



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FISIQUÍMICOS,
PARA LA CUALIFICACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES EN
AGUARDIENTE ARTESANAL MEDIANTE NORMATIVA INEN 1837

VASQUEZ TAIPE LUIS ANTHONY
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD
FISICOQUÍMICOS, PARA LA CUALIFICACIÓN DE ALCOHOLES
SUPERIORES EN AGUARDIENTE ARTESANAL MEDIANTE
NORMATIVA INEN 1837

VASQUEZ TAPE LUIS ANTHONY
INGENIERO EN ALIMENTOS

MACHALA
2022



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y DE LA SALUD

CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS

EXAMEN COMPLEXIVO

ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS, PARA LA
CUALIFICACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES EN AGUARDIENTE ARTESANAL
MEDIANTE NORMATIVA INEN 1837

VASQUEZ TAÍPE LUIS ANTHONY
INGENIERO EN ALIMENTOS

SANCHEZ SANCHEZ JUAN GABRIEL

MACHALA, 18 DE FEBRERO DE 2022

MACHALA
18 de febrero de 2022

ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FÍSICOQUÍMICOS, PARA LA CUALIFICACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES EN AGUARDIENTE ARTESANAL MEDIANTE NORMATIVA INEN 1837

por Luis Anthony Vásquez Taipe

Fecha de entrega: 10-feb-2022 07:32p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1759657938

Nombre del archivo: TRABAJO_CPLX-ANTHONY_VASQUEZ_TUNINTIN.docx (418.43K)

Total de palabras: 4929

Total de caracteres: 28076

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, VASQUEZ TAIPE LUIS ANTHONY, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado ESTUDIO DE LOS PARÁMETROS DE CALIDAD FISICOQUÍMICOS, PARA LA CUALIFICACIÓN DE ALCOHOLES SUPERIORES EN AGUARDIENTE ARTESANAL MEDIANTE NORMATIVA INEN 1837, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 18 de febrero de 2022



VASQUEZ TAIPE LUIS ANTHONY
0706438587

DEDICATORIA.

El presente trabajo se lo dedico en primer lugar a Dios y luego a mis padres: la Sra. Dayse Lourdes Taipe Prieto y el Sr. Luis Germán Vasquez Ordóñez ya que este logro también se lo ameritan por el esfuerzo que han realizado brindándome apoyo económico en mis estudios como también el apoyo emocional que nunca me faltó, de igual manera a mi abuelita tanto materna como paterna quienes siempre estuvieron para mí en todo momento.

Luis Anthony Vasquez Taipe

AGRADECIMIENTO.

A Dios, por brindarme salud y permitirme cumplir paulatinamente las metas que me he propuesto en el trayecto de mi vida.

A mis padres, por inculcarme buenas enseñanzas con el fin de ser un ciudadano con eminentes valores éticos. Además, la mejor herencia que puedo tener de mis padres es mi formación personal y profesional; en pocas palabras, son mis pilares fundamentales y gran ejemplo a seguir.

A mis abuelitas, por brindarme ese apoyo emocional y grandes consejos que de niño necesitaba, por esta razón les agradezco por esas enseñanzas y amor que me brindaron hasta el último día de sus vidas.

A mis familiares y aquellos amigos sinceros quienes creyeron en mi afición por culminar mi carrera universitaria, siempre estuvieron brindándome ánimos y buenos consejos en mi trayectoria universitaria.

A mis docentes, quiénes han sido una guía en toda mi formación universitaria especialmente aquellos docentes que no solamente compartieron sus conocimientos afines a sus cátedras impartidas, sino aquellos que también han estado presentes ante cualquier inquietud académica que presenté en el transcurso de mi formación universitaria.

Luis Anthony Vasquez Taipe

RESUMEN.

La caña de azúcar es una materia prima de excelente uso en Ecuador, esta se aprovecha en diversas formas entre ellas podemos mencionar como subproducto el jugo o jarabe que se aprovecha en la manufacturación de aguardiente artesanal (Prado et al., 2018).

De igual modo, el punto crítico de control para la producción de aguardiente es la etapa de la destilación, debido que en la misma se debe realizar un control de la temperatura (Mulet, 2013).

El presente trabajo práctico de titulación de carácter complejo, previo a la obtención del título de Ingeniero en Alimentos, tuvo como objetivo principal: describir los parámetros de calidad fisicoquímicos que deben de cumplir los aguardientes artesanales, mediante una revisión bibliográfica y lo especificado en la normativa INEN 1837, para la cualificación de alcoholes superiores.

La indagación bibliográfica demostró que las bebidas alcohólicas deben cumplir parámetros obligatorios de control de calidad, como el contenido de grado alcohólico, el contenido de metanol y la determinación de alcoholes superiores, siendo este último un indicativo fundamental y obligatorio en el aguardiente artesanal (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] 1837, 2016).

Finalmente, los resultados de la investigación señalan que los valores permitidos, según la norma NTE 1837, no deben exceder los 10 mg de metanol por cada 100 cm³; mientras que la cantidad permitida de alcoholes superiores es de 150 mg por cada 100 cm³.

Palabras claves: Análisis físico-químico, parámetros de calidad, alcoholes superiores, metanol, licor.

ABSTRACT.

Sugarcane is a raw material of excellent use in Ecuador; it is used in various ways, among them we can mention as a by-product the juice or syrup that is used in the manufacture of artisanal brandy (Prado et al., 2018).

