



**FACULTAD DE MEDICINA HUMANA Y CIENCIAS DE LA SALUD  
ESCUELA PROFESIONAL DE FARMACIA Y BIOQUÍMICA**

**TESIS**

**“DETERMINACIÓN DE METANOL EN BEBIDAS  
ALCOHÓLICAS DE AGUARDIENTE DE CAÑA EXPENDIDAS  
EN EL DISTRITO DE RÍMAC”**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
QUÍMICO FARMACÉUTICO**

**Bachiller: ROSAS ALVAREZ, NADIA LARISSA**

**ASESOR: QF. MONTEAGUDO MONTENEGRO, FABRICIO**

**LIMA – PERÚ**

**2015**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a Dios sin el nada sería posible. A mi madre, a mi padre por ser el motivo y razón de mí vivir. A mi hijo Sergio y a mi gran amor Ricardo.

## **AGRADECIMIENTO**

A mi Dios por su infinita misericordia. A Juan y Raquel mis padres. A mi Sergio por afrontar con madurez y valentía tanto tiempo robado, a Ricardo mi amor por su apoyo.

## RESUMEN

En el distrito del Rímac existen lugares que expenden licores a granel y de dudosa procedencia, dentro los cuales encontramos a las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña, las cuales presentan mayor probabilidad de verse adulteradas o contaminadas con metanol, por su venta a granel, por su falta de registro sanitario y sus malas condiciones de almacenamiento incumpliendo con los parámetros de metanol establecidos por la Normativa Técnica Peruana (NTP).

La presente investigación se llevó a cabo con bebidas adquiridas en el distrito de Rímac, con el fin de establecer la calidad de este tipo de bebidas alcohólicas, mediante la determinación de metanol, por el método de cromatografía de gases

En el presente trabajo se analizaron tres muestras de aguardiente de caña sin registro de marca u otra identificación expendidas a granel en el distrito del Rímac, las cuales fueron analizadas por el método de cromatografía de gases, para determinar la presencia y concentración de metanol.

Los resultados obtenidos indicaron que las tres muestras presentan valores en mg/dL no detectables de metanol; por otro lado, se encontraron valores por debajo de los límites mínimos de grado alcohólico, lo que sería un indicativo de que las bebidas no han sido adulteradas con metanol, pero posiblemente si con otras sustancias diluyentes.

## ABSTRACT

In the district of Rímac there are places that sell liquor in bulk and of dubious origin, within which we find alcoholic drinks rum, which are most likely to be adulterated or contaminated with methanol, for sale in bulk, lack of health registry and poor storage conditions complying with methanol parameters established by the Peruvian Technical Standards (NTP).

This research was conducted with beverages purchased in the district of Rímac, in order to establish the quality of this type of alcohol, by determining methanol by the method of gas chromatography

In this paper three samples of rum were analyzed without trademark or other identification bulk expended in the district of Rímac, which were analyzed by gas chromatography method to determine the presence and concentration of methanol.

The results indicated that all three samples have values in mg / dL no detectable methanol, on the other hand, values were below the minimum alcohol content limits, which would be an indication that the drinks have not been tampered with methanol, but possibly with other substances if thinners.

# ÍNDICE

CARATULA .....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT.....	v
ÍNDICE DE TABLAS .....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	viii
INTRODUCCIÓN.....	ix
<b>CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>10</b>
1.1 Descripción de la Realidad Problemática.....	10
1.2 Formulación del Problema.....	11
1.2.1 Pregunta Principal.....	11
1.2.2 Pregunta Secundaria.....	12
1.3 Objetivos de la Investigación .....	12
1.3.1 Objetivo General.....	12
1.3.2 Objetivos Específicos.....	12
1.4 Hipótesis de la Investigación .....	13
1.4.1 Hipótesis General.....	13
1.4.2 Hipótesis Secundarias .....	13
1.5 Justificación e Importancia de la Investigación .....	13
1.5.1 Justificación de la Investigación.....	13
1.5.2 Importancia de la Investigación.....	14
<b>CAPÍTULO II: MARCO TEORICO.....</b>	<b>16</b>
2.1 Antecedentes de la Investigación.....	16
2.1.1 Nacionales.....	16
2.1.2 Internacionales.....	18
2.2 Bases Teóricas.....	19
2.2.1 Definición de aguardiente .....	19
2.2.2 Definición de aguardiente de caña .....	19
2.2.3 Definición de aguardiente de caña compuesto.....	20
2.2.4 Requisitos generales.....	20

2.2.5	Requisitos organolépticos.....	20
2.2.6	Definición de alcohol .....	21
2.2.7	Definición de metanol.....	22
2.2.8	Mecanismo de toxicidad .....	22
2.2.9	farmacocinética.....	23
2.2.10	Dosis toxica.....	24
2.2.11	Morbilidad y mortalidad.....	24
2.2.12	Tratamiento .....	25
2.2.13	Norma Técnica.....	25
2.3	Definición de Términos Básicos.....	26
<b>CAPÍTULO III: METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>		<b>30</b>
3.1	Tipo de Investigación.....	30
3.1.1	Método.....	30
3.1.2	Técnica .....	30
3.1.3	Diseño.....	30
3.2	Población y muestreo de la investigación .....	31
3.2.1	Población.....	31
3.2.2	Muestra.....	31
3.3	Variables e indicadores .....	31
3.4	Técnicas e Instrumentos de Recolección.....	31
3.4.1	Técnicas .....	31
3.4.2	Instrumentos .....	34
<b>CAPÍTULO IV: PRESENTACIÓN, ANALISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS .....</b>		<b>35</b>
4.1	Resultados .....	35
4.2.	Análisis e Interpretación de Resultados.....	36
<b>DISCUSIÓN .....</b>		<b>37</b>
<b>CONCLUSIONES.....</b>		<b>39</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>		<b>40</b>
<b>FUENTES BIBLIOGRÁFICAS .....</b>		<b>41</b>
<b>ANEXOS .....</b>		<b>45</b>

# ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

## Índice de Tablas

<b>Tabla N° 1:</b> Requisitos fisicoquímicos del aguardiente de caña.....	21
<b>Tabla N°2:</b> variables e indicadores.....	46
<b>Tabla N°3:</b> concentración de metanol y grado alcohólico en bebidas de aguardiente de caña.....	35

## Índice de Figuras

<b>Figura N°1:</b> Muestra uno de aguardiente de caña.....	47
<b>Figura N°2:</b> Muestra dos de aguardiente de caña.....	48
<b>Figura N°3:</b> Muestra tres de aguardiente de caña.....	49



## INTRODUCCIÓN

Uno de los problemas más frecuentes que afronta nuestra sociedad es el alcoholismo y este problema se ve agravado por diversos factores como la adulteración de bebidas alcohólicas, los bajos costos de estas bebidas, el fácil acceso a las mismas y la ausencia de una reglamentación que asegure el control de estos productos y de su comercialización.

El alcoholismo es una enfermedad que se caracteriza por la dependencia del alcohol. El paciente alcohólico ha perdido la capacidad de abstenerse de ingerir bebidas alcohólicas o de detenerse una vez que a empezado a beber.

Debemos mencionar que una característica principal en la adulteración de bebidas alcohólicas destiladas es la presencia de metanol.

Las manifestaciones principales de la intoxicación por metanol son trastornos visuales y acidosis. Siendo signos y síntomas tempranos de embriaguez y somnolencia; y los signos y síntomas tardíos son el vomito el vértigo, la disnea, ceguera, etc.

Se he realizado el presente trabajo con la finalidad de contribuir con la investigación del control de calidad y potencial toxico de las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña. Además se espera aportar y colaborar en el ámbito de la salud pública de nuestro país.

# CAPÍTULO I:

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la Realidad Problemática

La adulteración de bebidas es uno de los grandes problemas que aquejan a nuestro país, ha sido un problema persistente a lo largo de los años y afecta a diversos sectores de nuestro país.

El objetivo de la adulteración de bebidas alcohólicas es básicamente sustituir materias primas o compuestos originales por otros similares, pero de menor costo y obviamente menor calidad, esto se realiza con el propósito de lograr mayores ganancias ya sea por parte de productores o de vendedores, a expensas y poniendo en grave riesgo la salud del consumidor.

Sin embargo detectar bebidas adulteradas no es una tarea sencilla porque generalmente los adulterantes utilizados tienen una composición química parecida a los contenidos en el producto auténtico, por lo tanto la disponibilidad de métodos analíticos rápidos y precisos que puedan ayudar a detectar las adulteraciones desempeñan un papel fundamental en la identificación de este problema <sup>(1)</sup>.

La contaminación con metanol, se produce en el momento de la fermentación de jugos azucarados implementada para la obtención de bebidas alcohólicas, en la cual, además de etanol, se producen también cantidades variables de metanol y otros compuestos volátiles.

Se han descrito casos de intoxicaciones masivas por alcohol metílico en diferentes partes del mundo como Colombia, Nicaragua y EEUU debido a la gran diversidad de usos de este tóxico, su bajo costo y la ausencia de leyes en estos países que limiten su comercialización. En el Perú en cambio, existe la Ley de Control y Fiscalización de la Comercialización del Alcohol Metílico (Ley N°28317) que restringe su comercialización siendo accesible sólo a nivel industrial <sup>(2)</sup>.

El metanol (alcohol metílico) se ha difundido y generalizado en nuestro país, actualmente este líquido constituye una sustancia de uso popular en las personas de bajos recursos y en los jóvenes de nuestra sociedad que no distinguen en el daño que produce, pues es altamente tóxica debido a la acción y efectos que produce, convirtiéndose su consumo en un problema de salud <sup>(2)</sup>.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Pregunta Principal**

¿La concentración de metanol presente en las bebidas de aguardiente de caña expandidas en el distrito del Rímac, cumplirá con los límites establecidos por la Normativa Técnica Peruana, junio - octubre 2015?

### 1.2.2 Pregunta Secundaria

¿Cuál sería la concentración de metanol presente en las bebidas de aguardiente de caña expendidas en el distrito del Rímac, junio - octubre 2015?

## 1.3 Objetivos de la Investigación

### 1.3.1 Objetivo General

Determinar si las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac cumplen con los parámetros establecidos por la Normativa Técnica Peruana de junio a octubre 2015.

### 1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar la presencia de metanol en bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac.
- Determinar si la concentración de metanol se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP).
- Determinar qué porcentaje de las muestras analizadas presentan concentraciones de metanol por encima del límite permisible establecido por NTP.

## **1.4 Hipótesis de la Investigación**

### 1.4.1 Hipótesis General

Las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac, cumplirían con los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP).

### 1.4.2 Hipótesis Secundarias

- Existiría presencia de metanol en las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac.
- La presencia de metanol se encontraría dentro de los límites permisibles dados por la NTP.
- Sería posible que gran porcentaje de las muestras analizadas se encuentren por encima de los límites establecidos por la NTP.

## **1.5 Justificación e Importancia de la Investigación**

### 1.5.1 Justificación de la Investigación

El motivo de determinar los niveles altos de metanol presente en las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en

el distrito de Rímac se justifica porque dicha sustancia resulta tóxica y perjudicial para la salud de la población pudiendo provocar hasta la muerte.

En nuestro país el alcohol adulterado es un problema que cada día crece más, y esto se debe a que los costos de su fabricación resultan mucho más bajos que el valor de venta.

El realizar este tipo de investigación nos permitirá evidenciar la posible contaminación por metanol en este tipo de bebidas alcohólicas que son de gran consumo, sobre todo por un sector de bajos recursos.

