Ingeniería, investigación y tecnología* 8 (4): 249-59.
- Yegres, F., G. Fernández, C. Padin, L. Rovero, y N. Richard. 2003. «*Saccharomyces cerevisiae* en la fabricación del licor Cocuy.» *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología* 23 (1): 51-54.

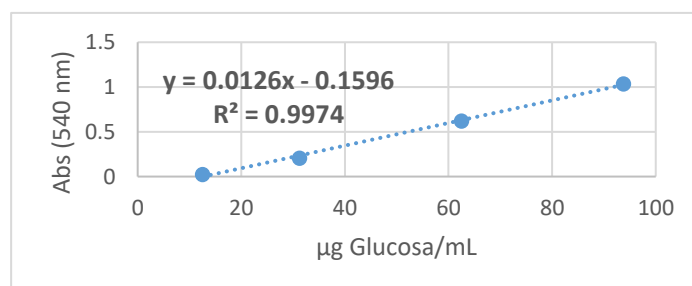
## ANEXOS

### Anexo 1

#### Metodología de análisis fisicoquímico

##### Determinación de azúcares reductores totales

Para la preparación de la solución de DNS se utilizó el método descrito por Miller (1959) esta solución DNS se almaceno en fiola de 1000mL forrado con papel aluminio y conservado a 4 °C en un refrigerador. Se trabajó con dos factores de dilución para aguamiel fresca cabuya negra y blanca: con FD 50, mientras que para el aguamiel hidrolizado de cabuya negra y blanco fue con FD 100; enseguida se tomó cada solución diluida 125 µL de muestra más 500 µL se adicionó a un tubo de ensayo de 15 mL a continuación se llevó a calentar a baño maría a ebullición durante 5 minutos y se enfrió en baño de hielo durante 5 minutos y se añadió 375 µL de agua destilada finalmente fue trasferido en cubetas para la lectura de absorbancia a 540 nm, contra un blanco. La concentración de azúcares reductores expresado como glucosa, se obtuvo de la ecuación de regresión lineal de la solución estándar.



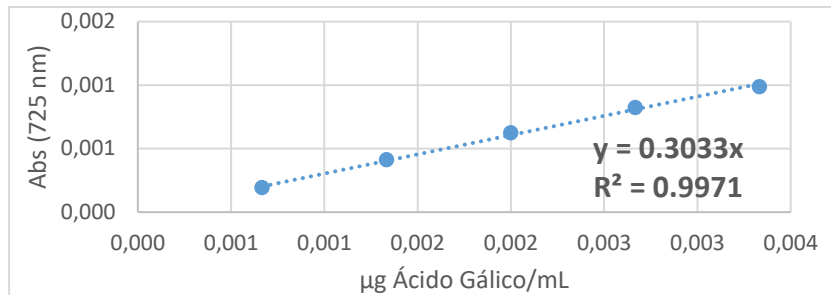
Curva de la ecuación de regresión lineal de la solución estándar de azúcares reductores.

##### Cuantificación de polifenoles totales mediante el método de azul de prussian

Se realizó por el método de azul de prussian descrito por; Margraf, *et al.* (2015). Se preparó una solución Stock de 1 mg/mL de ácido gálico. Se adiciono en un tubo de ensayo 350 µL de ácido gálico (Sol. de aguamiel de 1 hasta 10 µg/mL), se adicionó 350 µL de solución A (0,5 mM FeCl<sub>3</sub> · 6 H<sub>2</sub>O (270,3; 99,0%) en 0,01 N HCl,) luego se adicionó 350 µL de solución B (0,5 mM K<sub>3</sub>Fe (CN)<sub>6</sub> (329,25; 99,0%) en H<sub>2</sub>O destilada). Transcurrido 15 minutos se transfirió a las cubetas de

poliestireno y registro la Abs. a 725 nm. El blanco se realizó empleando las mismas proporciones, pero en lugar de las muestras se usó agua destilada (los valores de Abs. registrados en el espectrofotómetro, se calibró a cero).

Mediante ARLn de las Abs Vs Concentración de ácido gálico, se obtuvo la ecuación de la curva de calibración.



Curva de la ecuación de regresión lineal de la solución estándar de polifenoles totales.

#### **Determinación de la actividad antioxidante método del ABTS**

**Método de ABTS (Catión 2,2, – azinobis (3 – etilenbenzotiazolino-6 ácido sulfónico).** Se realizó mediante el método reportado por Pellegrini, *et al.*, (1999). Se prepararon soluciones Stock de ABTS<sup>+</sup> (se mezcló 5 mM de ABTS en agua con 88 µL de persulfato de potasio a 140 mM; se dejó a temperatura ambiente por 12 – 16 horas antes de uso, protegido de la luz). Solución de trabajo de ABTS<sup>+</sup>, se diluyó el stock en 70 mL de etanol (se ajustó la Abs= 0,9-1,2 a 734 nm) luego se preparó soluciones de aguamiel concentraciones de 2,5 – 20,0 mg/100 mL y soluciones de trabajo de Trolox 0 – 20 µM

**Curva estándar.** Se hizo reaccionar 50 µL de solución de trabajo o muestra con 950 µL de ABTS<sup>+</sup> (diluido) por 10 minutos en oscuridad, la absorbancia se registró a 734 nm.