Similarly, the critical control point for the production of brandy is the distillation stage, since temperature control must be carried out during this stage (Mulet, 2013).

The main objective of this practical work of a complex nature, prior to obtaining the degree of Food Engineer, was to describe the physicochemical quality parameters that artisanal spirits must meet, through a literature review and the specifications of the INEN 1837 standard, for the qualification of superior alcohols.

The bibliographic inquiry showed that alcoholic beverages must comply with mandatory quality control parameters, such as alcohol content, methanol content and the determination of higher alcohols, the latter being a fundamental and mandatory indicator in artisanal spirits (Instituto Ecuatoriano de Normalización [INEN] 1837, 2016).

Finally, the results of the research indicate that the permitted values, according to the NTE 1837 standard, should not exceed 10 mg of methanol per 100 cm³; while the permitted amount of higher alcohols is 150 mg per 100 cm³.

Key words: Physical-chemical analysis, quality parameters, higher alcohols, methanol, liquor.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN.	6
OBJETIVOS.	8
OBJETIVO GENERAL.	8
OBJETIVOS ESPECÍFICOS.	8
CAPÍTULO UNO	9
REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	9
1.1. La caña de azúcar.	9
1.2. El Licor.	9
1.2.1. Tipos de licores.	10
1.3. La fermentación.	10
1.4. Destilación.	11
1.5. Factores que influyen en el consumo de las bebidas alcohólicas adulteradas.	11
1.6. Factores que implican en la formación de alcoholes superiores.	12
1.6.1. Temperatura.	12
1.6.2. Las levaduras.	12
1.7. Fundamento legal.	13
1.8. Metodología para determinar metanol.	14
1.9. Metodología para determinar alcoholes superiores.	15
1.10. Diagrama de flujo.	16
1.11. Descripción del diagrama de flujo.	17
2. RESULTADOS BIBLIOGRÁFICOS	20
3. CONCLUSIONES	23
4. REFERENCIAS	24

ÍNDICE DE TABLA

<i>Tabla 1: Requisitos físicos y químicos para licores</i>	13
<i>Tabla 2: Concentración de metanol en la caña paraguaya</i>	20
<i>Tabla 3: Determinación de metanol en el mezcal</i>	21
<i>Tabla 4: Concentración de metanol en licores clandestinos</i>	22

ÍNDICE DE FIGURA

Figura 1: Diagrama tecnológico del aguardiente	17
---	----

INTRODUCCIÓN.

En Ecuador, la demanda de las bebidas alcohólicas ha ido ascendiendo paulatinamente desde tiempos remotos. Para el año 2013 la Organización Panamericana de la Salud (OPS) manifiesta que el consumo anual per-cápita de las bebidas alcohólicas es de 7,2 L, posicionándose en el noveno lugar en el ranking del consumo de alcohol en el Ecuador (Instituto Nacional de Estadística y Censos [INEC], 2013).

Con base en la última estadística realizada por el INEC (2013), menciona que del total de la población de los ecuatorianos mayores de 12 años ingieren alcohol, el 89,7 % corresponde a hombres y el 10,3% corresponden a mujeres; siendo el 2,5 % de los jóvenes que desde los 12 a 18 años ya ingieren alcohol. Esta facilidad de adquisición de bebidas alcohólicas se debe al escaso control en las tiendas de los barrios, mismas que en muchas ocasiones ni siquiera cuentan con permisos de funcionamiento.

La caña de azúcar es uno de los cultivos destacados en el Ecuador, donde es aprovechada dicha materia prima en la manufacturación de bebidas alcohólicas (licor o aguardiente); mientras que, de las 104.661 hectáreas cultivadas de caña de azúcar en el 2016, solamente el 62 % fue procesada para obtener azúcar y alcohol etílico, mientras que el 38 % se produjo panela y aguardiente artesanal (Cartay et al., 2019).

Basados en la producción y consumo de licor artesanal, estudios realizados por Contreras et al. (2019) indican que la intoxicación por metanol no solamente se puede presentar en pacientes con índices de alcoholismo crónico, sino también, en personas que realizan la manipulación del producto adulterado. Debido a esto, para evitar intoxicación por metanol es necesario aplicar medidas de bioseguridad al entrar en contacto directo con el producto en mención.

Otros investigadores como Tunqui et al. (2018) expresan que toda bebida alcohólica antes de ser expendida al consumidor tiene que pasar por estrictos controles de calidad, donde se determinan las características fisicoquímicas: grado alcohólico, densidad, acidez y presencia de alcoholes superiores.

Cabe recalcar, que dichos controles de calidad detallados anteriormente deben cumplirse según lo establecido en la NTE INEN 1837; sin embargo, para que el producto obtenga una aceptación favorable en el mercado se debe realizar un análisis organoléptico mediante una evaluación sensorial, en donde un grupo de catadores aplican técnicas haciendo uso de los sentidos (Gutiérrez et al., 2006).

OBJETIVOS.

OBJETIVO GENERAL.

Describir los parámetros de calidad fisicoquímicos que deben de cumplir los aguardientes artesanales, mediante una revisión bibliográfica y lo especificado en la normativa INEN 1837, para la cualificación de alcoholes superiores.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS.