Debido a que en nuestro país existe la venta indiscriminada de bebidas adulteradas, también existe la posibilidad que ocurra intoxicación por metanol, siendo esta la causa de intoxicaciones masivas en nuestro país. Por esta razón es necesario determinar la presencia y cantidad de metanol en este tipo de bebidas.

### 1.5.2 Importancia de la Investigación

La importancia del presente trabajo radica en que dentro de nuestra población existe un sector de bajo recurso que consume

este tipo de bebida de dudosa procedencia las cuales sí presentarían metanol dentro de su composición podrían ocasionar terribles daños al organismo pudiendo ocasionar hasta la muerte, efectos que van a depender de la cantidad que sea ingerida.

El presente estudio es de suma importancia para poder ampliar los conocimientos acerca de este tema y así poder concientizar a la población acerca de este tipo de bebidas adulteradas y de esta manera evitar su consumo y así prevenir futuras intoxicaciones.

## **CAPÍTULO II:**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1 Antecedentes de la Investigación**

##### 2.1.1 Nacionales

En la investigación titulada **DETERMINACIÓN TOXICOLÓGICA DE METANOL, FURFURAL Y ALCOHOLES SUPERIORES EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS DESTILADAS**, realizado por Bach. María Luisa Bedoya Quezada y Diego Eduardo Galván Ramos en la Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima- Perú en el año 2012 concluyen en que el 13.13% de las muestras analizadas presentan concentraciones de metanol por encima del límite establecido dado por la norma técnica peruana (Ron: 20.00mg/ 100ml; Pisco: 150.00mg/ 100ml; Vodka Saborizado: 100mg/ 100ml; Aguardiente: 30mg/ 100ml).

En la investigación titulada **DETERMINACIÓN DE METANOL EN CHICHA DE JORA COMERCIALIZADA EN TRES IMPORTANTES MERCADOS DE ABASTO DE LIMA METROPOLITANA** realizada por los Bach Roxana Arauco Marín, Eder Cesar Vallejos Bocanegra, de la universidad Nacional Mayor de San Marcos, realizada en Lima- Perú en el año 2014, determinaron que la chicha de jora expendida en los mercados de abasto contienen metanol con un rango mínimo de



0,000240234 g/L hasta un máximo de 0,006904520 g/L; en base a lo establecido en la norma oficial mexicana NOM-142-SSA-1995 y NOM-053-SSA1-1993; y no superan el límite máximo permisible aceptado para este tipo de bebidas sin embargo su presencia sería un indicador de malas prácticas de manufactura de este tipo de bebidas alcohólicas fermentadas.

En la investigación titulada **DETERMINACIÓN DE METANOL EN PISCO ACHOLADO COMERCIALIZADO EN EL DISTRITO DEL AGUSTINO**, realizado por la Bach Cañihua Huamán Lita de la Universidad Alas Peruanas en lima-Perú el año 2014; concluyo que mediante el método de cromatografía de gases analizo 3 muestras de piscos acholados en el distrito de el Agustino, no sobrepasaron los límites máximos establecidos por la Norma Técnica Peruana por lo que son aptos para el consumo.

En la investigación titulada **DETERMINACIÓN DE METANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS EXPENDIDAS EN BODEGAS DEL DISTRITO DE VILLA EL SALVADOR** realizado por la Bach. Romero Portal Rosa Albina de la Universidad Alas Peruanas, en lima-Perú en el año 2014; determino que el metanol no se encontró presente como contaminante en las tres bebidas analizadas (vino, pisco y anisado); también establece que la cantidad de etanol encontrada en estas bebidas es inferior a lo establecido por la Norma Técnica Peruana, lo

cual es un indicador de las malas prácticas de manufactura en este tipo de bebidas que se expenden en establecimientos cercanos y discotecas, corroborando así que existe un alto grado de adulteración en bebidas alcohólicas.

### 2.1.2 Internacionales

En la investigación titulada **UNA ESTIMACIÓN DE LA ADULTERACIÓN Y LA FALSIFICACIÓN DE BEBIDAS ALCOHÓLICAS EN COLOMBIA**, realizado por Juan Gonzalo Zapata y Adriana Sabogal en el año 2012, se encontró que existe una oferta residual sistemática de alcohol etílico en Colombia que podría estar empleándose en la fabricación de bebidas alcohólicas adulteradas y/o falsificadas ya que su norma técnica colombiana y la ley 693 del 2001 son muy exigentes para la producción de alcohol es que han optado por la importación masiva lo cual genera adulteraciones y/o falsificaciones.

En la investigación titulada **RIESGOS DEL CONSUMO DE ADULTERADO O FALSIFICADO** realizado por el catedrático Juan Carlos López Sarmiento en la universidad autónoma de Coahuila en México en el año 2011; concluye que el mercado ilegal crece en un 3% en relación al legal, que cada vez se reduce la edad para iniciar a beber y que la cultura en México involucra el consumo de alcohol como aceptado en lo general para el genero masculino a menor de edad.

En la investigación titulada **DETERMINACIÓN DE METANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS FERMENTADAS TRADICIONALES Y POPULARES DE MAYOR CONSUMO EN DOS REGIONES DE LA REPUBLICA DE GUATEMALA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES**, realizado por Lidia Azucena Sánchez Paz en la universidad de san Carlos de Guatemala; determino que la cantidad de metanol encontrada en todas las bebidas analizadas es mínima por lo que no se considera un riesgo para los consumidores.