#### **Coeficiente de inhibición (IC<sub>50</sub>)**

Se determinó mediante un análisis de regresión de inhibición versus la concentración necesaria del aguamiel, para inhibir el 50% del radical ABTS<sup>+</sup>. Se hizo reaccionar 50 µL de muestra con 950 µL de ABTS<sup>+</sup>, la absorbancia se registró a 734 nm. El porcentaje de inhibición del radical ABTS se calculó de la siguiente manera:

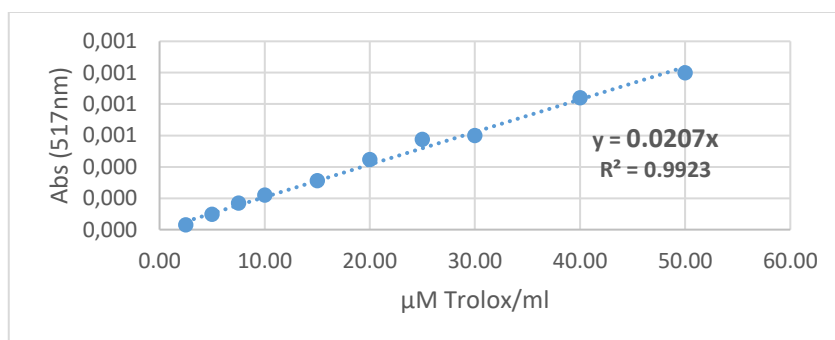


$$\%INH\ ABTS = \frac{Abs_i - Abs_f}{Abs_i} \times 100$$

**Donde:**

Abs<sub>f</sub> es la absorbancia del radical ABTS<sup>+</sup> al final de la reacción

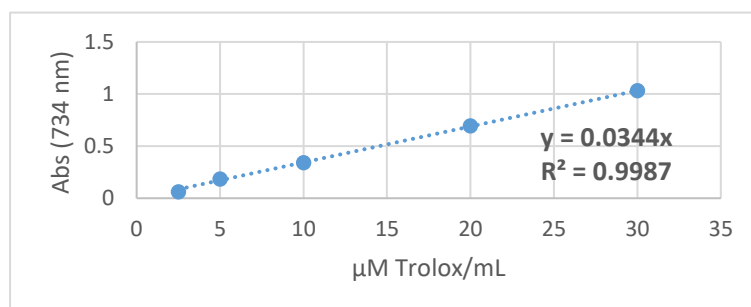
Abs<sub>i</sub> es la absorbancia del radical al inicio de la reacción.



Curva de la ecuación de regresión lineal de la solución estándar de actividad antioxidante por el método de ABTS.

### **Determinación de actividad antioxidante por el método del radical DPPH**

**Método de DPPH (2,2-diphenyl-1-picrilhydrazyl).** se realizó por el método descrito por; (Brand, *et al.*, 1995). Se preparó 100 mL de solución metanólica de 2,2-diphenyl-1-picrilhydrazyl (100 μM). Se ajustó la absorbancia en un rango de 0,9-1,2. El antioxidante estándar fue soluciones de Trolox 0 – 20 μM. Las muestras de aguamiel fresco e hidrolizado se centrifugaron a 10000 rpm por 5 minutos, se preparó muestras con FD; a cada muestra diluida se adicionó 900 μl de DPPH, luego se homogenizó con el vortex y se añadió en las cubetas de poliestireno y la absorbancia se registró a 517 nm.



Curva de la ecuación de regresión lineal de la solución estándar de actividad antioxidante por el método de DPPH.

## Anexo 2

### NORMAS TÉCNICAS PERUANA NTP 211.042-2014

---

NORMA TÉCNICA  
PERUANA

NTP 211.042  
1 de 6

---

## BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Vodka saborizado. Requisitos

### 1. OBJETO

Esta Norma Técnica Peruana establece las definiciones, requisitos, métodos de muestreo y análisis, rotulado y envasado, que debe cumplir la bebida alcohólica denominada vodka saborizado.

### 2. REFERENCIAS NORMATIVAS

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indicadas estaban en vigencia en el momento de esta publicación. Como toda Norma está sujeta a revisión, se recomienda a aquellos que realicen acuerdos con base en ellas, que analicen la conveniencia de usar las ediciones recientes de las normas citadas seguidamente. El Organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

#### 2.1 Normas Técnicas Peruanas

2.1.1	NTP 211.020:2003	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Alcohol etílico. Definiciones
2.1.2	NTP 210.019:2003	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Definiciones
2.1.3	NTP 210.001:2003	BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Extracción de muestras

6.4 Requisitos fisicoquímicos

Requisito	Valores Límite	Métodos de ensayo
Grado alcohólico a 20 °C, % Alc. Vol. <sup>1</sup>	Mín. 20 Máx. 50	NTP 211.004 o NTP 210.003
Acidez total como ácido acético, (*)	Máx. 500	NTP 211.040
Metanol como metanol, (*)	Máx. 10	NTP 210.022 o NTP 211.035
Furfural como furfural, (*)	Máx 1	NTP 210.025 o NTP 211.035
Extracto seco total a 100 °C, (g / L)	Máx. 50	NTP 211.041
Suma de componentes volátiles diferentes al alcohol etílico, <sup>2</sup> (*)	Máx. 250	NTP 211.040, NTP 211.038, NTP 210.022, NTP 211.003, NTP 211.021, NTP 210.025 o NTP 211.035

(\*) : Expresado en mg/100 mL AA

<sup>1</sup> En cuanto al grado alcohólico indicado en el rotulado, se permitirá una tolerancia de  $\pm 1,0$  grados alcoholimétricos.

