

Preparation of a fermented beverage from blue Agave (Agave americano) in the Canton of La Maná.

Elaboración de una bebida fermentada a partir del Agave azul (Agave americano) en el Cantón La Maná

Autores:

Andi-Grefa, Nilo Fabricio
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ
Estudiante

La Maná – Ecuador



nilo.andi9486@utc.edu.ec

 <https://orcid.org/0009-0006-0322-1089>

Guaman-Cunuhay, Lucy Maribel
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ
Estudiante

La Maná – Ecuador



lucy.guaman5676@utc.edu.ec

 <https://orcid.org/0009-0007-6249-3399>

Ing. Carrera-Borja, Washington Xavier, MSc.
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE COTOPAXI EXTENSIÓN LA MANÁ
Docente Tutor de la carrera de Agroindustria

La Maná – Ecuador



washington.carrera3625@utc.edu.ec

 <https://orcid.org/0000-0002-9237-756>

Fechas de recepción: 07-DIC-2024 aceptación: 7-ENE-2025 publicación: 31-MAR-2025



<https://orcid.org/0000-0002-8695-5005>

<http://mqrinvestigar.com/>



Resumen

El presente estudio se enfoca en la elaboración de una bebida fermentada a partir del Agave azul (*Agave americana*), resaltando su potencial en la industria de bebidas alcohólicas. El objetivo principal fue desarrollar una formulación de bebida fermentada utilizando el Agave azul, empleando 50 litros de mosto de agave y 25 gramos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) en un proceso que incluyó cocción, fermentación, destilación y análisis fisicoquímico y sensorial. Los resultados obtenidos demostraron que la formulación presentó un perfil fisicoquímico y sensorial favorable, caracterizado por un contenido de alcohol de 44%, un contenido de metanol de 5.42 mg/100 cm³, un nivel de furfural menor a 0.01 mg/100 cm³, un contenido de sólidos totales de 0.01%, un pH de 4.21 y una concentración de sólidos solubles de 14.50% (Grados Brix). Además, el análisis sensorial destacó la calidad del producto en términos de olor y color, con promedios de 5.9 y 7.4, respectivamente. La evaluación de la concentración de ácido gálico mostró un porcentaje promedio de 3.62%, con una absorbancia promedio de 0.02 y una desviación estándar de 0.003. En conjunto, estos resultados sugieren que la formulación de la bebida fermentada a partir del Agave azul es viable y presenta características fisicoquímicas y sensoriales favorables, lo que la convierte en una opción promisorio para la industria de bebidas alcohólicas.

Palabras clave: Agave azul; Bebida fermentada; Industria alcohólica; Análisis fisicoquímico



Abstract

This study focuses on the production of a fermented beverage from blue Agave (*Agave americana*), highlighting its potential in the alcoholic beverage industry. The main objective was to develop a fermented beverage formulation using blue agave, employing 50 liters of agave must and 25 grams of yeast (*Saccharomyces cerevisiae*) in a process that included cooking, fermentation, distillation, and physicochemical and sensory analysis. The results obtained showed that the formulation presented a favorable physicochemical and sensory profile, characterized by an alcohol content of 44%, a methanol content of 5.42 mg/100 cm³, a furfural level of less than 0.01 mg/100 cm³, a total solids content of 0.01%, a pH of 4.21 and a soluble solids concentration of 14.50% (Brix degrees). In addition, sensory analysis highlighted the quality of the product in terms of odor and color, with averages of 5.9 and 7.4, respectively. The evaluation of gallic acid concentration showed an average percentage of 3.62%, with an average absorbance of 0.02 and a standard deviation of 0.003. Taken together, these results suggest that the formulation of the fermented beverage from blue Agave is viable and exhibits favorable physicochemical and sensory characteristics, making it a promising option for the alcoholic beverage industry.

Keywords: Blue agave; Fermented beverage; Alcoholic industry; Physicochemical analysis



Introducción

La relación del ser humano con el alcohol se remonta a millones de años y sigue siendo relevante en la actualidad. A lo largo de la historia, el alcohol ha tenido diversas aplicaciones, como analgésico, desinfectante y sustancia psicotrópica (Villacís, Santiana, Flores, & Guamán, 2021). En este contexto, el Agave americana se destaca como una planta clave en la producción de diversas bebidas alcohólicas, gracias a sus propiedades y su versatilidad en la industria (Santander, Toapanta, & Arcos, 2022).