- Explicar los factores que influyen en el consumo de metanol y alcoholes superiores presentes en el aguardiente, mediante revisión bibliográfica para el conocimiento de sus consecuencias.
- Describir los factores que implican la presencia de alcoholes superiores en el aguardiente artesanal mediante revisión bibliográfica para la obtención de un producto de calidad.
- Indagar la metodología mediante revisión bibliográfica para la determinación de metanol y alcoholes superiores en el aguardiente artesanal.

CAPÍTULO UNO

1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

1.1. La caña de azúcar.

La caña de azúcar también conocida científicamente como *Saccharum officinarum* es una planta que promueve la economía en diversos países del mundo, debido a su versatilidad en la transformación de la materia prima en diversos productos que son comercializados a nivel nacional e internacional; además, la cosecha de la caña de azúcar debe efectuarse en zonas subtropicales, tropicales o templadas con suelos fértiles para obtener un porcentaje de producción pragmático en el sector agrícola (Lagos y Castro, 2019).

Según los estudios realizados por Prado et al. (2018) enfatizan que la caña de azúcar al ser una materia prima, el sector agrícola ecuatoriano ha tenido una trayectoria favorable, ha contribuido con la economía del sector agropecuario en el país, mejorando progresivamente; así mismo, para el año 2018 los ingresos del Producto Interno Bruto (PIB) del sector, ha ascendido al 12 %, y a su vez ha ido fomentando una generación de empleo.

1.2. El Licor.

El licor es una bebida alcohólica que se la obtiene mediante la destilación proveniente de la fermentación del zumo de la caña de azúcar o frutas, también denominado como mosto; la finalidad de destilar la bebida fermentada es para la obtención de etanol y parte del agua que están presentes en la bebida hasta obtener un licor astringente (Quispe, 2018).

Para producir el licor, principalmente se requiere de dos insumos esenciales: la levadura (*Saccharomyces cerevisiae*) y el mosto, el cual en dicho zumo de la caña están presentes azúcares (sacarosa) que son de vital importancia en el proceso ya que actúan como sustrato de

las levaduras, la fermentación se debe realizarse en condiciones anaerobias para que facilite la metabolización de los componentes hasta obtener etanol y gas carbónico, con la finalidad de evitar la producción de ácido acético (de Oliveira et al., 2016).

1.2.1. Tipos de licores.

De acuerdo al Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN 1837 (2016) existen diversos tipos de licores que se clasifican según el contenido de azúcares medidos en g/L presentes en el producto; a continuación, se describen los tipos de licores:

Licor seco: bebida que contiene 50 g/L de azúcares presentes.

Licor semiseco: bebida que contiene 51 g/L hasta 100 g/L de azúcares presentes.

Licor dulce: bebida que contiene 101 g/L hasta 250 g/L de azúcares presentes.

Licor crema o crema: bebida de consistencia viscosa que contiene 251 g/L de azúcares presentes.

Licor escarchado: la cantidad de azúcar que contiene este tipo de bebida es sobresaturada, presentando cristales de azúcares.

1.3. La fermentación.

La fermentación alcohólica es un proceso bioquímico donde interactúan los azúcares y las levaduras, obteniendo así etanol y dióxido de carbono; este proceso es crítico, debido que si no existe un minucioso control de varios factores, como lo es: la temperatura, el pH y el sustrato; de lo contrario puede generar componentes que alteran la calidad de la bebida alcohólica (López et al., 2019).

Por lo tanto, en esta etapa se debe controlar el factor temperatura, ya que a menor temperatura existe una actividad deficiente de los microorganismos y a mayor temperatura la fermentación tiende a ser acelerada; por ende, generan presencia de alcoholes superiores como el metanol; resultante de las bebidas alcohólicas adulteradas causantes de

intoxicaciones graves e incluso daños permanentes en la visión de quien lo consuma (Narvaez, 2020).

1.4. Destilación.

La destilación es una operación unitaria, donde se requiere la aplicación de energía a temperaturas controladas que comprende entre 94 °C a 110 °C, por la que la bebida fermentada pasa por un alambique en estado gaseoso y sale por serpentín de cobre cambiando su fase a estado líquido (Zapata et al., 2020).

Al destilar una bebida fermentada se logra obtener un alcohol ligeramente concentrado, también denominado como alcohol ordinario, que al ser rectificado (segunda destilación) este se vuelve neutro y libre de impurezas, aumentando su concentración máxima por normativa hasta los niveles óptimos de 50 % de pureza (Victor, 2018).

1.5. Factores que influyen en el consumo de las bebidas alcohólicas adulteradas.

Las bebidas alcohólicas son sustancias psicoactivas, su consumo en exceso a corto plazo se exponen al cambio repentino del comportamiento y a largo plazo generan problemas en la salud causándoles enfermedades catastróficas (Cabanillas, 2020).

Según los estudios realizados en un centro de salud de Perú por Contreras et al. (2019) expresan que la intoxicación por alcohol adulterado se incluyen las personas que manipulan dicha bebida que contienen presencia de alcohol metílico; la sintomatología que se presenta con mayor frecuencia es: vómito, problemas en el tracto respiratorio y visión borrosa, que en algunos casos puede ser permanente; siendo los síntomas que se presentan con menor frecuencia la cefalea, dolor abdominal, convulsiones, etc.

Según estudios realizados por Marín et al. (2019), el consumo inmoderado del alcohol, presenta consecuencias que pueden provocar trastornos adictivos, de modo que el consumidor se vuelve dependiente y vulnerable; del mismo modo, Contreras et al. (2019) aluden que al

ingerir bebidas adulteradas pueden llegar a sufrir de patologías digestivas, cardiovasculares, neurológicas.

Mientras que, la organización mundial de la salud afirma que el consumo excesivo de alcohol causa daños crónicos; siendo el porcentaje de fallecimientos del 7,7% correspondiente a hombres y del 2,6 % entre las mujeres, porcentajes considerado como una tasa de mortalidad alta (OMS, 2018).

1.6. Factores que implican en la formación de alcoholes superiores.

Para la obtención de aguardiente se debe considerar 2 factores como: temperatura y concentración de las levaduras, influyendo en la formación de metanol y alcoholes superiores; mismos que se detallan a continuación:

1.6.1. Temperatura.

Según estudios realizados por Leal et al. (2014) indican que la temperatura debe ser controlada en la etapa de fermentación debido a que las levaduras son microorganismos indispensables para la producción de etanol; su temperatura óptima de crecimiento oscila entre 25 °C a 30 °C; al no realizar un control eficaz las levaduras se inactivan manteniéndose en fase de latencia a bajas temperaturas influyendo en su desarrollo; por otro lado, Borroto et al. (2017) aluden que si la temperatura asciende su contenido de biomasa desciende, a su vez las levaduras producen compuestos con más átomos de carbonos denominados isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico, etc.

Continuando con la referencia de Zapata et al. (2020) expresan que en la etapa de destilación la temperatura no debe ascender de los 110 °C, puesto que en el producto genera alcoholes superiores considerándose como impurezas.

1.6.2. Las levaduras.

Las levaduras del género *Saccharomyce cerevisiae* son microorganismos vivos que requieren sustratos para la obtención de etanol; por esta razón, las concentraciones no deben ser mayor de 4 g/L, debido a que pueden producir diferentes compuestos influyendo de manera negativa en la calidad del aguardiente; entre ellos se destacan: el metanol, propanol, amílico, isobutanol e isoamílico; siendo el último el que se obtiene en mayor concentración. Se corrobora con estudios de Loviso y Libkind (2019) donde explican que los alcoholes superiores son subproductos de la fermentación del etanol, donde los aminoácidos presentes en el mosto se degradan (empleando moléculas de acetyl-CoA y piruvato).

1.7. Fundamento legal.

De acuerdo a la NTE INEN 1837 (2016), el licor es una bebida fermentada que ha pasado por una etapa de destilación; previo a su comercialización, se debe tomar al azar una muestra por cada lote de producción para ser analizados; de acuerdo a los resultados obtenidos, mismos que son comparados, los valores permitidos deben estar dentro de los requisitos fisicoquímicos que se detallan en el siguiente cuadro:

Tabla 1

Requisitos físicos y químicos para licores

Requisitos	Unidad	Mínimo	Máximo	Método de ensayo
Alcohol, fracción volumétrica	%	15	50	NTE INEN 340
Furtural	mg/100 cm ³ (*)		10	NTE INEN 2014
Metanol	mg/100 cm ³ (*)		10	NTE INEN 2014
Alcoholes superiores **	mg/100 cm ³ (*)		150	NTE INEN 2014

Azúcares totales:	g/L	NTE INEN 358	
Licor seco	-	50	
Licor semisecco	51	10	
Licor dulce	101	250	
Licor crema o crema	251	-	
Licor escarchado	Saturado	-	

* El volumen de 100 cm³ corresponde al alcohol absoluto.

** Alcoholes superiores comprenden: isopropanol, propanol, isobutanol, isoamílico, amílico

Nota: Adaptado de la NTE INEN 1837 (2016).

1.8. Metodología para determinar metanol.

La metodología para determinar la presencia de metanol en el aguardiente es mediante la técnica instrumental detallada en la INEN 347, donde se emplea un espectrofotómetro ultravioleta/visible (UV/VIS) (INEN 347, 2015).

Cabe recalcar, que los equipos a utilizar deben ser correctamente calibrados con el propósito de obtener resultados eficaces.

A continuación, se detallarán los equipos y reactivos concernientes:

Equipos.

- 1) Fuente eléctrica de calentamiento
- 2) Baño María
- 3) Espectrofotómetro UV/VIS
- 4) Aparato de destilación
- 5) Balanza analítica

Reactivos.

- 1) Solución de permanganato de potasio.
- 2) Solución de ácido cromotrópico.
- 3) Solución patrón de metanol.
- 4) Solución blanco.
- 5) Bisulfito de sodio.
- 6) Ácido sulfúrico.
- 7) Alcohol etílico.
- 8) Agua destilada.
- 9) Alcohol metílico.

1.9. Metodología para determinar alcoholes superiores.

La metodología para determinar la presencia de alcoholes superiores en el aguardiente es mediante la técnica instrumental detallada en la inen 2014; donde se emplea un cromatógrafo de gases (INEN 2014, 2015).

Cabe recalcar, que los equipos a utilizar deben ser correctamente calibrados con el propósito de obtener resultados eficaces.

A continuación, se detallarán los equipos y reactivos concernientes:

Equipos.

- 1) cromatógrafo de gases.
- 2) Balanza analítica.
- 3) Alcoholímetro.
- 4) Columna capilar.
- 5) Precolumna.

Reactivos.

- 1) Etanol absoluto (CAS 64-17-5)
- 2) Metanol (alcohol etílico) (CAS 67-56-1).
- 3) Propan-1-ol (propanol) (CAS 71-23-8).
- 4) 2-propanol (iso-propanol) (CAS 67-63-0).
- 5) 2-metil-1-butanol (alcohol amílico activo) (CAS 137-32-6).
- 6) 3-metil-1-butanol (alcohol isoamílico) (CAS 123-51-3).
- 7) Acetato de etilo (etanoato de etilo) (CAS 141-78-6).
- 8) Butan-1-ol (butanol) (CAS 71-36-3).
- 9) butan-2-ol (sec-butanol) (CAS 78-92-2).
- 10) Metilpropan-1-ol (iso-butanol) (CAS 78-83-1).
- 11) Pentan-1-ol (alcohol isoamílico normal) (CAS 71-41-0).
- 12) Etanal (acetaldehído) (CAS 75-07-0).
- 13) Furan-2-carbaldehído (furfural) (CAS 98-01-1)

1.10. Diagrama de flujo.

A continuación, se detalla un diagrama de flujo del proceso técnico de elaboración del aguardiente artesanal con el fin de representar la secuencia de cada una de las etapas que se llevan a cabo. Este diagrama, además permitirá conocer los parámetros que se deben tomar en cuenta en cada actividad a realizarse, con el fin de obtener un producto de calidad.

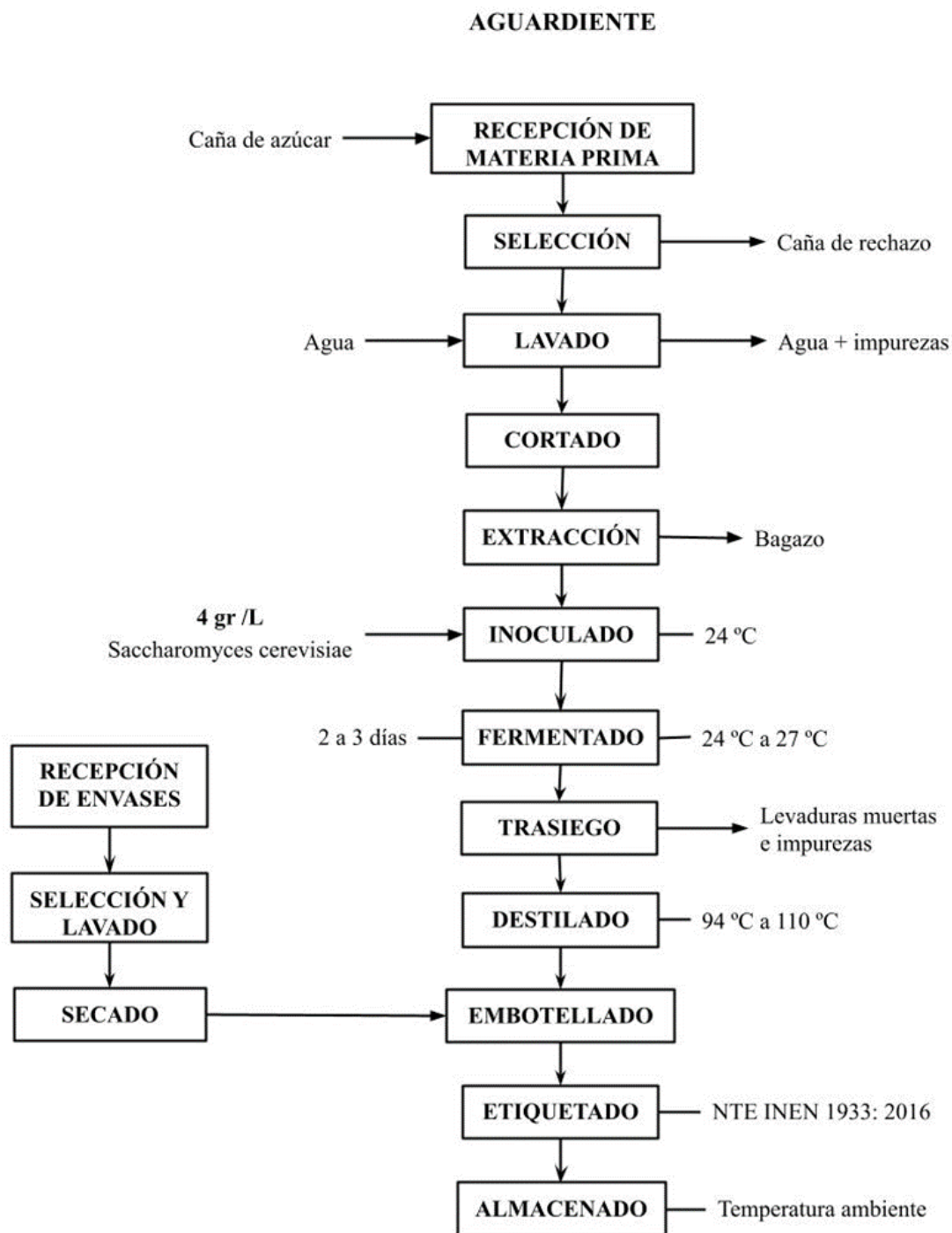


Figura 1

Diagrama tecnológico del aguardiente

1.11. Descripción del diagrama de flujo.

A continuación, se detalla la descripción del diagrama de flujo técnico de cada una de las etapas del proceso para la obtención del aguardiente artesanal de caña de azúcar.