<sup>2</sup> La determinación de componentes volátiles se realiza con la suma de los resultados de: aldehídos, ésteres, metanol, alcoholes superiores, y acidez volátil.

### Anexo 3

## CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE PRUEBAS PARAMÉTRICOS DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (DCA) DE AGUAMIEL DE DOS VARIEDADES DE CABUYA.

a. Cálculo DCA con prueba Tukey para sólidos solubles (°Brix) en el aguamiel de cabuya de dos variedades

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	145,217	3	48,406	645,407	,000
Dentro de grupos	,600	8	,075		
Total	145,817	11			

### HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
CBF	3	8.56667			
CBH	3		9.66667		
CNF	3			15.03333	
CNH	3				16.80000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	1.069	3	.356	9.194	.006
Dentro de grupos	.310	8	.039		
Total	1.380	11			

### HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
CBF	3	4.26333	
CNH	3	4.33333	
CNF	3	4.34667	
CBH	3		5.00000
Sig.		.952	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica=3,000.

**b. Cálculo DCA con prueba Tukey para pH en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**c. Cálculo DCA con prueba Tukey para % humedad en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	92.080	3	30.693	3694.296	.000
Dentro de grupos	.066	8	.008		
Total	92.147	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
CNH	3	83.42667			
CNF	3		84.71667		
CBH	3			88.07333	
CBF	3				90.46333
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**d. Cálculo DCA con prueba Tukey para % Cenizas en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	20.945	3	6.982	474.310	.000
Dentro de grupos	.118	8	.015		
Total	21.062	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
CBF	3	.26563	
CNF	3	.44503	
CNH	3		2.91377
CBH	3		3.07067
Sig.		.335	.438

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**e. Cálculo DCA con prueba Tukey para densidad en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.000	3	.000	149.889	.000
Dentro de grupos	.000	8	.000		
Total	.000	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
CBF	3	1.24267			
CBH	3		1.25133		
CNH	3			1.25567	
CNF	3				1.25900
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**f. Cálculo DCA con prueba Tukey para acidez en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.612	3	.204	241.733	.000
Dentro de grupos	.007	8	.001		
Total	.619	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
CBF	3	.24750			
CNH	3		.34500		
CNF	3			.69750	
CBH	3				.78000
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**g. Cálculo DCA con prueba Tukey para azúcares reductores en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	157.208	3	52.403	752.104	.000
Dentro de grupos	.557	8	.070		
Total	157.766	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
CNF	3	1.85000			
CBF	3		3.34333		
CBH	3			7.50333	
CNH	3				11.08667
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**h. Cálculo DCA con prueba Tukey para polifenoles totales en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	659.366	3	219.789	772.397	.000
Dentro de grupos	2.276	8	.285		
Total	661.642	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
CNH	3	6.57233		
CNF	3	6.84667		
CBH	3		19.49667	
CBF	3			23.12333
Sig.		.920	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**i. Cálculo DCA con prueba Tukey para actividad antioxidante por ABTS en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	138.112	3	46.037	16.748	.001
Dentro de grupos	21.990	8	2.749		
Total	160.102	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
CBH	3	43.34200	
CBF	3	43.36600	
CNF	3	45.47633	
CNH	3		51.63633
Sig.		.441	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**j. Cálculo DCA con prueba Tukey para actividad antioxidante por DPPH en el aguamiel de cabuya de dos variedades**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	164.678	3	54.893	3.453	.072
Dentro de grupos	127.193	8	15.899		
Total	291.871	11			

HSD Tukey<sup>a</sup>

VARIEDADES	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
CNF	3		13.98667
CNH	3		17.81667
CBF	3		18.45667
CBH	3		24.34333
Sig.			.052

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.



## ANEXO 4

### Ficha de evaluación sensorial

#### FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL

CATACIÓN DE ALCOHÓLICA A PARTIR DEL AGUAMIEL DE CABUYA NEGRA (*Agave americana L.*) AROMATIZADA CON CEDRÓN (*Aloysia citrodora*) Y TORONJIL (*Melissa officinalis*)

Nombres: \_\_\_\_\_

Lugar: \_\_\_\_\_

Fecha: \_\_\_\_\_

Hora: \_\_\_\_\_

**Instrucciones:** A continuación, se realizará la evaluación sensorial de la bebida fermentada de cabuya, degustar las muestras y enjuagarse el paladar entre muestra a muestra. Por lo que se solicita su evaluación imparcial a las muestras de acuerdo a la escala hedónica.

ATRIBUTOS	MUESTRAS					
	515	527	548	572	584	593
Color						
Aroma						
Astringencia						
Sabor						
Impresión general						

1. Me desagrada mucho
2. Me desagrada
3. Ni me gusta ni me disgusta
4. Me gusta
5. Me gusta mucho

Observaciones:

---

---

---

¡GRACIAS!

## CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE PRUEBAS NO PARAMÉTRICOS DE FRIEDMAN

a. Cálculo de la prueba no paramétrico de Friedman en el atributo de color

PANELISTAS	TRATAMIENTOS					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
1	2	2	2	4	4	3
2	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	5	2	1
4	4	4	4	3	3	3
5	3	4	3	3	3	3
6	4	3	4	4	3	3
7	4	3	3	3	2	3
8	4	4	4	3	4	2
9	5	5	5	3	4	4
10	3	4	4	4	3	4
11	2	4	5	3	4	3
12	4	3	3	4	4	4
13	4	4	4	3	4	3
14	5	5	5	4	3	3
15	3	3	4	4	5	4
16	3	3	4	4	4	4
17	4	4	4	4	4	3
18	3	3	4	4	4	3
19	4	4	4	4	4	4
20	4	4	3	3	2	3
21	2	3	5	3	3	3
22	3	3	3	4	4	4
23	4	2	5	3	4	2
24	4	4	4	4	3	2
25	4	4	4	2	3	3
<b>Promedio</b>	<b>3,60</b>	<b>3,60</b>	<b>3,92</b>	<b>3,56</b>	<b>3,48</b>	<b>3,12</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0,82</b>	<b>0,76</b>	<b>0,76</b>	<b>0,65</b>	<b>0,77</b>	<b>0,78</b>

Tratamiento	Media (Ranks)	N	Clasificación	
T3	4.18	25	A	
T2	3.60	25	A	
T1	3.58	25	A	B
T4	3.54	25	A	B
T5	3.36	25	A	B
T6	2.74	25		B

**b. Cálculo de la prueba no paramétrica de Friedman en el atributo de aroma**

PANELISTAS	TRATAMIENTOS					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
1	2	2	2	4	4	3
2	3	3	2	3	3	3
3	3	4	2	5	2	1
4	4	4	4	2	4	4
5	4	2	2	4	3	3
6	4	4	3	3	3	3
7	4	3	4	2	3	3
8	4	3	4	4	4	3
9	5	4	4	3	3	4
10	4	4	4	4	3	4
11	2	4	5	2	2	2
12	3	3	4	3	4	4
13	4	3	4	3	4	4
14	2	3	3	4	4	4
15	3	3	3	4	3	4
16	2	3	5	3	3	3
17	4	3	2	2	2	2
18	3	4	3	2	3	3
19	4	3	3	3	4	3
20	3	3	3	4	3	4
21	4	4	4	3	4	4
22	4	3	3	2	2	3
23	3	2	2	4	2	3
24	3	3	5	2	3	2
25	4	3	4	3	4	4
<b>Promedio</b>	<b>3,40</b>	<b>3,20</b>	<b>3,36</b>	<b>3,12</b>	<b>3,16</b>	<b>3,20</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0,82</b>	<b>0,65</b>	<b>0,99</b>	<b>0,88</b>	<b>0,75</b>	<b>0,82</b>

Tratamiento	Media (Ranks)	N	Clasificación
T1	3.96	25	A
T6	3.60	25	A
T3	3.58	25	A
T5	3.40	25	A
T2	3.32	25	A
T4	3.14	25	A

c. Cálculo de la prueba no paramétrico de Friedman en el atributo de astringencia

PANELISTAS	TRATAMIENTOS					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
1	2	2	2	4	4	3
2	2	2	1	2	2	3
3	4	3	4	5	2	2
4	2	2	2	3	4	4
5	3	3	3	4	4	4
6	3	4	3	3	3	3
7	3	2	3	3	3	3
8	2	3	4	3	4	3
9	4	4	3	3	3	4
10	4	4	4	3	4	3
11	3	4	5	3	3	3
12	3	3	3	2	3	3
13	4	3	2	3	3	3
14	4	4	2	3	3	4
15	3	3	3	3	4	3
16	2	3	3	2	3	3
17	4	4	2	3	3	2
18	4	4	4	3	3	2
19	4	5	4	4	3	4
20	2	2	1	4	3	3
21	3	4	4	3	4	2
22	4	4	4	4	2	4
23	4	2	2	3	4	3
24	4	4	4	2	3	2
25	3	3	3	4	4	4
<b>Promedio</b>	3,2	3,24	3	3,16	3,24	3,08
<b>Desviación estándar</b>	0,82	0,88	1,04	0,75	0,66	0,70