El Agave americana, conocido también por diversos nombres como cabuya, paqpa, pita, maguey, penca, cabuyera, henequén, cardón o chuchau en quechua, es una especie perteneciente a la familia de las Agaváceas. La planta, que puede alcanzar entre 1,5 y 2 metros de altura, se caracteriza por tener hojas dispuestas en una roseta densa, lanceoladas y acuminadas, que miden entre 1 y 3 metros de largo (Sierra; et al, 2022). Las hojas, de consistencia coriácea, son gruesas y poseen espinas en sus bordes. Algunas presentan una tonalidad glauca en su superficie, con líneas pálidas distribuidas en hileras (Ochoa, 2023).

Figura 1.

Cabuya (Agave americano)



Fuente: Tomado de (Villacís et al., 2021).

Comparado con otras especies del reino vegetal, el Agave americana se distingue por su versatilidad, ya que se le atribuyen más de cien usos, entre los cuales se encuentran la preparación de mezcal, tequila y pulque, así como la obtención de productos como concentrados de aguamiel, jarabe, mieles, shampoo, jabones, vinagre, forraje, fibra para artesanías, extractos medicinales, esteroides e incluso insulina (Otavalo, 2023). En Ecuador,

esta planta es fundamental para la supervivencia de las comunidades indígenas, que la consideran una “planta de las mil maravillas”. Además de sus aplicaciones tradicionales en la delimitación de territorios y la prevención de la erosión, las hojas del agave, ricas en saponinas, se utilizan en procesos de lavado, y sus restos sirven como alimento para el ganado vacuno en las zonas cálidas y secas de los valles interandinos, en provincias como Cotopaxi, Tungurahua y Chimborazo (Caiza & De la Cruz, 2022).

Al revisar la literatura relacionada, se encuentran varios antecedentes relevantes para esta investigación. Un estudio destacado es el de Ruiz (2024), titulado “Elaboración de bebida alcohólica a partir de aguamiel de cabuya, con levadura aislada del Bosque nativo Pungalá”, en el que se desarrolló una bebida alcohólica utilizando aguamiel de cabuya como materia prima y levaduras nativas, comerciales y aisladas. El diseño experimental fue completamente aleatorio y se evaluaron características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y económicas. Los resultados mostraron que el aguamiel presentó 15,84° Brix y 7,97% de azúcares reductores, encontrándose diferencias significativas en los niveles de alcohol, metanol y ésteres. Los resultados cumplieron con la norma INEN 1837, aunque se detectaron niveles microbiológicos elevados en la muestra con levadura aislada (T3). Sensorialmente, la muestra T1 obtuvo la mejor puntuación, con un beneficio/costo de 1,28, lo que confirma que el aguamiel de cabuya es un recurso viable para la producción de bebidas alcohólicas.

Por otro lado, Otavalo (2023), en su estudio “Elaboración de una bebida fermentada a base de miel de agave y su aplicación en la coctelería moderna”, investigó la creación de una bebida fermentada a partir del pulque de agave, utilizando la levadura Lalvin EC-1118, con el objetivo de innovar en la coctelería moderna a través de la elaboración de bebidas de autor. En este estudio, se evaluaron tres formulaciones con diferentes proporciones de agave (75%, 50% y 25%) en relación al agua, enfocándose en las características organolépticas como el aroma y el sabor. Se implementaron estrictas normas de higiene para garantizar la inocuidad del producto, y se controló meticulosamente el proceso de fermentación. Los resultados sugieren que el pulque, tradicionalmente subestimado, puede ser revalorizado como base para cócteles creativos en la gastronomía moderna.

Este panorama resalta el potencial del agave, no solo como una planta con múltiples aplicaciones, sino también como un recurso valioso en la industria de bebidas alcohólicas, lo



que abre nuevas posibilidades tanto en el ámbito tradicional como en el moderno (Viteri & Proaño, 2021). En este contexto, el objetivo de la presente investigación es la elaboración de una bebida fermentada a partir del agave azul (Agave americana) (Lozano, 2023). Se busca identificar las características fisicoquímicas, sensoriales y económicas de las bebidas obtenidas de este recurso, con el fin de evaluar su viabilidad en la industria y su potencial como una alternativa innovadora en el mercado de bebidas alcohólicas.

Materiales y Métodos

En este estudio, se desarrolló una formulación de bebida fermentada empleando los siguientes materiales y procedimientos:

Los ingredientes utilizados en la formulación de la bebida fermentada a partir del Agave azul fueron los siguientes:

Tabla 1.

Descripción de ingredientes para la formulación

Mosto de Agave	50 litros
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	25 gramos

Los equipos utilizados durante el proceso de elaboración fueron los siguientes:

Tabla 2.