## **2.2 Bases Teóricas**

### 2.2.1 Definición de aguardiente

Producto proveniente de la destilación de mostos fermentados. Se caracteriza por conservar un aroma y un gusto particular inherentes a la sustancia sometida a fermentación y destilación. Se designa por la frase: "Aguardiente de" seguida del nombre de la materia prima de la cual proviene; también se puede denominar por un nombre específico<sup>(3)</sup>

### 2.2.2 Definición de aguardiente de caña

Aguardiente obtenido exclusivamente a partir de mostos de jugos, mieles y melazas, jarabes y soluciones de azúcar de caña u otros derivados similares de la caña de azúcar, sometidos a los procesos de

fermentación alcohólica y posterior destilación. Se incluyen también sus mezclas. Dependiendo del país o región de procedencia también se le conoce con los siguientes nombres: cañazo, llonque, guaro, guaron, espíritu de caña, cachaza, tafía, branquiña, y otros. <sup>(4)</sup>

### 2.2.3 Definición de aguardiente de caña compuesto

Aquel cuyo sabor y aroma se han modificado por la adición de sustancias aromatizantes naturales de uso permitido, de manera que no se desvirtúen sus características de origen. A este aguardiente se le pueden adicionar o no azúcares o aditivos alimentarios permitidos. <sup>(4)</sup>

### 2.2.4 Requisitos generales

- La materia prima que se utilice para la elaboración del producto deberá estar libre de impurezas o sustancias contaminantes.
- El equipo de destilación puede ser continuo o discontinuo.

### 2.2.5 Requisitos organolépticos

- Aspecto líquido transparente, libre de partículas en suspensión y/o sedimentos.
- Aroma y sabor típico a aguardiente de caña.
- Color incoloro o ligeramente ambarino.
- Requisitos fisicoquímicos

**TABLA N° 1: REQUISITOS FISICOQUÍMICOS DEL AGUARDIENTE DE CAÑA**

Requisitos	Valores Límite	Métodos de ensayo
Grado alcohólico a 20 °C, %Alc .Vol <sup>1</sup>	Mín. 32 Máx. 50	NTP 211.004 ó NTP 210.003
Metanol como metanol. (*)	Máx. 30	NTP 210.022 ó NTP 211.035
Furfural como furfural. (*)	Máx. 5	NTP 210.025 ó NTP 211.035
Aldehidos como aldehidos. (*)	Máx. 40	NTP 210.020 ó NTP 211.035
Suma de componentes volátiles diferentes al alcohol etílico. <sup>2</sup> (*)	Mín. 200 Máx. 650	NTP 211.040 ó NTP 210.020 NTP 210.022 ó NTP 211.0303 NTP 210.021 ó NTP 210.025
(*) : Expresado en mg/100mL AA <sup>1</sup> En cuanto al grado alcohólico indicado en el rotulado, se permitirá una tolerancia de ±0.5 grados alcoholímetros. <sup>2</sup> La determinación de componentes volátiles se realiza con la suma de los resultados de: aldehídos, esterés, metanol, alcoholes superiores, y acidez volátil.		

**Fuente:** NTP 211.010

#### 2.2.6 Definición de alcohol

Es el nombre común de una sustancia tóxica llamada alcohol etílico o metílico. Es depresora del sistema nervioso central, a grandes dosis, el alcohol es un veneno narcótico que produce intoxicación con incoordinación muscular, delirio y coma.

Según algunos investigadores es “veneno para la conciencia”. De acción nociva no solamente para el individuo, sino para la sociedad y aún para la raza humana <sup>(3)</sup>.

#### 2.2.7 Definición de metanol

El llamado metanol o alcohol de madera se denomina también alcohol industrial, alcohol de cocina o alcohol de “reverbero”. Es un ingrediente común en muchos solventes, removedores de pintura, soluciones de limpieza, colorantes, resinas, adhesivos. Productos de impermeabilización, cristales y productos fotográficos y otros materiales. El amplio uso que tiene el metanol, en la industria hace mayor el riesgo de exposición <sup>(3)</sup>.

El metanol no es producto de la fermentación alcohólica, su producción proviene de la acción de la pectin – metilesterasa (PME) sobre las pectinas <sup>(2)</sup>.

El metanol ( $\text{CH}_3\text{OH}$ ) es un líquido incoloro, volátil e inflamable con un ligero olor alcohólico en estado puro. Es un líquido altamente venenoso y nocivo para la salud. Es miscible en agua, esterres, cetonas y muchos otros solventes. Es poco soluble en grasas y aceites <sup>(2)</sup>.

#### 2.2.8 Mecanismo de toxicidad

El metanol es metabolizado en el hígado, en la mitocondria del hepatocito, por el alcohol deshidrogenasa a formaldehído y subsecuentemente por el aldehído – deshidrogenasa a ácido fórmico. La

acidosis sistémica es causada por el ácido fórmico y por el ácido láctico que se genera; mientras que la ceguera es causada principalmente por el formiato.<sup>(3)</sup>

Tanto el etanol como el metanol compiten por la enzima alcohol – deshidrogenasa, aunque esta enzima prefiere metabolizar el etanol (afinidad 20 veces mayor); por ello el tratamiento para la intoxicación por metanol se basa en el uso de alcohol etílico<sup>(3)</sup>.

#### 2.2.9 farmacocinética

El metanol se absorbe bien a nivel gastrointestinal y alcanza su máxima concentración entre los 30 y 90 minutos tras la ingesta, con un volumen de distribución de 0.6 a 0.7 L/Kg. Se considera que la ingesta de unos 30 ml ya es tóxica y si es superior a 1g/Kg es potencialmente letal. Niveles plasmáticos superiores a 0.2 g/L son tóxicos y potencialmente mortales si superan los 0.9 g/L. la vida media sérica en caso de intoxicación leve es de 14 a 20 horas, mientras que en la grave aumenta a 24 – 60 horas.