Tratamiento	Media (Ranks)	N	Clasificación
T5	3.76	25	A
T2	3.74	25	A
T1	3.56	25	A
T6	3.46	25	A
T4	3.34	25	A
T3	3.14	25	A

d. Cálculo de la prueba no paramétrico de Friedman en el atributo de sabor

PANELISTAS	TRATAMIENTOS					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
1	2	2	3	4	4	3
2	2	2	1	3	4	5
3	4	4	4	5	2	2
4	3	3	3	2	3	3
5	4	4	4	3	4	4
6	4	3	4	2	2	2
7	2	3	2	2	3	3
8	2	3	4	3	4	4
9	3	4	3	3	3	4
10	4	4	4	4	3	3
11	2	5	3	2	3	2
12	2	3	2	2	3	3
13	4	4	3	3	3	4
14	4	4	4	4	2	4
15	3	3	4	3	4	3
16	2	2	3	2	3	2
17	3	2	3	3	2	2
18	3	4	5	2	5	3
19	4	5	3	4	4	4
20	3	3	3	3	2	3
21	3	4	4	3	3	4
22	4	4	4	3	3	3
23	2	3	2	2	3	4
24	4	4	4	3	4	2
25	2	3	4	4	3	3
<b>Promedio</b>	<b>3,00</b>	<b>3,40</b>	<b>3,32</b>	<b>2,96</b>	<b>3,16</b>	<b>3,16</b>
<b>Desviación estándar</b>	<b>0,87</b>	<b>0,87</b>	<b>0,90</b>	<b>0,84</b>	<b>0,80</b>	<b>0,85</b>

Tratamiento	Media (Ranks)	N	Clasificación
T <sub>3</sub>	3.90	25	A
T <sub>2</sub>	3.76	25	A
T <sub>6</sub>	3.68	25	A
T <sub>1</sub>	3.48	25	A
T <sub>4</sub>	3.14	25	A
T <sub>5</sub>	3.04	25	A

e. Cálculo de la prueba no paramétrico de Friedman en el atributo de impresión general

PANELISTAS	TRATAMIENTOS					
	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>	T <sub>3</sub>	T <sub>4</sub>	T <sub>5</sub>	T <sub>6</sub>
1	4	3	2	4	4	4
2	4	4	4	4	4	4
3	4	4	4	5	3	4
4	4	4	4	2	3	4
5	4	3	3	3	3	3
6	4	3	3	2	3	3
7	3	3	4	3	4	3
8	3	3	4	2	4	2
9	3	4	3	3	4	4
10	5	5	5	1	3	4
11	3	3	5	3	2	4
12	4	3	3	2	3	3
13	4	4	4	3	1	3
14	4	4	4	4	3	4
15	3	4	4	4	4	4
16	2	3	4	2	3	3
17	4	3	3	3	2	2
18	2	3	3	2	3	3
19	4	5	4	5	5	5
20	3	3	2	4	3	4
21	3	4	4	4	3	4
22	4	4	4	4	3	3
23	3	3	3	4	3	4
24	4	4	4	3	4	4
25	2	3	4	4	3	3
<b>Promedio</b>	3,48	3,56	3,64	3,2	3,2	3,52
<b>Desviación estándar</b>	0,77	0,65	0,76	1,04	0,82	0,71

Tratamiento	Media (Ranks)	N	Clasificación	
T2	4.02	25	A	
T3	3.88	25	A	
T6	3.52	25	A	B
T5	3.50	25	A	B
T1	3.16	25	A	B
T4	2.92	25		B

**Anexo 5**

**CÁLCULOS ESTADÍSTICOS DE PRUEBAS PARAMÉTRICOS DISEÑO COMPLETAMENTE AL AZAR (DCA) DE LA BEBIDA ALCOHÓLICA**

**a. Cálculo DCA con prueba Tukey para acidez total de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,046	5	,009	5,700	,006
Dentro de grupos	,019	12	,002		
Total	,065	17			

**HSD Tukey<sup>a</sup>**

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T2	3	1,00100	
T4	3	1,00100	
T6	3	1,04100	1,04100
T1	3	1,08100	1,08100
T3	3		1,12100
T5	3		1,12100
Sig.		,214	,214

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**b. Cálculo DCA con prueba Tukey para acidez volátil de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	,064	5	,013	11,619	,000
Dentro de grupos	,013	12	,001		
Total	,077	17			

HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T2	3	,93000		
T4	3	,96000		
T1	3	1,00000	1,00000	
T6	3	1,00000	1,00000	
T3	3		1,07000	1,07000
T5	3			1,10333
Sig.		,176	,176	,816

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**c. Cálculo DCA con prueba Tukey para azúcares reductores de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil**

#### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	.000	5	.000	2.311	.109
Dentro de grupos	.000	12	.000		
Total	.000	17			

HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	
T4	3		.01333
T5	3		.01333
T3	3		.01367
T6	3		.01367
T1	3		.01467
T2	3		.01467
Sig.			.262

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**d. Cálculo DCA con prueba Tukey para polifenoles totales de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón toronjil**

#### ANOVA

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	2.623	5	.525	12.878	.000
Dentro de grupos	.489	12	.041		
Total	3.112	17			



HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
		1	2
T5	3	1.59033	
T4	3	1.65500	
T1	3		2.33433
T3	3		2.39233
T6	3		2.43400
T2	3		2.52800
Sig.		.998	.840

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**e. Cálculo DCA con prueba Tukey para la actividad antioxidante por ABTS de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	10.505	5	2.101	138.546	.000
Dentro de grupos	.182	12	.015		
Total	10.687	17			

HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
		1	2	3
T5	3	1.97633		
T4	3	2.00833		
T6	3		3.02933	
T1	3		3.22367	
T2	3			3.71567
T3	3			3.95333
Sig.		.999	.429	.242