Descripción de equipos y su uso

Potenciómetro (Bante 210)	Para medición de pH y sólidos totales.
Refractómetro (Bueco)	Para medición de grados Brix.
Alcoholímetro (Anton Para Snap 41)	Para medir los grados de alcohol.
Destilador (Bante Instruments)	Para destilar el mosto de agave.
Cuchillo	Utilizado para cortar el agave y extraer el mosto.
Olla	Recipiente para la cocción del mosto.
Probeta	Para medir los líquidos.
Balanza	Para medir las cantidades de ingredientes.
Recipientes	Para la fermentación y almacenamiento.
Envases	Para almacenamiento o comercialización.
Vaso precipitado	Utilizado para mediciones adicionales.



Métodos

El proceso de formulación para la elaboración de tequila a partir de Agave se desarrolla mediante los siguientes pasos:

1. Selección y extracción del agave: Se seleccionan plantas de agave maduras, que han acumulado suficiente savia. A continuación, se corta la parte superior de la planta para la obtención de la savia. Se realiza una cavidad en el centro de la piña expuesta, donde se acumula la savia, también conocida como “chawarmishky”. Después, se filtra para eliminar las impurezas o residuos. Luego, se utilizan 50 litros de esta savia extraída para comenzar la elaboración del mosto. Se agrega 25 gramos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) al mosto para dar inicio al proceso de fermentación, utilizando los recipientes adecuados.
2. Cocción del mosto: Consiste en cocer el mosto a una temperatura controlada de 90-95°C, lo que favorece la conversión de los azúcares presentes en el agave. Durante esta fase, se emplean herramientas como la olla, probeta y balanza para medir y controlar las condiciones del proceso.
3. Fermentación: Tras la cocción, el mosto se deja fermentar durante 4 días en recipientes adecuados. Durante este proceso, la levadura convierte los azúcares en alcohol. La fermentación es monitoreada utilizando un refractómetro para medir los grados Brix y un alcoholímetro para determinar los grados de alcohol.
4. Destilación: Una vez completada la fermentación, el mosto es sometido a destilación utilizando un destilador, para separar el alcohol del resto del líquido. Durante la destilación, se emplean equipos como un potenciómetro para medir el pH y los sólidos totales del mosto, asegurando la calidad y pureza del producto final.
5. Análisis fisicoquímico: Se realizaron mediciones detalladas de parámetros como el contenido de alcohol, metanol, furfural, contenido de pH, la concentración de sólidos, los grados Brix y los grados de alcohol, con el fin de evaluar la calidad y estabilidad de la bebida alcohólica a lo largo del tiempo.
6. Evaluación sensorial: Tras la elaboración de la bebida alcohólica, se realizó una evaluación sensorial comparando la formulación con dos muestras comerciales compradas. La evaluación se centró en tres características sensoriales clave: olor, color y



sabor. Para este análisis, participaron 60 evaluadores, quienes calificaron la aceptabilidad en un rango del 1 al 9. La escala se muestra en la tabla 3.

Tabla 3.

Escala de evaluación sensorial

Puntaje	Categoría
1	Me disgusta extremadamente
2	Me disgusta mucho
3	Me disgusta moderadamente
4	Me disgusta levemente
5	No me gusta ni me disgusta
6	Me gusta levemente
7	Me gusta moderadamente
8	Me gusta mucho
9	Me gusta extremadamente

7. Curva de polifenoles: Se trazó una curva de polifenoles para observar cómo la concentración de estos compuestos variaba durante el proceso de elaboración de la bebida alcohólica. El análisis permitió determinar la estabilidad de los polifenoles a lo largo de las diferentes etapas de producción, desde la obtención del mosto hasta la destilación.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados obtenidos del proceso de elaboración de la bebida fermentada a partir del Agave azul (Agave americano).

Formulación de la bebida fermentada a partir del Agave azul (Agave americano)

Se preparó una formulación de tequila utilizando 50 litros de mosto de agave y 25 gramos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). El proceso incluyó la cocción del mosto a una temperatura de 90-95°C para convertir los almidones en azúcares fermentables, seguida de una fermentación de 4 días.

Tabla 4.

Formulación de la bebida fermentada a partir del Agave azul (Agave americano)

Ingrediente	Cantidad
Mosto de Agave	50 litros
Levadura (<i>Saccharomyces cerevisiae</i>)	25 gramos
Cocción	T° 90-95°C
Fermentación	4 días

Resultados del análisis fisicoquímico

Una vez elaborado el producto, la muestra fue enviada al laboratorio Multianálityca S.A. para realizar el análisis del contenido de alcohol y otros compuestos. Los resultados obtenidos indicaron un contenido de alcohol de 44% determinado mediante el método alcoholímetro vidrio (NTE INEN 340:2016). Además, se detectó un contenido de metanol de 5.42 mg/100 cm³, un nivel de furfural menor a 0.01 mg/100 cm³, y un pH de 4.21. Los sólidos totales fueron de 0.01% y los sólidos solubles, medidos en grados Brix, fueron de 14.50%. Todos los parámetros fueron analizados conforme a los métodos internos establecidos y las normas de referencia correspondientes.

Tabla 5.

Informe de Resultados fisicoquímicos en la formulación de la bebida fermentada a partir

del Agave azul (Agave americano)

Descripción	Tequila de penco	Contenido declarado	250 ml	
Características de la muestra				
Color	Característico	Olor	Característico	
Estado	Líquido	Conservación	Ambiente	
Temperatura de la muestra	Ambiente			
Resultado Instrumental				
Parámetro	Resultado	Unidad	Método Interno	Método de referencia
Contenido de alcohol	44	%	MIN-06	NTE INEN 340:2016 / Método alcoholímetro vidrio
Metanol	5.42	Mg/100 cm ³ AA	MIN-24	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Furfural	< 0.01	Mg/100 cm ³ AA	MIN-88	NTE INEN 2014:2015/ CG-FID
Sólidos totales	0.01	%	MFQ-110	AOAC 920.151/ Gravimetría
pH	4.21	(T: 20.0°C) Unidades de pH	MFQ-333	NTE INEN 3167:2019/ Electrometría
Sólidos Solubles (Grados Brix)	14.5	%	MFQ-17	AOAC 932.12/ Refractometría

Resultados Organolépticos

Una vez confirmado el contenido de alcohol, se llevó a cabo el análisis sensorial del producto. A continuación, se presentan los resultados del análisis sensorial del tequila, comparando la muestra propia con dos muestras comerciales en la Tabla 6.

Tabla 6.

Resultados organolépticos y de aceptación general

N°	OLOR			COLOR			SABOR			ACEPTACIÓN					
	100	200	300	N°	100	200	300	N°	100	200	300	N°	100	200	300
1	8	2	7	1	8	8	8	1	8	1	7	1	8	5	3
2	7	8	7	2	8	8	8	2	6	7	5	2	7	8	8
3	7	5	9	3	8	8	8	3	6	3	8	3	4	3	7
4	6	5	8	4	8	8	8	4	7	5	9	4	6	3	9
5	5	7	6	5	4	6	6	5	8	5	4	5	8	5	4
6	3	3	5	6	3	4	3	6	3	4	5	6	5	5	5
7	5	5	5	7	5	5	5	7	3	4	6	7	3	4	6
8	6	4	7	8	7	7	7	8	5	5	6	8	7	6	7
9	9	4	8	9	9	8	9	9	7	4	8	9	8	4	7
10	6	6	8	10	7	7	7	10	7	6	8	10	7	6	7
11	9	6	9	11	8	6	9	11	9	5	9	11	9	6	9
12	7	6	6	12	9	9	9	12	6	7	9	12	6	6	9
13	8	7	9	13	7	8	8	13	6	8	9	13	8	7	9
14	7	8	7	14	8	8	8	14	2	6	8	14	7	5	5
15	4	6	6	15	7	8	8	15	5	7	6	15	6	7	7
16	6	8	9	16	6	6	6	16	5	6	6	16	5	7	7
17	8	4	9	17	9	9	9	17	5	7	9	17	7	6	9
18	6	8	9	18	6	6	6	18	6	6	8	18	7	5	8
19	9	4	9	19	9	9	9	19	5	7	9	19	7	7	9
20	8	7	7	20	9	9	9	20	5	5	6	20	5	6	6
21	6	7	7	21	9	9	9	21	5	5	5	21	5	6	6
22	7	7	9	22	8	8	8	22	9	8	6	22	8	7	6
23	8	5	8	23	7	7	9	23	9	8	6	23	8	7	8
24	7	8	3	24	8	8	8	24	6	7	8	24	6	6	5
25	3	5	5	25	8	8	8	25	3	4	6	25	3	5	8
26	7	8	8	26	7	7	8	26	5	6	8	26	6	6	6
27	5	8	9	27	6	9	9	27	1	9	9	27	2	7	9
28	7	6	9	28	8	8	8	28	7	8	9	28	8	8	9
29	6	5	7	29	8	8	8	29	6	7	8	29	5	6	8
30	2	4	4	30	5	5	5	30	1	3	3	30	1	3	4
31	5	5	9	31	7	7	7	31	4	5	5	31	5	5	9
32	6	7	4	32	9	9	9	32	6	8	4	32	7	6	5
33	6	4	5	33	7	8	8	33	5	7	5	33	6	7	8
34	7	4	7	34	8	6	8	34	7	6	7	34	8	6	6
35	7	8	8	35	8	8	8	35	5	6	7	35	4	5	7
36	5	7	5	36	9	9	9	36	8	9	3	36	5	8	3
37	5	4	2	37	5	5	5	37	2	4	5	37	2	2	3
38	5	5	3	38	5	5	5	38	3	4	3	38	3	4	4
39	5	6	4	39	5	5	5	39	5	5	4	39	5	6	5
40	7	5	5	40	8	7	6	40	7	7	4	40	6	5	5
41	6	8	9	41	8	9	8	41	6	9	5	41	4	6	5
42	8	8	8	42	8	8	8	42	6	6	7	42	4	6	7
43	5	4	5	43	6	6	6	43	4	7	6	43	1	4	3
44	4	7	6	44	7	7	7	44	1	7	3	44	2	5	6
45	6	6	8	45	5	5	8	45	6	6	7	45	4	5	7
46	8	7	8	46	9	7	7	46	4	6	6	46	5	6	6
47	8	8	7	47	9	9	8	47	8	8	9	47	5	9	9
48	8	5	1	48	7	7	7	48	9	6	5	48	6	5	3
49	2	4	9	49	9	9	9	49	8	8	9	49	6	7	9
50	6	5	8	50	5	8	8	50	6	8	8	50	5	6	8
51	8	7	2	51	8	8	8	51	4	7	2	51	5	6	3
52	8	6	8	52	8	7	7	52	4	8	8	52	4	8	7
53	6	6	5	53	5	6	6	53	6	8	7	53	6	8	7
54	3	4	9	54	3	4	9	54	3	4	9	54	3	4	8
55	6	5	6	55	6	6	6	55	5	5	5	55	7	9	5
56	5	7	8	56	5	9	6	56	7	9	8	56	2	6	5
57	6	6	8	57	8	8	8	57	7	8	8	57	3	7	8
58	6	6	8	58	8	8	7	58	6	7	8	58	7	7	7
59	6	9	4	59	9	9	9	59	5	8	5	59	2	6	6
60	4	7	5	60	9	9	9	60	8	9	4	60	5	8	5
	6.2	5.9	6.7		7.2	7.4	7.5		5.5	6.3	6.5		5.3	5.9	6.5

Según la tabla 6, el producto propio (200) destaca en olor y color, con promedios de 5.9 y 7.4, respectivamente. Sin embargo, el sabor es el área más variable, con un promedio de 6.3, lo que indica que algunos consumidores podrían preferir una mejora en este atributo.



Comparado con los productos comerciales, el producto comercial (100) presenta una mayor variabilidad en sus puntuaciones. En cuanto al olor, las puntuaciones van de 5 a 9, con un promedio de 6.8, lo que indica una aceptación generalmente positiva, pero con más fluctuaciones en la percepción. Para el color, las puntuaciones oscilan entre 6 y 9, con un promedio de 7.4, lo que refleja una buena aceptación general. En cuanto al sabor, las puntuaciones varían de 4 a 9, con un promedio de 6.5, lo que muestra una aceptación similar a la de mi producto, aunque con algunas críticas más bajas.

Por otro lado, el producto comercial (300) también presenta una buena aceptación, pero con una mayor dispersión en las respuestas. El olor tiene puntuaciones entre 5 y 9, con un promedio de 7.1, lo que refleja una buena acogida, aunque con algo más de variabilidad en comparación con mi producto. Para el color, las puntuaciones varían entre 5 y 9, con un promedio de 7.0, lo que también indica una aceptación positiva, pero con mayor fluctuación. Finalmente, el sabor tiene puntuaciones que van de 3 a 9, con un promedio de 6.0, lo que muestra una aceptación ligeramente más baja que tanto mi producto como el producto comercial (100).

En términos generales, el Producto 100 tiene un promedio de 5.3, con puntuaciones que varían entre 1 y 9, mostrando una amplia dispersión en las respuestas. El Producto 200 tiene un promedio de 5.9, con puntuaciones entre 2 y 9, indicando una aceptación ligeramente superior al Producto 100, pero también con variabilidad en las puntuaciones. El Producto 300 tiene un promedio de 6.5, con puntuaciones entre 3 y 9, indicando una aceptación general positiva, aunque con dispersión en las respuestas.

Resultados de la Determinación de Ácido Gálico en Muestras de Bebidas Alcohólicas

Tabla 7.

Determinación de la concentración de ácido gálico mediante espectrofotometría en las bebidas alcohólicas



Conc ppm (mg/l)	Absorbancia nm
1	0.008
5	0.018
10	0.034
25	0.059
50	0.06
75	0.091
100	0.106
250	0.429
500	0.859
1000	1.682

La tabla 8 representa una curva de calibración para determinar la concentración de ácido gálico en la muestra. En esta curva, la concentración de ácido gálico (expresada en ppm o mg/l) se relaciona directamente con la absorbancia medida a una longitud de onda de 750 nm. La absorbancia aumenta a medida que la concentración de ácido gálico aumenta, lo que sugiere que hay una relación lineal entre ambas variables.

Figura 2.

Curva de calibración (Concentración de ácido gálico vs. Absorbancia).

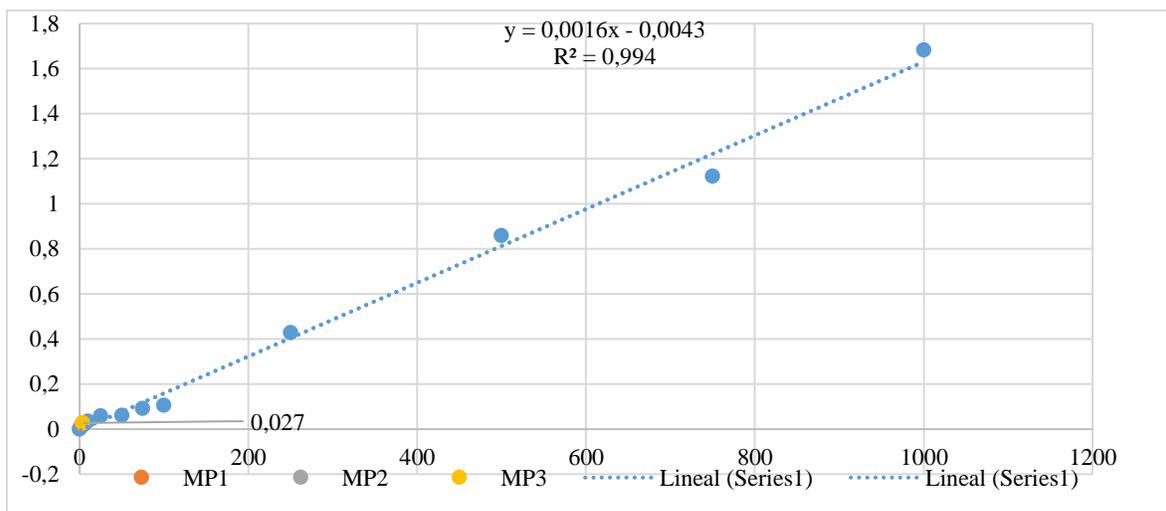


Tabla 8.

Resultados de la concentración de ácido gálico en muestras de bebidas fermentadas espectrofotometría



Muestra	% Conc mg ácido gálico/100 ml)	Conc mg ácido gálico/100 ml)	Absorbancia (nm)	Desviación estándar (mg ácido gálico/100 ml)
MP1	3.29	16.44	0.022	0.003
MP2	3.66	18.31	0.025	
MP3	3.91	19.56	0.027	
Promedio	3.62		0.02	

Disolvente (uL) 1000

Muestra (uL) 500

Ecuación de la recta de calibración:

- $y = 0.0016x - 0.0043$
- **m (pendiente) = 0.0016**
- **b (intersección) = - 0.0043**

Como se puede evidenciar en la tabla anterior, se analizaron las tres muestras de bebidas alcohólicas para determinar la concentración de ácido gálico mediante espectrofotometría. Los valores de absorbancia obtenidos fueron correlacionados con las concentraciones conocidas de ácido gálico utilizando una curva de calibración. Los resultados obtenidos para las muestras fueron:

- **MP1:** Concentraciones de 16.44 mg ácido gálico/100ml, correspondiente a 3.29% de ácido gálico con una absorbancia de 0.022.
- **MP2:** Concentraciones de 18.31 mg ácido gálico/100ml, correspondiente a 3.66% de ácido gálico con una absorbancia de 0.025.
- **MP3:** Concentraciones de 19.56 mg ácido gálico/100ml, correspondiente a 3.91% de ácido gálico con una absorbancia de 0.027.

En este caso, se utilizó un volumen de 1000 μ L de disolvente y 500 μ L de muestra, lo que diluyó la concentración de ácido gálico en la muestra. Sin embargo, la baja variabilidad en las mediciones sugiere que la dilución no afectó significativamente los resultados. El promedio de concentración de ácido gálico en las muestras fue 3.62 mg/100 ml. La



desviación estándar de las concentraciones fue de 0.003, indicando una baja variabilidad en las mediciones.

La ecuación de la recta de calibración fue: $y = 0.0016x - 0.0043$, donde la pendiente (m) es 0.0016 y la intersección (b) es -0.0043. Esta ecuación permite correlacionar las absorbancias medidas con las concentraciones conocidas de ácido gálico. En general, los resultados indican que las muestras de bebidas alcohólicas analizaron tienen una concentración de ácido gálico baja y consistente, lo que sugiere una buena calidad y uniformidad en la producción de estas bebidas.

Discusión

La formulación de la bebida fermentada a partir del Agave azul (Agave americano) se realizó utilizando 50 litros de mosto de agave y 25 gramos de levadura (*Saccharomyces cerevisiae*). Este proceso de fermentación es similar al utilizado por Otavalo (2023) en la producción de tequila. Sin embargo, es importante destacar que la proporción de mosto de agave y levadura utilizada en este estudio es diferente a la utilizada en la producción de tequila, lo que puede afectar las características finales de la bebida. En este sentido, se sugiere que la formulación de la bebida puede ser ajustada para mejorar su calidad y sabor.

En cuanto al análisis fisicoquímico, los resultados obtenidos en este estudio muestran un contenido de alcohol de 44%, lo que se ajusta a los estándares establecidos por la normativa ecuatoriana (NTE INEN 340:2016), lo cual se corrobora con los hallazgos de Villacís et al. (2021), quienes reportan un contenido de alcohol de 40-50% en bebidas alcohólicas elaboradas a partir del dulce de cabuya. Por lo tanto, la consistencia en el contenido de alcohol sugiere que la bebida puede ser producida de manera reproducible y con calidad constante.

Además, la evaluación sensorial realizada muestra que la bebida fermentada tiene un olor y sabor agradables, lo que se ajusta a las expectativas de los consumidores; y se corrobora con los resultados de Caiza & De la Cruz (2022), quienes reportan que las bebidas isotónicas elaboradas a partir del extracto de Agave (Agave Americana L) tienen un sabor y olor agradables. En consecuencia, la evaluación sensorial sugiere que la bebida puede ser aceptada por los consumidores y tener un buen potencial comercial.

En relación con la curva de polifenoles, los resultados obtenidos en este estudio muestran una relación lineal entre la concentración de ácido gálico y la absorbancia medida, lo que se

ajusta a las expectativas y concuerda con los hallazgos de Ruiz (2024), quien reporta una relación lineal entre la concentración de polifenoles y la absorbancia medida en bebidas alcohólicas elaboradas a partir del aguamiel de cabuya. Por lo tanto, la curva de polifenoles sugiere que la bebida cuenta con propiedades antioxidantes y beneficios para la salud.

Los compuestos fenólicos, especialmente los polifenoles, son reconocidos por su capacidad antioxidante en los vegetales, sin embargo, la investigación acerca de cómo la deshidratación afecta estos compuestos y su capacidad antioxidante es limitada, siendo crucial, ya que el proceso de deshidratación podría alterar la concentración como la efectividad de los polifenoles. Además, el pardeamiento no enzimático, como las reacciones de Maillard, está asociado con una alta capacidad antioxidante debido a la formación de melanoidinas, por lo que estos procesos influyen específicamente en la integridad y funcionalidad de los polifenoles durante el tratamiento térmico (García, 2016).

Finalmente, los resultados obtenidos en este estudio muestran que la bebida fermentada elaborada a partir del Agave azul (Agave americano) tiene características fisicoquímicas y sensoriales agradables, que se ajustan a las expectativas y se corrobora con los hallazgos de los autores. Por lo tanto, se sugiere que la bebida puede ser una alternativa viable y saludable para los consumidores.

Conclusiones

La bebida fermentada elaborada a partir del Agave azul (Agave americano) es una alternativa viable y saludable para los consumidores. Los resultados obtenidos en este estudio muestran que la bebida tiene características fisicoquímicas y sensoriales agradables, lo que la hace apta para el consumo. En particular, la bebida presenta un contenido de alcohol de 44%, lo que se ajusta a los estándares establecidos por la normativa ecuatoriana.

Además, la consistencia en el contenido de alcohol, la evaluación sensorial positiva y la curva de polifenoles sugieren que la bebida puede ser producida de manera reproducible y con calidad constante, y tener un buen potencial comercial, lo cual se debe a que la evaluación sensorial realizada muestra que la bebida tiene un olor y sabor agradables, lo que se ajusta a las expectativas de los consumidores.

Por otro lado, la formulación de la bebida puede ser ajustada para mejorar su calidad y sabor. Se sugiere que la bebida puede tener propiedades antioxidantes y beneficios para la salud



debido a su contenido de polifenoles, lo cual es especialmente relevante en la actualidad, dado que los consumidores están buscando productos que no solo sean saludables sino también que ofrezcan beneficios específicos, como las propiedades antioxidantes proporcionadas por los polifenoles.

En consecuencia, los resultados obtenidos en este estudio sugieren que la bebida fermentada elaborada a partir del Agave azul (Agave americano) es una opción saludable y agradable para los consumidores, y que puede ser considerada como una alternativa viable en el mercado de bebidas alcohólicas.

Referencias bibliográficas

Caiza, J., & De la Cruz, C. (2022). *Caracterización de una bebida isotónica elaborada a partir del extracto de Agave (Agave Americana L) y Mortiño (Vaccinium Floribundum Kunth)*. Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi. Obtenido de <http://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/10450>

García, M. (2016). *Contenido en antocianos y compuestos fenolicos en diferentes frutos frescos y deshidratados*. Universidad Miguel Hernandez de Elche. Obtenido de <https://dspace.umh.es/bitstream/11000/2914/1/TFM%20Garc%C3%ADa%20Pastor%2C%20Mar%C3%ADa%20Emma.pdf>

Lozano, H. (2023). *“Utilización De La Miel De Penca En La Elaboración De Una Bebida Hidratante De Coco”*. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/19090/1/27T00632.pdf>

Ochoa, H. (2023). *Estudio de prefactibilidad para la instalación de una planta de producción de jalea a partir de la cabuya (agave americana l.) en Ayacucho*. Tesis de grado, Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. Obtenido de <https://repositorio.unsch.edu.pe/server/api/core/bitstreams/7932d5f6-3037-4f60-813d-721f3a4046fd/content>

Otavalo, J. (2023). *Elaboración de una bebida fermentada a base de miel de agave y su aplicación en la Coctelería Moderna*. Tesis de grado, Universidad de Cuenca. Obtenido de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/43430>



Ruiz, C. (2024). *Elaboracion De Bebida Alcoholic A Partir De Aguamiel De Cabuya, Con Levadura Aislada Del Bosque Nativo Pungalá*. Tesis de grado, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Obtenido de <http://dspace.esoch.edu.ec/handle/123456789/21782>

Santander, A., Toapanta, C., & Arcos, A. (2022). *Análisis del uso aplicado del Miske-Agave en San Antonio de Pichincha del cantón Quito en el Ecuador*. Instituto Tecnológico Universitario Rumiñahui. Obtenido de <https://revista.ister.edu.ec/ojs/index.php/ISTER/article/view/28>

Sierra; et al. (2022). *Plantas De Alta Montaña En El Corredor Biológico Nevados De Chillán - Laguna Del Laja*. Obtenido de <https://www.corma.cl/wp-content/uploads/2023/03/Guia-Plantas-de-Alta-Montana-2022-WEB.pdf>

Villacís, A., Santiana, C., Flores, L., & Guamán, D. (2021). Diseño de un proceso industrial para la elaboración de una bebida alcohólica a partir del dulce de cabuya (agave americano). *Polo del conocimiento*, 6(12), 1446-1501. doi:10.23857/pc.v6i12.3452

Viteri, A., & Proaño, B. (2021). *Plan de internacionalización para los productores de licor de agave del cantón de nabón “don capelo” & “don isaac”*. Universidad de Azuay. Obtenido de https://dspace.uazuay.edu.ec/bitstream/datos/10872/1/16413_esp.pdf



Conflicto de intereses:

Los autores declaran que no existe conflicto de interés posible.

Financiamiento:

No existió asistencia financiera de partes externas al presente artículo.

Nota:

El artículo no es producto de una publicación anterior.