Recepción de materia prima.

En el área de almacenamiento se procede a recepcionar la caña de azúcar, misma que puede ser almacenada hasta por tres días. Posteriormente se emplea la materia prima en la siguiente etapa de selección.

Selección.

En esta etapa se procede a seleccionar de forma visual la materia prima y se separa aquella caña de azúcar que no estén en buenas condiciones (madurez óptima) de manera que no afecte en la etapa de la fermentación.

Lavado.

Esta etapa es de vital importancia, puesto que con el uso de agua potable se procede a retirar agentes extraños como impurezas o malezas que pueden estar incrustadas en la caña de azúcar, evitando una contaminación en la extracción del jugo.

Cortado.

En esta etapa de proceso con ayuda de un implemento cortopunsante se procede a cortar la caña verticalmente para una mejor implementación en la siguiente etapa.

Molienda.

Esta etapa del proceso se la realiza mediante un trapiche con rodillos de hierro fundido (piñones), el cual mediante presión se extrae del 70 % al 80 % de jugo de la caña, también denominado como guarapo.

Inoculado.

En esta etapa se procede a inocular el jugo previamente extraído con levadura *Saccharomyce cerevisia* a razón de 4 g/L a una temperatura de 24 °C

Fermentado.

En esta etapa se lleva a cabo la fermentación por un lapso de dos a tres días a temperaturas controladas que oscilan de 24 °C a 27 °C en condiciones anaeróbicas.

Trasiego.

En esta etapa del proceso se realiza un trasiego dónde se elimina la presencia de levaduras muertas e impurezas de la caña de azúcar para su posterior

Destilado.

En esta etapa se procede a pasar la bebida fermentada al alambique, posteriormente se agrega energía en forma de calor hasta que el jugo cambié a fase gaseosa pasando por serpentines, mismo que con un shock térmico dicho gas sale en estado líquido. La temperatura que se emplea en esta etapa es de 94 °C a 110 °C.

Embotellado.

En esta etapa se procede a envasar el producto terminado, mismo que debe estar cerrado herméticamente para evitar pérdidas de alcohol.

Etiquetado.

En esta etapa se procede a etiquetar el producto terminado, la etiqueta correspondiente debe estar rotulada de acuerdo a la norma INEN 1933.

Almacenado.

El almacenado del producto final se procede a conservar en un medio limpio y a temperatura ambiente para su posterior comercialización del producto.

2. RESULTADOS BIBLIOGRÁFICOS

En un estudio realizado por Aguayo y Villagra (2012) declara que se encontró metanol en una bebida alcohólica destilada de cuatro diferentes localidades de Paraguay, denominada “la caña paraguaya”. De acuerdo a la norma Paraguaya los resultados obtenidos en tabla 2 no cumplen con los límites permitidos; de la misma forma, basados en la NTE INEN 1837 dichos resultados no cumplen con la norma, debido a que excede el límite máximo de 10 mg/100 cm³.

Tabla 2.

Concentración de metanol en la caña paraguaya.

Distrito/Municipio	Concentración de metanol (mg %)
Caña Blanca	
Caacupé	26,19
Tobatí	18,82
Capital	10,06
Caña Añeja	
San Antonio	27,55
Tobatí	15,14
Capital	12,33
Total	6

Nota: Adaptado de “*Concentración de metanol en caña paraguaya en muestras remitidas al Instituto Nacional de Tecnología, Normalización y Metrología, durante el período 2007-2010 provenientes de 3 departamentos y el municipio Capital*” (Aguayo y Villagra 2012).

Según González et al. (2019), proclaman que en un estudio realizado en México, analizaron la presencia de metanol de una bebida alcohólica denominada “mezcal”, obtenida del agave; su procedencia fue de dos diferentes localidades, manufacturados en diferentes años. Los resultados en la producción del licor en mención en ambos estados arrojaron valores que sobrepasan los límites permitidos según la norma mexicana; así mismo, la NTE INEN 1837

expresa que el límite máximo permitido es de 10 mg/100 cm³; por lo tanto, dichos resultados no cumplen con lo antes mencionado.

Tabla 3.

Determinación de metanol en el mezcal.

Procedencia	Tipo/clase de mezcal	Fecha (mes y año)	Agave	Alcohol* (% vol 20°C)	Metanol (mg/100 ml alcohol anhidro)	Volumen del lote (en litros)
Michoacán	100%/joven	Ene 2015	<i>inaequidens</i>	25.0	343	Sin información
	100%/joven	Sep 2014	<i>inaequidens</i>	47.0	336	417
	100%/joven	Ene 2015	<i>inaequidens</i>	16.1	403	Sin información
	Anc./joven	Jul 2018	<i>marmorata</i>	50.5	505	24
Oaxaca	Anc./joven	Abr 2018	<i>potatorum</i>	49.4	447	248
	Anc./joven	Jun 2018	<i>americana</i>	50.8	387	78
	Anc./joven	Dic 2018	<i>angustifolia</i>	53.7	382	486

* Etanol.

Nota: Adaptado de “Metanol: tolerancias y exigencias en las normas para mezcal y bebidas de agave” (González et al., 2019).

Marquina et al. (2018), expresan que en la región central de Venezuela todavía existe la venta de licores clandestinos. Según la tabla 4, licores como el Superior y el Antioqueño, reportan valores que se encuentran permitidos en la norma venezolana 3362:2001, a diferencia del Cocuy que arroja un valor de 323,2 ppm (32,3 mg/100 cm³); por lo tanto, no cumple con las especificaciones de la norma antes mencionada. Por su parte, la NTE INEN 1837 establece que el límite permitido es de 10 mg/100 cm³ esto indica que la presencia de metanol en los licores Cocuy y Superior de la tabla no cumple con los requerimientos establecidos, siendo únicamente el licor Antioqueño el que está dentro de los parámetros permitidos, con 8,16 mg/100 cm³.

Tabla 4.

Concentración de metanol en licores clandestinos.

Muestra	[MeOH] (ppm)	[EtOH] (% v/v)	
		Reportado ^a	Experimental
Cocuy	323,2 ± 3,3	40	39,10 ± 0,03
Superior	108,8 ± 2,6	39	
Antioqueño	81,6 ± 2,5	29	

^aValor reportado en la etiqueta del producto.

Nota: Adaptado de “Concentración de metanol en algunas bebidas alcohólicas comercializadas en Venezuela por medio de la técnica GC-FID” (Marquina et al. 2018).

3. CONCLUSIONES

En este trabajo de investigación se determinó que el consumo del aguardiente adulterado genera problemas en la salud, debido que son compuestos altamente tóxicos, suscitando repercusiones en el tracto respiratorio y visión borrosa, la misma que puede ser permanente como lo corrobora Contreras en el 2019; los síntomas menos frecuentes son la cefalea, dolor abdominal e inclusive convulsiones.

Que, los factores a controlar durante el proceso de la manufacturación del aguardiente artesanal que implican la presencia de alcoholes superiores son: la temperatura, misma que en la etapa de fermentación no debe ser mayor a 30 °C; por otro lado, en la etapa de destilación no debe ser mayor a 110 °C, de la misma forma la concentración de las levaduras no debe ser mayor de 4 g/L. De no cumplir estas especificaciones se producen diferentes compuestos tóxicos como el metanol y alcoholes superiores, influyendo directamente en la calidad del aguardiente.

Que, de la información descrita en base a diferentes autores antes mencionados, se indagó la metodología empleada para determinar la presencia de metanol y alcoholes superiores en el aguardiente artesanal, determinándose que este tipo de licores deben cumplir con las normativas vigentes establecidas por la NTE INEN 347 para la determinación de metanol y la NTE INEN 2014 para la determinación de alcoholes superiores. Todos los aguardientes de tipo artesanal deben cumplir con los parámetros establecidos donde el contenido de metanol permitido por cada 100 cm³ de aguardiente es de 10 mg y en cuanto a la presencia de alcoholes superiores permitidos por cada 100 cm³ de aguardiente es de 150 mg, de acuerdo a la NTE INEN 1837.

4. REFERENCIAS

- Aguayo, T., & Villagra, V. (2012). Concentración De Metanol En Caña Paraguaya En Muestras Remitidas Al Instituto Nacional De Tecnología, Normalización Y Metrología, Durante El Período 2007-2010 Provenientes De 3 Departamentos Y El Municipio Capital. *Memorias del Instituto de Investigaciones en Ciencias de la Salud*, 10(1), 62-69. <http://scielo.iics.una.py/pdf/iics/v10n1/v10n1a08.pdf>
- Borroto, D., Lorenzo-Izquierdo, M., García-Gutiérrez, R., & Reyes-Linares, A. (2017). Aspectos Generales Sobre La Determinación De Alcoholes Superiores En Bebidas Alcohólicas. *ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar*, 51, 26-35. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=223158039009>
- Cabanillas, W. (2020). Alcohol consumption and gender in the adolescent school population of peru: Evolution and intervention challenges. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Publica*, 37(1), 148-154. <https://doi.org/10.17843/rpmesp.2020.371.5151>
- Cartay, R., García Briones, M., Meza Moreira, D., Intriago Estrella, J., & Romero Macías, F. (2019). Caracterización económica de un productor de aguardiente en Junín, Manabí, Ecuador. *ECA Sinergia*, 10(1), 85. https://doi.org/10.33936/eca_sinergia.v10i1.1213
- Contreras, C., Lira Veliz, H., Contreras G., K., & Gala A., D. (2019). Magnitud y características de la intoxicación por alcohol metílico. Hospital Nacional Dos de Mayo. *Horizonte Médico (Lima)*, 19(1), 59-66. <https://doi.org/10.24265/horizmed.2019.v19n1.10>

- de Oliveira, T. A., Batista Ferreira, F., Bernadete Medeiros, M., & Almeida e Silva, J. B. (2016). Producción De Aguardiente Utilizando Extracto De Alfa Ácidos Del Lúpulo En El Control Biocida Del Proceso Fermentativo. «*Clear Brandy*» *Production Using Alpha Acid Extract From Hops in the Biocidal Control of the Fermentation Process.*, 43(1), 18-24. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2223-4861201600010003
- González, H. O., Hernández, J. D. J., & Hendrik, J. (2019). Metanol: tolerancias y exigencias en las normas para mezcal y bebidas de agave. *Revista RIVAR*, 7(19), 1-21. <https://doi.org/10.35588/rivar.v7i19.4246>
- Gutiérrez, L. C., González-Herrera, S. M., Soto-Cruz, O., de Luna-Santillana, E., & Rutiaga-Quñones, O. M. (2006). Desarrollo Y Evaluación Sensorial De Un Licor A Base De Mezcal .
- Instituto Nacional de Estadística y Censos. (2013). *Más de 900 mil ecuatorianos consumen alcohol.* <https://www.ecuadorencifras.gob.ec/mas-de-900-mil-ecuatorianos-consumen-a-lcohol/>
- Instituto Ecuatoriano de Normalización 1837. (2016). BEBIDAS ALCOHÓLICAS. LICORES. REQUISITOS. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1837-2.pdf
- Instituto Ecuatoriano de Normalización 2014. (2015). BEBIDAS ALCOHÓLICAS. DETERMINACIÓN DE PRODUCTOS CONGÉNERES POR CROMATOGRAFÍA DE GASES. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/NTE_INEN_2014.pdf

- Instituto Ecuatoriano de Normalización 347. (2015). BEBIDAS ALCOHÓLICAS. DETERMINACIÓN DE METANOL. https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_347-1.pdf
- Lagos, E., & Castro, E. (2019). Caña de azúcar y subproductos de la agroindustria azucarera en la alimentación de rumiantes. *Agronomy Mesoamerican*, 30(3), 917-934. <https://doi.org/10.15517/am.v30i3.34668>
- Leal, I., Tarantino Rodríguez, G., Rómulo, M. H., & Guillén, H. M. (2014). Efecto De La Temperatura Y El Ph En La Fermentación Del Mosto De Agave Cocui. *Multiciencias*, 14(4), 375-381.
- López, L. E., Zumalacárregui de Cárdenas, L., & Pérez Ones, O. (2019). Application of principal component analysis to alcoholic fermentation. *Revista Científica de la UCSA*, 6(2), 11-19. <https://doi.org/10.18004/ucsa/2409-8752/2019.006.02.011-019>
- Loviso, C. L., & Libkind, D. (2019). Síntesis y regulación de los compuestos del aroma y sabor derivados de la levadura en la cerveza: alcoholes superiores. *Revista Argentina de Microbiología*, 51(4), 386-397. <https://doi.org/10.1016/j.ram.2018.08.006>
- Marín, M., Arias, F., López, J. R., & Rubio, G. (2019). Trastornos por consumo de alcohol. *Medicine (Spain)*, 12(85), 4993-5003. <https://doi.org/10.1016/j.med.2019.09.004>
- Marquina, H., Maldonado, A., Monascal, Y., Cartaya, L., Alvarez, A., Trujillo, P., & Mora, J. (2018). Concentración De Metanol En Algunas Bebidas Alcohólicas Comercializadas En Venezuela Por Medio De La Técnica GC-FID. *Avances en Química*, 13(2), 41-44. <https://www.redalyc.org/journal/933/93357709002/html/>

- Mulet, M. (2013). Automatización De La Destilación De Alcohol De La Ueb Destilería De La Ronera Santiago De Cuba. *Tecnología Química*, 33(2224-6185), 1-6. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2224-6185201300010001&lng=es&tlng=es
- Narvaez, B. A. (2020). *Estudio comparativo del rendimiento de la producción de bioetanol mediante métodos de extracción de primera y segundo generación a partir de la caña de azúcar (Saccharum officinarum)* [UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SANTIAGO DE GUAYAQUIL]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/bitstream/3317/15511/1/T-UCSG-PRE-TEC-CIA-68.pdf>
- Organizacion Muldial de la Salud. (2018). *Alcohol*. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/alcohol>
- Prado, R., Herrera-Suárez, M., Ramírez-Moreira, K. R., Lucas-Grzelczyk, M. M., Jarre-Cedeño, C., & Pérez de Corcho-Fuentes, J. S. (2018). Factores Limitantes Para La Mecanización De La Caña De Azúcar En La Provincia Manabí, Ecuador. *Scielo.Sld.Cu*, 27(4), 1-11. <http://opn.to/a/My8nm>
- Quispe, L. M. (2018). Obtención de una bebida alcohólica a partir de la fermentación de leche. *Revista Científica UNTRM: Ciencias Naturales e Ingeniería*, 1(3), 46-51. <https://doi.org/10.25127/ucni.v1i3.425>
- Tunqui, C., Figueroa Dianderas, A. P., Tejada Flores, G., & Cjuro Farfán, I. del R. (2018). Evaluación de la calidad del destilado alcohólico de anís verde (*Pimpinella anisum* L.) otenido por destilación fraccionada. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 85(2), 129-140. <https://doi.org/10.37761/rsqp.v85i2.72>

Victor, S. M. (2018). *Estado Situacional Tecnológico Del Procesamiento De La Caña De Azúcar Y Su Influencia En La Calidad Del Aguardiente En La Provincia De San Martin, Año 2016*. [Universidad Nacional Agraria de la Selva]. https://repositorio.unas.edu.pe/bitstream/handle/UNAS/1442/VCSM_2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Zapata, Z., Vanegas, D., Rendon-Montoya, J. C., & Velásquez, J. A. (2020). Caso de estudio de la destilación etanol-agua en operación continua y discontinua y su simulación con ecuaciones cúbicas de estado y modelos de actividad. *TecnoLógicas*, 23(49), 223-249. <https://doi.org/10.22430/22565337.1638>