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**f. Cálculo DCA con prueba Tukey para la actividad antioxidante por DPPH de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	5.290	5	1.058	180.976	.000
Dentro de grupos	.070	12	.006		
Total	5.360	17			

HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T4	3	1.90267			
T5	3	1.91867			
T6	3		2.70433		
T1	3		2.84133		
T2	3			3.09533	
T3	3				3.30933
Sig.		1.000	.307	1.000	1.000

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

**g. Cálculo DCA con prueba Tukey para grados alcohólicos de la bebida alcohólica aromatizada con cedrón y toronjil**

**ANOVA**

	Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Entre grupos	7,833	5	1,567	28,200	,000
Dentro de grupos	,667	12	,056		
Total	8,500	17			

HSD Tukey<sup>a</sup>

TRATAMIENTOS	N	Subconjunto para alfa = 0.05			
		1	2	3	4
T4	3	13,0000			
T1	3	13,3333			
T5	3		14,0000		
T2	3		14,1667	14,1667	
T6	3			14,6667	14,6667
T3	3				14,8333
Sig.		,538	,948	,171	,948

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 3,000.

Anexo 6

**PANEL FOTOGRÁFICO DE LA OBTENCIÓN DE BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DEL AGUAMIEL DE CABUYA NEGRA Y BLANCA AROMATIZADA DE CEDRÓN Y TORONJIL.**

**1. Extracción del aguamiel de cabuya negra y blanca**



**d. Picado**



**e. Molienda**



**f. Aguamiel de cabuya negra y cabuya blanca**



## 2. Hidrólisis de aguamiel de cabuya negra y blanca

### a. Adición de ácido sulfúrico



### b. Hidrolisis ácida térmica








### c. Aguamiel hidrolizado





### 3. Análisis fisicoquímico de aguamiel de la cabuya negra y blanca

<p><b>a. Sólidos solubles °Brix</b></p> 	<p><b>b. pH</b></p> 	<p><b>c. Humedad (%)</b></p> 
<p><b>d. Cenizas (%)</b></p> 	<p><b>e. Densidad (g/cm3)</b></p> 	<p><b>f. Acidez (Ac. Láctico g/100mL)</b></p> 
<p><b>g. ART (mg/mL)</b></p> 	<p><b>h. Polifenoles T. (ug AGE/mL)</b></p> 	<p><b>i. Actividad A. (ug TE/mL)</b></p> 

#### 4. Elaboración de la bebida alcohólica a partir de aguamiel de cabuya negra y blanca aromatizado con cedrón y toronjil

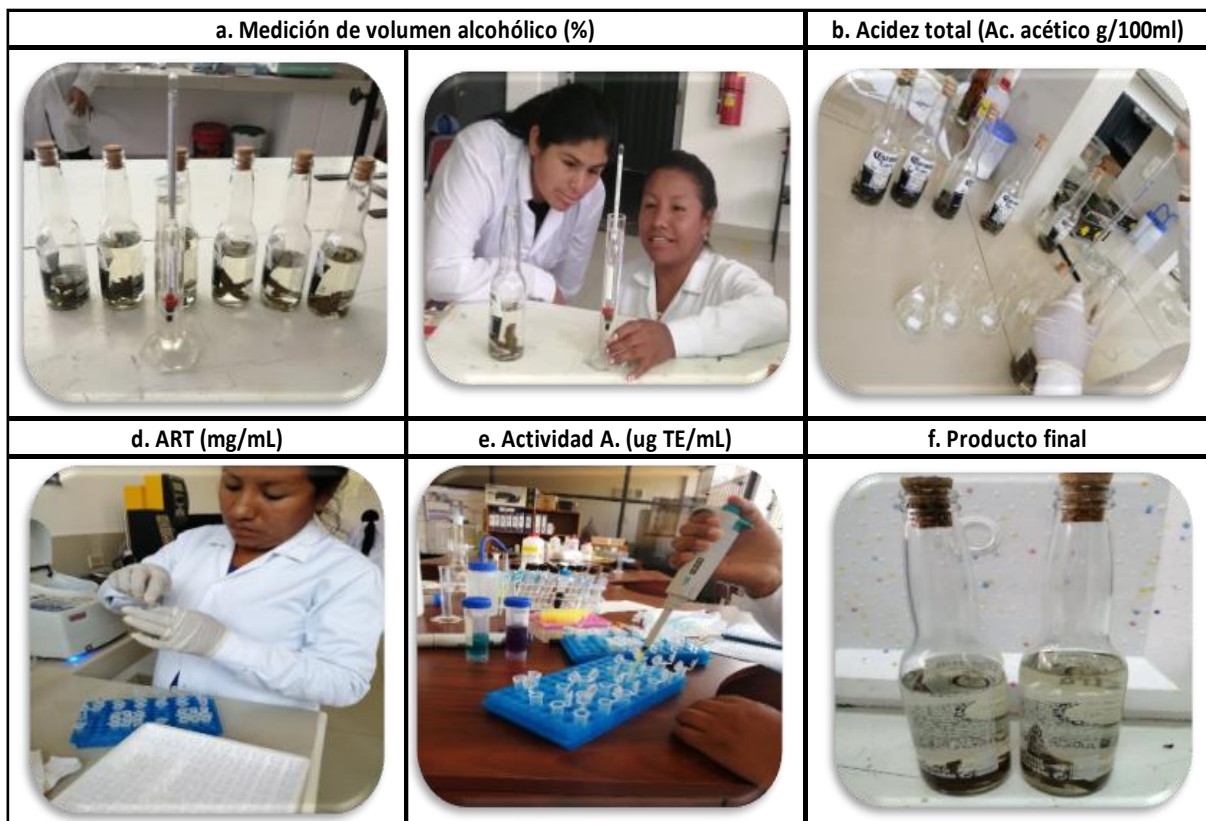
a. Estandarizado de los °Brix y pH de aguamiel de cabuya negra y cabuya blanca		
		