La mayor parte del metanol (90 – 95%) se metaboliza a nivel hepático por acción de la ADH, a una velocidad que supone la quinta parte del alcohol etílico, y se produce formaldehído, que rápidamente es oxidado a ácido fórmico.<sup>(3)</sup>

El metanol es absorbido y rápidamente distribuido por el agua del cuerpo. No se une a proteínas. Es metabolizado lentamente por el

alcohol – deshidrogenasa. La vida media oscila entre 2 y 24 horas. Cerca del 3% es excretado sin cambios por el riñón y menos del 10% a través del pulmón <sup>(3)</sup>.

#### 2.2.10 Dosis toxica

La dosis letal del metanol está estimada en 30 – 240 ml (20 – 150 gramos). La dosis tóxica mínima es aproximadamente de 100 mg/kg.

Se pueden encontrar niveles elevados de metanol en sangre luego de exposición dérmica extensa o por inhalación. Una concentración sérica de 40 mg% es mortal <sup>(2)</sup>.

#### 2.2.11 Morbilidad y mortalidad

A pesar del tratamiento intensivo, la mortalidad es del 20% y de los sobrevivientes, 20 a 25% tiene defectos visuales permanentes, disminución de la agudeza visual o ceguera total. La evidencia reciente sugiere que la evaluación clínica, el pronóstico y el desarrollo de deficiencias oculares permanentes se relacionan con varios factores claves: gravedad de acidosis, retraso de tratamiento y niveles sanguíneos de formato.

Es frecuente que haya secuelas neurológicas después de la intoxicación aguda con metanol. En 10% de los casos hay edema cerebral. Asimismo, aparecen parálisis pseudobulbar, convulsiones, desarrollo de



reflejos primitivos, deficiencias intelectuales, mielitis transversa y estado vegetativo persistente <sup>(3)</sup>.

#### 2.2.12 Tratamiento

El tratamiento está dirigido a reducir al máximo la formación de metabolitos tóxicos del metanol, lo cual se logra con la administración de etanol. La base de su uso se debe a la mayor afinidad que tiene este alcohol por la enzima alcohol deshidrogenasa con respecto al metanol (20 veces); para así reducir la formación de sus metabolitos y la eliminación completa del metanol, controlando los daños ocurridos por la intoxicación. El tratamiento debe incluir lo siguiente:

- Mantenimiento de la vía aérea y soporte ventilatorio si es necesario.
- Tratamiento de las convulsiones cuando se presenten.
- Lavado gástrico: se realiza solo hasta la primera hora después de la ingestión, pasado este tiempo el metanol se ha absorbido completamente.
- Control de la acidosis metabólica: bicarbonato 0.5-1mEq/Kg <sup>(2)</sup>.

#### 2.2.13 Norma Técnica

Las siguientes normas contienen disposiciones que al ser citadas en este texto, constituyen requisitos de esta Norma Técnica Peruana. Las ediciones indiadas estaban en vigencia en el momento de esta

publicación. Como toda Norma esta sujeta a revisión, el organismo Peruano de Normalización posee, en todo momento, la información de las Normas Técnicas Peruanas en vigencia.

NTP 211.010 2005 BEBIDAS ALCÓHLICAS. Aguardiente de caña requisitos.

NTP 211.035.2008 BEBIDAS ALCOHÓLICAS. Métodos de ensayo. Determinación de metanol y congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración, mediante cromatografía de gases. (Revisadas en 2014).

### **2.3 Definición de Términos Básicos**

- Acidosis metabólica: Afección en la cual hay demasiado ácido en los líquidos corporales afección en la cual hay demasiado ácido en los líquidos corporales.
- Aguardiente: Bebida alcohólica obtenida de la destilación del mosto fermentado de las melazas de la caña. En su proceso de fermentación se generan alcoholes de diferentes longitudes, siendo los de mayor concentración el etanol y metanol.
- Amaurosis: Pérdida total o casi completa de visión producida por una causa orgánica.

- **Bebidas alcohólicas:** Son los productos alcohólicos aptos para el consumo humano, provenientes de la fermentación, destilación, preparación o mezcla de los mismos, de origen vegetal.
- **Cromatografía:** Es una técnica química de separación en las cuales la fase móvil es un gas o un líquido y la fase estacionaria un líquido o un sólido.
- **Cefalea:** Dolor de cabeza intenso y persistente que va acompañado de sensación de pesadez.
- **Cianosis:** coloración azulada de la piel o de las membranas mucosas que generalmente se debe a la falta de oxígeno en la sangre.
- **Destilación:** Es la operación de separar, mediante calor, los diferentes componentes líquidos de una mezcla, aprovechando las diferencias de volatilidades de los compuestos a separar.
- **Hiperventilación:** Es un fenómeno respiratorio que suele aparecer en aquellas personas que sufren ataques de pánico.
- **Fermentación:** Es un proceso que degrada moléculas para transformarlas en otras moléculas más simples.
- **Fermentación alcohólica:** Es un proceso biológico de fermentación en plena ausencia de aire (oxígeno - O<sub>2</sub>), originado por la actividad de algunos microorganismos que procesan los hidratos de carbono. Para

obtener como productos finales: alcohol en forma de etanol y dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>).

- Grado alcohólico: Es la expresión en grados del número de volúmenes de alcohol (etanol) contenidos en 100 volúmenes del producto, medidos a la temperatura de 20 °C.
- Grados Brix: Sirven para determinar el cociente total de sacarosa disuelta en un líquido, donde una solución de 25 °Brix contiene 25 g de azúcar (sacarosa) por 100 g de líquido.
- Levadura: Son hongos microscópicos unicelulares que son importantes por su capacidad para realizar la fermentación de diversos cuerpos orgánicos, principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias.
- Licor: Es la bebida alcohólica obtenida mezclando o redestilando alcohol etílico rectificado extra neutro o aguardiente de caña rectificado, con aditivos alimentarios de uso permitido, producidos por destilación, infusión, percolación o maceración.
- Neuritis óptica: inflamación del nervio óptico que puede causar una reducción repentina de la visión en el ojo afectado.

- Vértigo: Sensación ilusoria de que las cosas externas están rotando o desplazándose alrededor de uno o de que es uno mismo quien está dando vueltas en el espacio; es debido a una alteración de los órganos del oído que regulan el equilibrio o del sistema nervioso central.

# **CAPÍTULO III:**

## **METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

### **3.1 Tipo de Investigación**

#### **3.1.1 Método**

Inductivo: porque al analizar la presencia de metanol podemos inducir que todos los productos de la misma fabricación pueden presentar las mismas características.

#### **3.1.2 Técnica**

Descriptivo: Porque busca especificar o identificar las propiedades importantes de las bebidas que presentan altas cantidades de metanol, describe las propiedades toxicológicas del metanol y el daño que puede producir en nuestro organismo de ser ingeridas.

Transversal: se recolectaran datos en un determinado y único momento que intenta analizar en un periodo corto de tiempo su propósito es describir las variables en un momento dado.

#### **3.1.3 Diseño**

No experimental: Porque estudia, analiza e interpreta datos obtenidos y recomienda en base a los datos obtenidos.

### 3.2 Población y muestreo de la investigación

#### 3.2.1 Población

Bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac equivalente a N= 6.

#### 3.2.2 Muestra

Habiendo realizado los cálculos de tamaño de muestra para población finita establece como n= 3.

### 3.3 Variables e indicadores

**TABLA N°2: VARIABLES E INDICADORES**

<b>Variable</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
Concentración de metanol	Por encima de: 30mg/100ml.	Desaprobado
	Por debajo de 30mg/100ml.	Aprobado

**Fuente:** elaboración propia

### 3.4 Técnicas e Instrumentos de Recolección

#### 3.4.1 Técnicas

El metanol se detecto por el equipo de Cromatografía de Gases con detector de ionización de llamas (FID), establecido por la Norma Técnica Peruana 211.035.2008. El análisis fue realizado en Laboratorios CERTILAB.

## Método Analítico

### Cromatografía de Gases con detector de ionización a la llama (FID)

Consiste en la separación de compuestos para poder identificarlos, cuantificarlos y purificarlos, siendo una de las técnicas analíticas más sensibles, está basada en un soluto gaseoso que es transportado por una fase móvil gaseosa, la fase estacionaria suele ser un líquido no volátil que recubre el interior de una columna, esta es la forma más común de cromatografía de gases conocida como cromatografía de reparto gas-líquido, en ocasiones la fase estacionaria contiene partículas sólidas en donde el soluto puede adsorberse, a esta técnica se la denomina cromatografía de adsorción gas-sólido.

Los principales componentes en un sistema de cromatografía de gases son: gas portador, el puerto de inyección, el horno del inyector el horno que contiene la columna, el horno del detector, el detector y el sistema de registro e integración siendo este un software computarizado. La velocidad de flujo del gas acarreador se controla para asegurar tiempos de retención reproducibles y minimizar las variaciones y ruidos en el detector.

Gas portador.- Es el que cumple la función de fase móvil, el Helio es el más utilizado pero también se utilizan otros como el Nitrógeno ( $N_2$ ), Argón (Ar) y el Hidrógeno ( $H_2$ ), los mismos que vienen en tanques presurizados con reguladores de presión, calibradores y medidores para controlar la velocidad en el flujo.



Sistema de inyección de muestra.- Se usan microjeringas calibradas para inyectar la muestra en el septum de caucho o silicona localizado en la cabeza de la columna, el mismo que se encuentra a una temperatura sobre el punto de ebullición del componente menos volátil de la muestra, la cantidad a inyectar está entre el 1ul hasta los 20 ul.

Columnas y hornos de columnas.- Existen dos tipos de columnas las empaquetadas y las tubulares abiertas o capilares, siendo las segundas las más utilizadas en la actualidad de los análisis cromatográficos por ser más rápidas y eficientes. Las columnas varían de longitud desde 2 metros hasta 50 metros, son de acero inoxidable, vidrio, sílice fundida o teflón, son enrolladas a fin de que encajen en el horno.

La temperatura óptima de la columna se la da en el horno, y depende del punto de ebullición de las muestras y el grado de separación necesario, en el caso de muestras con un intervalo de ebullición amplio, frecuentemente se utiliza un programa de temperaturas o rampas, en donde se incrementa la temperatura de forma continua o escalonada, según avanza la separación.

Sistemas de detección.- El detector de ionización de llama (FID) es el más aplicable y utilizado en cromatografía de gases, funciona enviando el efluente de la columna hacia una pequeña llama de aire/hidrógeno, los efluentes generalmente orgánicos producen iones y electrones cuando se descomponen químicamente a la temperatura de la llama aire/hidrógeno, esta monitorización de la corriente que se da por captar las cargas permite la detección, la recolección de los iones y electrones

se da por la aplicación de varios centenares de voltios entre la punta del mechero y un electrodo colector que se encuentra encima de la llama, esta corriente resultante en amperios se mide en un picoamperímetro.

#### 3.4.2 Instrumentos

- Cromatografo de Gases con detector de ionización a la llama (FID)
- Balanza analítica con precisión 0.1 mg
- Jeringa graduada en microlitros y micropipetas
- Hoja de resultados

## CAPÍTULO IV:

### PRESENTACIÓN, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

#### 4.1 Resultados

Los resultados obtenidos por parte del laboratorio de referencia fueron proporcionados en mg/100mL AA.(alcohol anhidro)

Los resultados se han distribuido en tablas para su mayor comprensión. Las tablas indican los niveles de la concentración de metanol hallados y su grado alcohólico.

**TABLA N°3: CONCENTRACIÓN DE METANOL Y GRADO ALCOHÓLICO EN BEBIDAS DE AGUARDIENTE DE CAÑA.**

Ensayo	Resultado			Unidades
	Muestra 1	Muestra 2	Muestra 3	
Grado alcohólico	12,55	24,58	36,63	v/v
Alcohol metílico (metanol)	No detectable	No detectable	No detectable	Mg/100mL AA

AA: Alcohol Anhidro

**Fuente:** Informe de ensayo Certilab

Observaciones: Limite de detección instrumental: alcohol metílico: 1,16mg/100mL AA.

## 4.2. Análisis e Interpretación de Resultados

Como se muestra en la tabla N° 1: requisitos fisicoquímicos del aguardiente de caña establecidos en la NTP 2011.035, indican como límite máximo 30mg/100ml de metanol, y 32 v/v como máximo a 52 v/v como concentración mínima de grado alcohólico lo cual nos indica lo siguiente:

La muestra N°1 posee un grado alcohólico de 12,55 v/v y una concentración de metanol no detectable, los cuales comparados con los parámetros establecidos por la NTP indica que esta bebida podría presentar niveles muy bajos de metanol, además de una muy baja concentración de grado alcohólico, lo cual podría ser un indicio de que está haya podido ser adulterada por dilución por otro tipo de sustancia.

La muestra N°2 se determina un grado alcohólico de 24,58 v/v y una concentración de metanol no detectable, si comparamos estos resultados con los parámetros que establece la NTP, esta muestra presenta niveles muy bajos de metanol y una concentración de grado alcohólico por debajo de los límites permisibles.

La muestra N°3 posee un grado alcohólico de 36,63 v/v y una concentración de metanol no detectable, los cuales comparados con los parámetros establecidos por la NTP nos indica que esta bebida podría presentar niveles muy bajos de metanol, pero si presenta una concentración de grado alcohólico dentro de los parámetros.

## DISCUSIÓN

En la investigación realizada por Cañihua Huaman Lita 2014 se evaluó pisco acholado expendido en el distrito de el agustino no encontrándose valores por encima del límite permisible de 30mg/100mL.

En la presente investigación se evaluó aguardiente de caña expendido en el distrito del Rímac, encontrando en el resultado valores de metanol no detectables asumiendo que las bebidas son aptas para el consumo humano.

En la investigación realizada por Bach Roxana Arauco Marín se evaluó chicha de jora en mercados de abasto de Lima Metropolitana, encontrándose rangos mínimos de metanol, siendo estos permisibles por la norma técnica.

En los análisis realizados por Romero Portal Rosa en el 2014, en las bebidas de pisco, anisado y vino, se concluyó que la cantidad de metanol se encuentra por debajo del límite establecido, de la misma manera que la presente investigación.

En el trabajo realizado por Bach María Luisa Bedoya y Diego Galván quienes analizaron distintas bebidas alcohólicas destiladas para determinar metanol, furfural y alcoholes superiores, concluyeron que el 13.13% de las muestras analizadas presentan concentraciones de metanol por encima del límite establecido dado por la Norma Técnica Peruana.

Como podemos apreciar en los trabajos anteriores la mayoría arroja como resultados rangos mínimos de metanol siendo estos permisibles por la Norma técnica Peruana al

igual que en mi presente trabajo, a excepción del trabajo realizado por Bach María Luisa Bedoya y Diego Galván quienes analizaron distintas bebidas alcohólicas destiladas para determinar metanol, furfural y alcoholes superiores, quienes si arrojaron como resultado muestras con altas concentraciones de metanol no permisibles, cabe resaltar que este trabajo fue realizado en el año 2012 , año en el cual aún no regía la ley N°28317 Ley de Fiscalización y comercialización de Alcohol Metílico, lo que podría ser un indicio de la adulteración en aquella época y que gracias a la nueva ley haya disminuido la adulteración de este tipo de bebidas con metanol en los últimos años, siendo esto vivible en los resultados arrojados en las demás investigaciones realizadas en el último año.

## CONCLUSIONES

- Se determinó que las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac si cumplen con los parámetros de metanol, mas no con el de grado alcohólico establecidos por la Normativa Técnica Peruana , de junio a octubre 2015.
- No se identifico la presencia de metanol en bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac.
- Si se determinó que la concentración de metanol se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP).
- Se determinó que cero por ciento de las muestras analizadas presentan concentraciones de metanol por encima del límite permisible establecido por NTP.

## RECOMENDACIONES

- Dado que las muestras de bebidas alcohólicas expendidas en mercados informales no logran evidenciar niveles altos de metanol se recomienda en base a las evidencias, evaluar la concentración porcentual de etanol, para determinar si están dentro de los rangos establecidos.
- Se recomienda para estudios posteriores analizar todos los alcoholes superiores presentes en la muestra y así poder tener un indicio de la posible sustancia de adulteración.
- Se recomienda analizar e investigar más a fondo la cantidad de agua presente ya que podría estar siendo utilizada como diluyente para la adulteración de bebidas alcohólicas.
- Debido a las evidencias encontradas, se recomienda ampliar el número de muestras para incrementar la significancia.



## FUENTES BIBLIOGRÁFICAS

1. Romero Portal R; Determinación de metanol en bebidas alcohólicas expendidas en bodegas del distrito de V.E.S. (Tesis Químico Farmacéutica). Perú. Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica Universidad Alas Peruanas; 14, 2014.
2. CañihuaHuaman L; Determinación de metanol en pisco acholado comercializado en el distrito del agustino. (Tesis Químico Farmacéutica). Perú. Escuela profesional de Farmacia y Bioquímica Universidad Alas Peruanas; 10, 14, 33,35, 2014.
3. Bedoya Quezada M, Galván Ramos D; Determinación de la concentración toxicológica de metanol, furfural y alcoholes superiores en bebidas alcohólicas destiladas. (Tesis Químico Farmacéutica). Perú. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 12-14,53, 2012.
4. Norma Técnica Peruana. NTP 211-010 2005. Bebidas Alcohólicas. Aguardiente de caña 3-4,2008.
5. Collado Pacheco A, Variación de la concentración de metanol en cadáveres en función al tiempo. (Tesis para Magister de Toxicología). Perú. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2012.
6. Sánchez Paz A., Determinación de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales y populares de mayor consumo en dos regiones de la república de Guatemala por cromatografía de gases. (Tesis Química Farmacéutica). Guatemala. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Universidad de San Carlos de Guatemala; 2005.

7. Arauco Marín R, Vallejos Bocanegra E; Determinación de metanol en chicha de jora comercializada en tres importantes mercados de abasto de Lima Metropolitana. (Tesis Químico Farmacéutica). Perú. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2014.
8. Gonzalo Zapata J, Savogal A, Montes A, Rodríguez G; Una estimación de la adulteración y la falsificación de bebidas alcohólicas en Colombia. (artículo). Colombia. 2012
9. Mc Nair H, Bonelli E; Curso Básico de Cromatografía en Fase de Gas. California.1980.
10. Norma Técnica Peruana. NTP 211.035-2008. Bebidas alcohólicas. Métodos de ensayo. Determinación del metanol y congéneres en bebidas alcohólicas y en alcohol etílico empleado en su elaboración mediante cromatografía de gases- INDECOPI. Lima. 2008.
11. Roballo Vásquez K., Determinación de metanol, furfural y alcoholes superiores en Piscos artesanales del distrito Los Aquijes del departamento de Ica. (Tesis para optar título de Química Farmacéutica). Perú: Universidad Privada Norbert Wiener; 2006.

12. Coronel S. PNP Vargas Ortiz C, Mayor S. PNP Aguilar Sandoval F. M, Capitán S. PNP Lorente Chalco Y, Teniente S. PNP Quintanilla Rebaza Raúl, Teniente S. PNP Guerrero Peña N. A. Editores. Manual de Criminalística. 1ra edición. Lima – Perú. SG JMD; 2006.
13. Luna Ortiz D., Estandarización de los parámetros de validación de un método analítico para cuantificar la concentración de metanol en bebidas alcohólicas utilizando Cromatografía de Gases. Ambato: Universidad Técnica de Ambato; 2012.
14. Collado Pacheco A, Variación de la concentración de metanol en cadáveres en función al tiempo. (Tesis para Magister de Toxicología). Perú. Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos; 2012.
15. Myriam Gutiérrez MD. Intoxicación por metanol. MSC (en línea)  
<http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Gutierrez-Intoxicacion-Metanol.pdf>.
16. Grupo Factores Riesgo Ambiental. Protocolo de Vigilancia y Control de Intoxicaciones por Metanol. 2011; 1 – 15.  
<http://www.ipsunipamplona.com/es/images/notas/PDF/INTOXICACIONES%20POR%20METANOL.pdf>.

17. Patricia E. Oscanoa, Luis M. Sierra, Juan Miyahira. Características clínicas y evolución de los pacientes con intoxicación por metanol atendidos en un hospital general. RMH (En línea) abr./jun. 2010; Vol.21 No 2: Disponible en <http://www.scielo.org.pe/scielo.php?pid=S1018-130X2010000200004>.

# **ANEXOS**

MATRIZ DE CONSISTENCIA

Título: DETERMINACIÓN DE METANOL EN BEBIDAS ALCOHÓLICAS DE AGUARDIENTE DE CAÑA EXPENDIDAS EN EL DISTRITO DE RÍMAC

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	TIPO
<p>Pregunta principal</p> <p>¿La concentración de metanol presente en las bebidas de aguardiente de caña expendidas en el distrito del Rímac, cumplirá con los límites establecidos por la Normativa Técnica Peruana, junio - octubre 2015?</p> <p>Pregunta secundaria</p> <p>¿Cuál sería la concentración de metanol presente en las bebidas de aguardiente de caña expendidas en el distrito del Rímac, junio -octubre 2015?</p>	<p><b>Objetivo General</b></p> <p>Determinar si las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac cumplen con los parámetros establecidos por la Normativa Técnica Peruana de junio a octubre 2015.</p> <p><b>Objetivos Específicos</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Identificar la presencia de metanol en bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac.</li> <li>Determinar si la concentración de metanol se encuentra dentro de los parámetros establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP).</li> <li>Determinar que porcentaje de las muestras analizadas presentan concentraciones por encima del límite permisible establecido por NTP.</li> </ul>	<p><b>Hipótesis General</b></p> <p>Las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac, cumplirán con los límites establecidos por la Norma Técnica Peruana (NTP).</p> <p><b>Hipótesis Secundarias</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Existirá presencia de metanol en las bebidas alcohólicas de aguardiente de caña expendidas en el distrito de Rímac.</li> <li>La presencia de metanol se encontrará dentro de los límites permisibles dados por la NTP.</li> <li>Será posible que gran porcentaje de las muestras analizadas se encuentren por encima de los límites establecidos por la NTP.</li> </ul>	<p><b>Variable:</b></p> <p>Concentración de metanol.</p> <p><b>Dimensiones</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Por encima de: 30mg/100ml.</li> <li>Por debajo de 30mg/100ml.</li> </ul> <p><b>Indicadores :</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Desaprobado</li> <li>Aprobado</li> </ul>	<p><b>Método de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Inductivo</li> </ul> <p><b>Tipo de investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Transversal</li> <li>Descriptivo</li> </ul> <p><b>Diseño de la investigación</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>No experimental</li> </ul>

Figura N°1: Muestra número uno de aguardiente de caña.



Fuente: Elaboración propia

**Figura N°2: Muestra número dos de aguardiente de caña.**



**Fuente:** Elaboración propia.



**Figura N°3: Muestra número tres de aguardiente de caña.**



**Fuente:** Elaboración propia.