b. Inoculación de saccharomyces c.	c. Fermentación	d. Control de °Brix y pH
		
e. Destilación simple de mosto de la CN	f. Destilado de mosto de CN	g. Destilación simple de mosto de la CB
		
h. Secado de cedrón y toronjil	i. Aromatizado	
		



## 5. Análisis sensorial del producto final



## 6. Análisis fisicoquímico del producto final







UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN  
HUÁNUCO – PERÚ  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

En la ciudad de Huánuco a los **15** días del mes de **Noviembre** del año **2019**, siendo las **11:00 a. m. horas** de acuerdo al Reglamento de Grados Académicos Y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° **Resolución N° 586-2019-UNHEVAL/FCA-D**, de fecha **11/09/2019**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

**“OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DEL AGUAMIEL DE CABUYA NEGRA (*Agave americana L.*) Y CABUYA BLANCA (*Furcraea andina*) AROMATIZADA CON CEDRÓN (*Aloysia citriodora*) Y TORONJIL (*Melissa officinalis*)”**

Presentado por los bachilleres en Ingeniería AGROINDUSTRIAL:

**Keminy Ela CUELLAR CARLOS**

Bajo el asesoramiento del **Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio**

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

**PRESIDENTE** : Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay  
**SECRETARIO** : Dr. Ángel David Natividad Bardales  
**VOCAL** : Lic. Wilder Laureano Ulloa  
**ACCESITARIO** : Mg. Fleli Ricardo Jara Claudio

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADA por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO, quedando el sustentante APTA para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 13:00 horas.

Huánuco, 15 de 11 del 2019

  
\_\_\_\_\_  
**PRESIDENTE**

  
\_\_\_\_\_  
**SECRETARIO**

  
\_\_\_\_\_  
**VOCAL**

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado

OBSERVACIONES:

NINGUNO

---

---

---

---

---

  
PRESIDENTE

  
SECRETARIO

  
VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

---

---

---

---

---

Huánuco, \_\_\_\_ de \_\_\_\_ del 20\_\_

\_\_\_\_\_  
PRESIDENTE

\_\_\_\_\_  
SECRETARIO

\_\_\_\_\_  
VOCAL





**UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN**  
**HUÁNUCO - PERÚ**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO  
 PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

En la ciudad de Huánuco a los **15** días del mes de **Noviembre** del año **2019**, siendo las **11:00 a. m. horas** de acuerdo al Reglamento de Grados Académicos Y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias, se reunieron en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHEVAL, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° **Resolución N° 586-2019-UNHEVAL/FCA-D**, de fecha **11/09/2019**, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

**"OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DEL AGUAMIEL DE CABUYA NEGRA (*Agave americana L.*) Y CABUYA BLANCA (*Fucrea andina*) AROMATIZADA CON CEDRÓN (*Aloysia citriodora*) Y TORONJIL (*Melissa officinalis*)"**

Presentado por los bachilleres en Ingeniería AGROINDUSTRIAL:

**Diana Liada MARCOS ROSAS**

Bajo el asesoramiento del **Dr. Juan Edson Villanueva Tiburcio**

El Jurado Calificador está integrado por los siguientes docentes:

<b>PRESIDENTE</b>	:	<b>Dr. Sergio Grimaldo Muñoz Garay</b>
<b>SECRETARIO</b>	:	<b>Dr. Ángel David Natividad Bardales</b>
<b>VOCAL</b>	:	<b>Lic. Wilder Laureano Ulloa</b>
<b>ACCESITARIO</b>	:	<b>Mg. Fleli Ricardo Jara Claudio</b>

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADA por UNANIMIDAD con el cuantitativo de 17 y cualitativo de MUY BUENO, quedando el sustentante APTA para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

El acto de sustentación se dio por concluido, siendo las 13:00 horas.

Huánuco, 15 de 11 del 2019

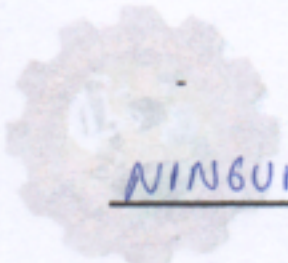
**PRESIDENTE**

**SECRETARIO**

**VOCAL**

- Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado
- Bueno (14, 15, 16) Aprobado
- Muy Bueno (17, 18) Aprobado
- Excelente (19, 20) Aprobado





NINGUNO

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO  
 PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL

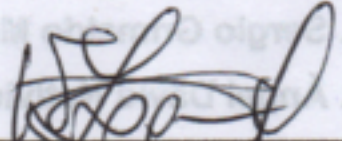
En la ciudad de Huánuco a los 18 días del mes de Noviembre del año 2019, siendo las 11:00 a.m. horas de acuerdo al Reglamento de Grados Académicos y Título Profesional de la Facultad de Ciencias Agrarias se reunió en la Sala Magna de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UNHVAL, los miembros integrantes del Jurado Calificador, nombrados mediante Resolución N° 888-2019-UNHVAL/FCA-D, de fecha 17/09/2018, para proceder con la evaluación de la sustentación de la tesis titulada:

"OBTENCIÓN DE UNA BEBIDA ALCOHÓLICA A PARTIR DEL AGUAMIÉ DE CABUYA NEGRA (Agave americana L.) Y CABUYA BLANCA (Furcraea andina) AROMATIZADA CON CEDRÓN (Aloysia citrodora) Y TORONJIL (Melissa officinalis)"

Presentado por los bachilleres en Ingeniería Agroindustrial:

  
 PRESIDENTE

  
 SECRETARIO

  
 VOCAL

LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES:

Finalizado el acto de sustentación, luego de la deliberación y verificación del calificativo por el Jurado, se obtuvo el siguiente resultado: APROBADO y cuantitativo de 1.0 quedando el sustentante con el cuantitativo de 1.0 para que se le expida el TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL.

Huánuco, 15 de 11 del 2019

Huánuco, \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ del 20\_\_

SECRETARIO

PRESIDENTE

PRESIDENTE


VOCAL

SECRETARIO

VOCAL

Deficiente (11, 12, 13) Desaprobado  
 Bueno (14, 15, 16) Aprobado  
 Muy Bueno (17, 18) Aprobado  
 Excelente (19, 20) Aprobado



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	2 de 2

Obtención de una bebida alcohólica a partir del aguamiel de cabuya negra (*Agave americana* L.) y cabuya blanca (*Furcraea andina*) aromatizada con cedrón (*Aloysia citriodora*) y toronjil (*Melissa officinalis*)

Tipo de acceso que autoriza(n) el (los) autor(es):

Marcar "X"	Categoría de Acceso	Descripción del Acceso
X	PÚBLICO	Es público y accesible al documento a texto completo por cualquier tipo de usuario que consulta el repositorio.
	RESTRINGIDO	Solo permite el acceso al registro del metadato con información básica, más no al texto completo

Al elegir la opción "Público", a través de la presente autorizo o autorizamos de manera gratuita al Repositorio Institucional – UNHEVAL, a publicar la versión electrónica de esta tesis en el Portal Web [repositorio.unheval.edu.pe](http://repositorio.unheval.edu.pe), por un plazo indefinido, consintiendo que con dicha autorización cualquier tercero podrá acceder a dichas páginas de manera gratuita, pudiendo revisarla, imprimirla o grabarla, siempre y cuando se respete la autoría y sea citada correctamente.

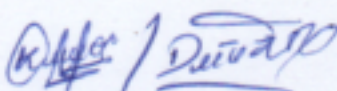
En caso haya(n) marcado la opción "Restringido", por favor detallar las razones por las que se eligió este tipo de acceso:

Asimismo, pedimos indicar el período de tiempo en que la tesis tendría el tipo de acceso restringido:


- ( ) 1 año
- ( ) 2 años
- ( ) 3 años
- ( ) 4 años

Luego del período señalado por usted(es), automáticamente la tesis pasará a ser de acceso público.

Fecha de firma: 28/11/19

Firma del autor y/o autores: 



UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZAN		REGLAMENTO DE REGISTRO DE TRABAJOS DE INVESTIGACIÓN PARA OPTAR GRADOS ACÁDEMICOS Y TÍTULOS PROFESIONALES			
VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN		RESPONSABLE DEL REPOSITORIO INSTITUCIONAL UNHEVAL	VERSION	FECHA	PAGINA
		OFICINA DE BIBLIOTECA CENTRAL	0.0	06/01/2017	1 de 2

## ANEXO 2

### AUTORIZACIÓN PARA PUBLICACIÓN DE TESIS ELECTRÓNICAS DE PREGRADO

#### 1. IDENTIFICACIÓN PERSONAL (especificar los datos de los autores de la tesis)

Apellidos y Nombres: Cuellar Carlos, Keminy Ela

DNI: 72153699 Correo electrónico: ckeminy@gmail.com

Teléfonos: Casa - Celular 925589363 Oficina -

Apellidos y Nombres: Marcos Rosas, Diana Liada

DNI: 47712693 Correo electrónico: diana020593@hotmail.com

Teléfonos: Casa - Celular 930187087 Oficina -

Apellidos y Nombres: \_\_\_\_\_

DNI: \_\_\_\_\_ Correo electrónico: \_\_\_\_\_

Teléfonos: Casa \_\_\_\_\_ Celular \_\_\_\_\_ Oficina \_\_\_\_\_

#### 2. IDENTIFICACIÓN DE LA TESIS

Pregrado	
Facultad de:	<u>Ciencias Agrarias</u>
E. P. :	_____

Título Profesional obtenido:

Ingeniero Agroindustrial

Título de la tesis: