



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA
DE MEXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

INTOXICACION POR METANOL EN EL CONSUMO DE
BEBIDAS ALCOHOLICAS ADULTERADAS

T E S I S I N A
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUIMICA FARMACEUTICA BIOLOGICA
P R E S E N T A ,
MARIA SALOME LOZANO ORTEGA

ASESOR: QFB. ROBERTA OROZCO HERNANDEZ



MEXICO, D. F.

2005

m345426



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
"ZARAGOZA"

INTOXICACIÓN POR METANOL EN EL CONSUMO DE
BEBIDAS ALCOHÓLICAS ADULTERADAS

TESINA

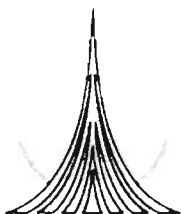
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:

QUÍMICA FARMACÉUTICO BIOLÓGICA

PRESENTA

MARÍA SALOMÉ LOZANO ORTEGA

ASESOR: QFB. ROBERTA OROZCO HERNÁNDEZ



MÉXICO D.F.

Dedicatorias

A la vida,

Por permitirme seguir viva y disfrutar de ti cada instante.

Por ofrecerme la maravillosa oportunidad de tener a mis padres y hermanos, y brindarles la satisfacción de que uno de los objetivos logrados ha sido gracias a su dedicación, amor y confianza.

Por estar al lado de David quien trae felicidad y motivación a mi vida. Gracias amor por tu apoyo y presencia.

Agradecimientos

Facultad de Estudios Superiores "Zaragoza", por ser mi escuela, mi casa y el lugar de mi progreso profesional y social.

QFB. Roberta Orozco Hernández, por brindarme la amistad, apoyo y confianza en el arduo camino recorrido.

Maestros, que con su apoyo, enseñanza, experiencia, trabajo y motivación permitieron que los esfuerzos y triunfos logrados condujeran a momentos llenos de dicha y satisfacción.

A mis amigos, por estar a mi lado y tener la confianza de estar a su lado. Gracias Lili, sabes que sin tu ayuda incondicional en los trámites administrativos hubiera sido diferente.

ÍNDICE

ÍNDICE	1
INTRODUCCIÓN.....	4
OBJETIVOS.....	6
MARCO TEÓRICO	
I. BEBIDAS ALCOHÓLICAS.....	7
1.1 Clasificación de las Bebidas Alcohólicas Destiladas.....	7
1.1.1 Principales componentes de las bebidas alcohólicas.....	8
1.1.1.1 Etanol.....	8
1.1.1.2 Oxidación Biológica de los Alcoholes.....	10
1.1.1.3 Alcoholes Superiores.....	11
1.1.1.4 Acetato de Etilo.....	11
1.1.1.5 Acetaldehído.....	12
1.1.1.6 Furfural.....	13
1.2 Legislación en Materia de Bebidas Alcohólicas.....	14
1.3 Especificaciones Sanitarias de las Bebidas Alcohólicas.....	15
1.3.1 Tequila.....	16
1.3.2 Brandy.....	17
1.3.3 Ron.....	18
1.4 Especificaciones a Vigilar.....	19
1.4.1 Especificaciones Sanitarias.....	19
1.4.2 Especificaciones Químicas.....	19

II.	GENERALIDADES SOBRE EL METANOL.....	22
2.1	Generalidades.....	22
2.2	Fuente Principal de Obtención.....	22
2.3	Propiedades Físicas.....	23
2.4	Relación de Bebidas Alcohólicas Adulteradas con Metanol Causantes de Muerte.....	23
2.5	Farmacología y Toxicología del Metanol.....	24
2.6	Formación de Formaldehído.....	25
2.7	Formación de Ácido Fórmico.....	26
2.8	Factores Determinantes en la Intoxicación por Metanol en el Consumo de Bebidas Alcohólicas Adulteradas.....	26
2.9	Patología de la Intoxicación por Metanol.....	28
III.	INVESTIGACIÓN TOXICOLÓGICA.....	29
3.1	Investigación Toxicológica.....	29
3.2	Signos y Síntomas de la Intoxicación.....	31
3.3	Autopsia.....	33
3.4	Muestras Biológicas Para Analizar.....	34
3.5	Métodos Para Determinar Metanol en Casos de Intoxicación por Metanol en la Adulteración de Bebidas Alcohólicas.....	37
3.6	Manejo de la Muestra.....	38

IV.	CONCLUSIONES.....	39
V.	ANEXO	
5.1	Tratamiento de la Intoxicación por Metanol.....	40
5.2	Determinación de Metanol. Según la Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSAI-1995. Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial. Apéndice B normativo.....	42
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	47

INTRODUCCIÓN

El consumo de bebidas alcohólicas adulteradas en el país, es un problema de salud pública, su comercialización es un conflicto latente en la sociedad, existen daños a las marcas, violación a una serie de normas y principalmente en la salud de quienes las consuman, ya que se pueden ocasionar daños permanentes.

Las bebidas alcohólicas como lo son el ron, brandy, whisky, vodka, aguardiente y tequila, son producto de la destilación de líquidos fermentados elaborados a partir de materias primas vegetales, siguiendo generalmente una fermentación alcohólica, por lo cual, el producto deberá contener sustancias secundarias como acetaldehído, acetato de etilo, metanol, alcoholes superiores y furfural, todos éstos de acuerdo a rangos de concentración establecidos en la normatividad correspondiente a cada bebida.

El no cumplimiento de la normatividad establece que la bebida esta adulterada y por tanto, existe una sanción que aplica la Ley General de Salud apoyada del Código Penal tipificando el tipo de delito en que se incurrió.

En México cada año se consumen millones de cajas de bebidas adulteradas, las cuales según con lo que se haya adulterado se puede ocasionar desde vértigo, ceguera, hasta la muerte.

Un adulterante utilizado en este tipo de delito es el Metanol, también denominado alcohol de madera o alcohol metílico, éste se utiliza en varios procesos industriales y como adulterante del alcohol etílico para desnaturalizarlo. Puede ocurrir intoxicación criminal (la más frecuente) y accidental por confusión con alcohol etílico.

La mayor toxicidad se relaciona seguida de una exposición aguda, la cual causa una severa acidosis metabólica, disturbios visuales y ceguera permanente. Depresión del Sistema Nervioso Central, debido a la ligera ebriedad y otros efectos que son causados por la complicación de la acidosis.

El metanol, puede absorberse a través de la piel o de las vías respiratorias o vía gastrointestinal, y se distribuye en el agua corporal. El principal mecanismo de eliminación del metanol en los seres humanos es mediante la oxidación a formaldehído, ácido fórmico y CO₂.

La investigación presentada, consiste en un análisis y síntesis de la información más importante relacionada con la toxicidad por Metanol que se encuentra en diversos tipos de bebidas alcohólicas adulteradas y que en algunos casos han causado la muerte y otros efectos secundarios ya mencionados. La mayor parte de la población desconoce estos riesgos y por lo tanto se considera un problema de salud pública, que necesita ser estudiado, analizado y presentado. La finalidad de dicho estudio es dar a conocer los riesgos que existen al consumir este tipo de bebidas, de una manera ordenada, actualizada y con una utilidad forense.

OBJETIVOS

- Describir la toxicología del metanol en el ser humano por el consumo de bebidas alcohólicas adulteradas.

- Analizar el efecto que productos del metabolismo del metanol, sobre la función en diversos órganos y sistemas del ser humano.

- Conocer la Legislación Mexicana en materia de bebidas alcohólicas y su penalización en caso de ser adulteradas.

- Mencionar en que casos una bebida alcohólica se considera adulterada según especificaciones encontradas en normas oficiales mexicanas.

- Mencionar los métodos de análisis del metanol en casos de adulteración en bebidas alcohólicas por consumo en seres humanos con una utilidad y enfoque forense .

I. BEBIDAS ALCOHÓLICAS

1.1 Clasificación de las Bebidas Alcohólicas Destiladas

Las bebidas alcohólicas destiladas se clasifican en congenéricas y no congenéricas. Las primeras, son aquellas en donde el valor vegetal usado para su elaboración es tradicional, considerando a este grupo uva, agave y caña de azúcar. Y éstas están representadas por el Brandy (uvas), Ron (caña de azúcar) y Tequila (cabezas maduras de agave).¹

Las bebidas alcohólicas no congenéricas se obtienen a partir de la adición de diferentes componentes para darle las características organolépticas deseadas y están representadas por el Vodka y la Ginebra. El Vodka se elabora a partir del aguardiente sin aroma y que obtiene casi todo su carácter de etanol. La Ginebra, se obtiene a partir de una base alcohólica procedente de una fermentación y aromatización con componentes vegetales de los que el enebro es el más importante, estas bebidas alcohólicas se rectifican y pueden ser susceptibles de ser abocadas, es decir se pueden adicionar ingredientes y aditivos permitidos por la Secretaría de Salud.^{1,2}

1.1.1 Principales componentes de las Bebidas Alcohólicas.

1.1.1.1 Etanol.

El etanol es un líquido aromático combustible que se obtiene de la fermentación de sustancias azucaradas, almidones y celulosa; se constituye en el elemento activo de las bebidas alcohólicas y puede dar origen a intoxicaciones comunes, accidentales, voluntarias, crónicas y ocupacionales.

La determinación de etanol en bebidas alcohólicas adulteradas es la prueba más frecuente en todo laboratorio forense. La proporción de etanol varía del 2 por ciento al 55 por ciento dependiendo del tipo de bebida.³

Se absorbe en un 20-30 por ciento en el estómago, el resto en el intestino delgado (duodeno principalmente), no encontrándose en las heces. Pasa a la sangre a través de la vena porta y desde aquí por el corazón, el cual impulsa la sangre a través de las arterias y se incorpora a la circulación general. Todo el etanol ingerido pasa a la sangre entre 30 y 60 minutos después de la ingestión; en algunas circunstancias puede retrasarse hasta un máximo de 3 horas.^{4,5}

Niveles Tóxicos

250-280 mg / 100 mL de sangre.

En las variaciones de estos niveles influyen condiciones como hipoglucemia y las interacciones con medicamentos. El alcohólico crónico desarrolla una considerable tolerancia al etanol.⁶

Los efectos del etanol de acuerdo a sus niveles en sangre se muestran en la tabla 1:

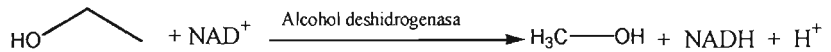
NIVELES EN SANGRE (g /L)	EFEECTO
0.1-0.5	No existen síntomas
0.5-1.5	Ebriedad ligera, euforia, verborragia, excitación, disminución de reflejos y campo visual.
1.5-2.5	Confusión, agresividad y pérdida de control.
2.5-3.5	Coma, falta de respuesta a los estímulos y relajación de los esfínteres.
Mayor a 3.5	Riesgo de muerte.

Tabla 1. Efectos del etanol según niveles sanguíneos

1.1.1.2 Oxidación Biológica de los Alcoholes

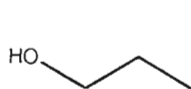
La mayor parte de la dosis ingerida se metaboliza en el hígado, primero se deshidrata a acetaldehído mediante la enzima alcohol deshidrogenasa, el acetaldehído se deshidrata más tarde a ácido acético. El ácido acético penetra en forma de acetilcoenzima A al ciclo de Krebs. Los bien conocidos efectos tóxicos de la ingestión de alcohol al parecer se deben a los efectos del acetaldehído en el sistema nervioso.^{6,7}

Además de las enzimas, las oxidaciones biológicas requieren de las sustancias llamadas coenzimas. La coenzima contiene un grupo funcional complementario al grupo funcional del sustrato, la enzima cataliza la interacción de estos grupos funcionales mutuamente complementarios. Si el etanol se oxida, otra sustancia debe reducirse. Esta otra sustancia es la forma oxidada de la coenzima nicotinamida adenina dinucleotido (NAD). La forma oxidada abreviada de éste es como NAD^+ y su forma reducida como NADH .⁸

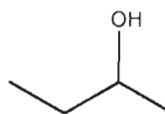


1.1.1.3 Alcoholes Superiores

Son compuestos orgánicos con un número superior de átomos de carbono que el etanol y con uno o más grupos de hidroxilo: 1-propanol, 2-butanol, alcohol isobutílico, alcohol amílico y alcohol isoamílico.⁹



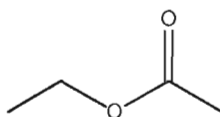
1- propanol



2-butanol

Estos alcoholes superiores son importantes, desde el punto de vista toxicológico, pues el alcohol amílico es tóxico a concentraciones superiores de 40 mg/dL en las bebidas alcohólicas y ocasiona efectos en el SNC, daño en médula ósea, hueso, dolor de cabeza, tos, pérdida parcial o completa del oído, delirio, mareos, náuseas, diarrea, glucosuria, hipoxia, formación de metahemoglobina, coma y muerte.^{1, 9, 10}

1.1.1.4 Acetato de Etilo



Acetato de etilo

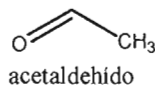
Es volátil y de agradable olor, está presente en pequeñas cantidades en las bebidas alcohólicas, contribuye al buqué.

La cantidad de acetato de etilo, presente dependerá del tipo de bebida y de la marca comercial manejada, encontrándose en condiciones normales en cantidades menores a 2 mg/100 mL, una concentración superior a 550 mg/100 mL indica una alteración microbiológica y no del proceso de esterificación de la bebida durante el añejamiento.^{11,32}

Desde el punto de vista toxicológico, el acetato de etilo es de gran interés porque ocasiona daño renal, hepático, corazón y origina cataratas en la córnea, disturbios gastrointestinales, náuseas, dolor de cabeza, vómito, depresión en sistema nervioso central, anemia, leucocitosis e hinchazón.^{28,32}

1.1.1.5 Acetaldehído

Es un compuesto carbonílico que se encuentra en la mayoría de las bebidas alcohólicas. Se forma como producto de la oxidación secundaria en los procesos de añejamiento, durante el proceso de fermentación (principalmente a temperaturas altas) y durante la destilación de los mostos.



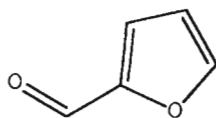
Es un precursor del ácido acético, así como del etanol, es formado a partir del piruvato por medio de enzimas glucolíticas.¹³

Existe una variación en la cantidad presente en las bebidas, que dependerá del tipo de proceso llevado a cabo y tipo de bebida; en las bebidas fermentadas un incremento en la temperatura de fermentación o en la aeración resulta en un alta cantidad del mismo; para las bebidas fermentadas como el Brandy, durante la destilación y añejamiento el acetaldehído es producido por la oxidación del Etanol.

Es de suma importancia, ya que sus reacciones con otros compuestos carbonílicos perjudican la calidad final de la bebida.

1.1.1.6 Furfural

También llamado 2-furan-carbonal, es un compuesto que se forma por la deshidratación de las pentosas en medio ácido y con calor en el proceso fermentativo.



furfural

Su concentración varía de acuerdo al tipo de bebida, la destilación y a las reacciones que presente su proceso de añejamiento. Sin embargo, no contribuye al sabor y aroma de las bebidas, por ser uno de los componentes que se presentan en menor proporción, la función que desempeña es debida a su oxidación al contacto con el aire, formando el ácido furanoico el cual se usa como conservador y bactericida.¹⁴

Desde el punto de vista toxicológico, es de gran importancia observar que la tolerancia al furfural en el aire es de 5 ppm. Este ocasiona disturbios en el sistema nervioso central, dolor de cabeza, pérdida del sentido y opacidad en córnea.^{5,15}

1.2 Legislación en Materia de Bebidas Alcohólicas

El objetivo del H. Congreso de la Unión, es adecuar las exigencias nacionales en el ámbito de Salud, Asistencia y Seguridad Social, con el fin de proteger a todos los mexicanos. Es por ello que tiene la obligación de recibir reformas y adiciones, y a su vez promover las reformas en los rubros de efectos del ambiente en la salud, control sanitario de medicamentos, alimentos, etc. Así como de autorizaciones sanitarias y sanciones administrativas. Por todo lo antes mencionado, la Ley General de Salud reglamenta el derecho a la protección de salud de toda persona en el artículo 4° de la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos y, establece las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y concurrencia de la Federación y Entidades Federativas en materia de salubridad general.¹⁶

La Ley General de Salud, en materia de salubridad general, se encarga de la organización, control y vigilancia de la prestación de servicios y de establecimientos de salud, así como operación y funcionamiento de establecimientos que se dedican a la fabricación, distribución, envasamiento, transportación, almacenamiento, venta y consumo de bebidas alcohólicas por lo cual podrá ordenar y practicar visitas de inspección a los establecimientos correspondientes para verificar el cumplimiento de las disposiciones legales, de no ser así, el Ministerio Público tipificará el tipo de delito de acuerdo a lo que establece el código penal y sancionará a quien haga o permita la adulteración, contaminación o adulteración de bebidas alcohólicas o cualquier otra sustancia o producto de uso o consumo humano con inminente peligro para la salud, se le aplicará de uno a nueve años de prisión y multa equivalente de cien a mil días de salario mínimo general vigente en la zona económica de que se trate.¹⁶

1.3 Especificaciones Sanitarias de las Bebidas Alcohólicas

Para detectar las modificaciones que pudiesen haberse efectuado durante su elaboración, las bebidas alcohólicas son sometidas a un control sanitario a través de una serie de normas elaboradas por la Dirección General de Normas en coordinación con la Secretaría de Salud, las cuales se presentan a continuación:

Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995. Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial: Tiene por objeto establecer las especificaciones sanitarias y disposiciones de etiquetado sanitario y comercial de las bebidas alcohólicas que se comercialicen en el territorio nacional.¹⁷

Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994. Bebidas Alcohólicas- Tequila- Especificaciones.

Norma Oficial Mexicana NMX-V-002-NORMEX-1999. Bebidas Alcohólicas Destiladas Ron- Especificaciones.

La Secretaría de Salud se apoya de estas normas con el objetivo de vigilar que se cumplan las especificaciones sanitarias de sus componentes en cuanto a:

- a) Porcentaje de alcohol; volumen que declara en su etiqueta.
- b) Contenido de compuestos volátiles característicos de la bebida.
- c) Etiquetado.
- d) Envasado.

Dicho control sanitario, en lo que respecta a contenido de compuestos orgánicos volátiles en las bebidas alcohólicas, se lleva a cabo realizando un perfil cromatográfico (identificación y cuantificación) de los componentes orgánicos volátiles, con lo cual se verifica si la bebida ha sido adulterada en cuanto a contenido de compuestos volátiles.¹⁸

1.3.1 Tequila

Es un líquido que de acuerdo a su tipo, es incoloro o amarillento cuando es madurado en recipientes de madera de roble o encino. Sus especificaciones según la Norma Oficial Mexicana NOM-006-SCFI-1994. Bebidas Alcohólicas- Tequila- Especificaciones se encuentran en la tabla 2.

		TEQUILA BLANCO		TEQUILA JOVEN U ORO		TEQUILA REPOSADO		TEQUILA AÑEJO	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo	mínimo	máximo
mg / 100 mL	%alcohol a 20°C	35	55	35	55	35	55	35	55
	Alcoholes superiores	20	400	20	400	20	400	20	400
	Metanol	30	300	30	300	30	300	30	300
	Aldehidos	0	40	0	40	0	40	0	40
	Esteres	2	270	2	350	2	360	2	360
	Furfural	0	1	0	1	0	1	0	1

Tabla 2. Especificaciones químicas de Tequila.¹⁹

1.3.2 Brandy

Es la bebida espirituosa obtenida por destilación del vino, también se pueden obtener destilados a partir de vinos de frutas. En términos de calidad, los brandies más conocidos son el Cognac y, en menor grado, el Armagnac. Ambos brandies se obtienen por destilación del vino blanco producido en regiones geográficas bien definidas de Francia. Las características de cada Brandy vienen determinadas por el suelo, el clima, la variedad de uva, las prácticas avícolas en el cultivo, proceso de vinificación y almacenamiento del vino, la destilación y la maduración.

Se madura en toneles de roble nuevo, aunque existe una cierta variación de acuerdo con el área productora. La madera utilizada y su tratamiento se considera de gran importancia para definir las características del Brandy. Sus especificaciones según la Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995, se encuentran en la tabla 3.

		LÍMITE	
		mínimo	máximo
mg / 100 mL	%alcohol a 20°C	35	55
	Alcoholes superiores	0	500
	Metanol	0	300
	Aldehídos	0	40
	Esteres	2	200
	Furfural	0	4

Tabla 3. Especificaciones químicas de Brandy.¹⁷

1.3.3 Ron

Es una bebida alcohólica destilada a partir del azúcar de caña. Las materias primas empleadas habitualmente en la elaboración del Ron son el azúcar de caña, los jarabes (el almibar) y las melazas. El zumo de caña es el más apropiado para la elaboración del Ron suave y se obtiene prensando el azúcar de caña finamente molido. El zumo de caña se fermenta directamente o bien, en la obtención de Ron de mayor calidad, después de calentarlo y de clarificarlo. Sus especificaciones según la Norma Oficial Mexicana NMX-V-002-NORMEX-1999. Bebidas Alcohólicas Destiladas Ron- Especificaciones, se muestran en la tabla 4.

		RON		RON AÑEJO	
		mínimo	máximo	mínimo	máximo
%alcohol a 20°C		35	55	35	55
Extracto seco (g / L)		0.01	15	0.01	15
Cenizas (g / L)		0	0.6	0	0.6
mg / 100 mL	Alcoholes superiores	30	400	30	400
	Acidez volátil	5	120	5	120
	Metanol	0	10	0	10
	Aldehídos	0	40	0	40
	Esteres	2	200	2	200
	Furfural	0	4	0	4

Tabla 4. Especificaciones químicas de Ron.¹⁵

1.4 Especificaciones a Vigilar

1.4.1 Especificaciones Sanitarias

- ☐ Porcentaje de etanol, volumen que declara en su etiqueta.
- ☐ Contenido de compuestos volátiles característicos de la bebida y de acuerdo a la normatividad vigente.
- ☐ La relación entre el volumen total del líquido y la cantidad de alcohol que contiene de acuerdo a la normatividad correspondiente.
- ☐ Domicilio fiscal.
- ☐ No tienen la declaración de cantidad.
- ☐ No presentan denominación genérica.
- ☐ Carecen de información en idioma español.
- ☐ Identificación de lote.
- ☐ Especificaciones sanitarias de sus componentes.

1.4.2 Especificaciones Químicas

- ☐ Los que contengan colorantes y otros aditivos que no estén expresamente autorizados
- ☐ Los que no cumplan con las especificaciones sanitarias establecidas por la normatividad vigente.
- ☐ Los productos finales que presenten desequilibrios físicos químicos tales como precipitaciones, turbiedades o gases.
- ☐ Los que presenten sedimento y materias extrañas, así como los contaminados con olores o sabores extraños.
- ☐ Los que no cumplan con el contenido de impurezas volátiles.

La Ley General de Salud establece los requisitos que deberán considerar para las bebidas alcohólicas en base a los siguientes artículos:

◆ Artículo 199. Corresponde a los Gobiernos de las Entidades federativas ejercer la verificación y control sanitario de los establecimientos que expendan o suministren al público bebidas alcohólicas en estado natural, mezclados, preparados, adicionados o acondicionados, para consumo dentro o fuera del mismo establecimiento basándose en las normas que al efecto se emitan.¹⁶

◆ Artículo 205. El proceso de los productos deberá realizarse en condiciones higiénicas sin adulteración, contaminación o alteración.¹⁶

◆ Artículo 206. Se considera adulterado un producto cuando;

- Su naturaleza o composición no corresponde a aquellas con que se etiqüete, anuncie, expendan o suministre o cuando no corresponda a las especificaciones de su autorización.
- Haya sufrido tratamiento que disimule su alteración, se encubran defectos en su proceso o en la calidad sanitaria de las materias primas utilizadas.

◆ Artículo 217. Se consideran bebidas alcohólicas, aquellas que contengan alcohol etílico en una proporción no mayor del 2 por ciento a 55 por ciento en volumen.¹⁶

◈ Artículo 218. Toda bebida alcohólica, deberá ostentar en los envases la leyenda “El abuso en el consumo de este producto es nocivo para la salud”. Escrito con letra legible, en colores contrastantes y sin que se invoque o se haga referencia a alguna disposición legal.¹⁶

◈ Artículo 284. La Secretaría de Salud podrá identificar, comprobar, certificar y vigilar, en el ámbito nacional la calidad sanitaria de las bebidas alcohólicas que se comercializan en territorio nacional. En los casos en que los productos no reúnan los requisitos o características que establezca la legislación correspondiente, la Secretaría de Salud aplicará las medidas de seguridad que correspondan.¹⁶

II. GENERALIDADES SOBRE EL METANOL.

2.1 Generalidades.

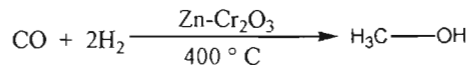
Metanol (alcohol de madera, alcohol metílico, espíritu colonial, nafta de madera), es el alcohol con la estructura más simple.



Es usado en la industria y en la casa como un disolvente de pinturas, thinner, anticongelantes y ocasionalmente en concentraciones arriba de 5 por ciento se emplea como desnaturalizante de etanol, el cual no es para consumo humano. Se encuentra presente en todas las bebidas alcohólicas, en proporción variable incluso en trazas. Proviene de la hidrólisis de las pectinas solubles y propectinas presentes en las materias primas vegetales que se fermentan.^{17, 21}

2.2 Fuente Química del Metanol

Hasta los años veinte, la fuente más importante de metanol era como subproducto en la producción de carbón o a partir de madera, de aquí el nombre de alcohol de madera. Ahora , la mayoría del metanol utilizado es de síntesis, preparado directamente a partir de CO e H₂ :⁸



2.3 Propiedades Físicas

El metanol es un alcohol con fórmula CH_3OH , peso molecular: 32.04 g/mol, punto de inflamación 12°C , temperatura de ignición 464°C , punto de fusión -97.8°C , punto de ebullición de 65°C , líquido incoloro con densidad de 0.796 g/mL. Índice de refracción: 1.328 a 1.329. Miscible en agua, etanol, cloroformo y éter.

La dosis letal es reportada en rangos de 30 a 240 mL. Una dosis letal en el hombre es 1g/kg.²²

2.4 Relación de Bebidas Alcohólicas Adulteradas con Metanol Causantes de Muerte.

El consumo de alcohol en el país es un problema de salud pública, una tercera parte de la población nacional es consumidora asidua. Del total de la población nacional, alrededor del 10 por ciento son mujeres y 22 por ciento hombres. Por otra parte las cifras de ingestión de alcohol van en aumento y consecuencia de esto se reporta que el 70 por ciento de accidentes automovilísticos, 80 por ciento de divorcios, 60 por ciento de suicidios y 14.6 por ciento de homicidios están vinculados con el alcoholismo.

La encuesta nacional de adicciones de 2001 mostró que 38 por ciento de los adictos a bebidas alcohólicas tienen edades entre los 15 y los 19 años. También, hay preocupación en la Secretaría de Salud ya que en zonas indígenas del país se presenta un excesivo consumo.

Ante esta demanda y consumo, la posibilidad de producción de bebidas alcohólicas adulteradas aumenta con las consecuencias nocivas a la población consumidora, ya que se buscan bebidas a bajo costo.⁹

Desde el punto de vista legal y toxicológico es importante señalar que el metanol ha sido utilizado como sustituto del etanol en bebidas alcohólicas fabricadas clandestinamente.

La causa de muerte en casos fatales es el cese súbito de la respiración.

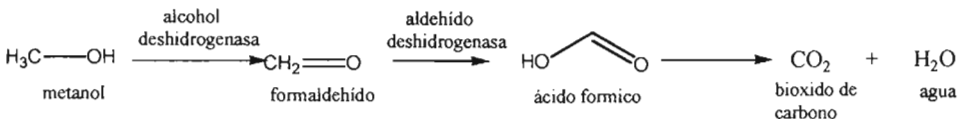
“Más de 100 muertes en un año han resultado por la ingestión o inhalación de alcohol metílico, el cual se usa a menudo como sustituto del etanol”.⁴

2.5 Farmacología y Toxicología

El metanol es absorbido y distribuido por todo el cuerpo de manera similar al etanol. Este es metabolizado por la misma enzima, (alcohol deshidrogenasa y aldehído deshidrogenasa) a formaldehído y ácido fórmico, pero a una velocidad menor que la del etanol. Este metabolismo tan lento cuenta para la acumulación del metanol y sus metabolitos causando un retardo en sus efectos tóxicos.²⁰

La oxidación del metanol se realiza a una velocidad que es independiente de su concentración sanguínea. Sin embargo, ésta es sólo un séptimo de la del etanol y por ello la oxidación y la excreción completa suele requerir varios días.²³

El metabolismo del metanol se muestra a continuación:



Por otra parte, el metabolismo es como en el etanol, ocurre independientemente de la concentración de sangre. El formaldehído es 33 veces más tóxico que el metanol, reaccionando alguna parte directamente con las proteínas corporales y el resto es oxidado más adelante.²⁰

La conversión metabólica no es la única ruta para la eliminación. Una cantidad significativa puede ser excretada sin cambio en pulmones y tejidos. Sin embargo, el metabolismo es lo más común.²⁰

El metanol, como el etanol, es distribuido en el cuerpo en proporciones equivalentes a la cantidad de agua en varios tejidos. Esto puede explicar porqué el ojo es vulnerable a dañarse con pocas cantidades de metanol.²⁰

2.6 Formación de Formaldehído

Después de la absorción, el metanol se distribuye ampliamente por todo el cuerpo y alcanza una concentración en el líquido cefalorraquídeo mayor que en el suero. Probablemente, es muy poco el metanol ingerido que se elimina en el aire aspirado o se excreta en la orina. La mayor parte es oxidada por el hígado a formaldehído y ácido fórmico por la enzima alcohol-deshidrogenasa a una velocidad independiente del nivel plasmático. Por otra parte, puesto que el metanol se metaboliza a una séptima parte de la velocidad del metabolismo del alcohol etílico, pueden ser necesarios varios días para la oxidación completa de una dosis tóxica.²⁴

La toxicidad, es probablemente debida a la metabolización del alcohol metílico, en ácido fórmico o formaldehído, y se ha demostrado que el formaldehído tiene un efecto lesionante selectivo sobre las células retinianas⁴

2.7 Formación de Ácido Fórmico

Después de la ingestión, la excreción por los pulmones y riñones puede continuar por lo menos durante cuatro días. El producto metabólico, ácido fórmico, produce acidosis grave y el pH de la orina puede llegar a 5.0.⁴

2.8 Factores Determinantes en la Intoxicación por Metanol en el Consumo de Bebidas Alcohólicas Adulteradas

Los envenenamientos pueden ocurrir por ingestión accidental de productos que contienen metanol o cuando es utilizado por alcohólicos como sustituto del etanol, ya que éste es más barato. Por otra parte, el metanol y sus metabolitos son toxinas más potentes que el etanol, es esencial que pacientes alcohólicos con envenenamiento con metanol sean reconocidos y tratados tan pronto sea posible.

Una ingestión puede ocurrir, porque el metanol es similar en apariencia al etanol y en general no es conocido públicamente como un tóxico más peligroso que el etanol.²⁰

Además, el incremento en impuestos a bebidas alcohólicas ha ocasionado un aumento en la producción clandestina, es decir se ha dado el fenómeno de sustitución de productos caros por baratos, productos que, son altamente peligrosos para la salud pública de las comunidades.

La primer causa de muerte, entre los jóvenes de 18 a 25 años, son los accidentes ocasionados por el consumo excesivo de bebidas alcohólicas. Aunado a esto, en las barras libres han sido los lugares donde mayormente se ha detectado la presencia de las bebidas adulteradas, siendo así una causa más de intoxicaciones e inclusive de muerte.

Para tener una idea, el 60 por ciento de las bebidas alcohólicas que se venden en México son de “dudosa procedencia”, sin control sanitario y con grave riesgo para la salud. De las 20 millones de cajas de licor que se produce anualmente, hay 12 millones que no pagan impuestos.²⁵

Luego de firmar un convenio con la Secretaría de Salud para desalentar el consumo de alcohol entre los jóvenes, se compromete con la industria a realizar acciones para la desaparición de la práctica de las *barras libres*: promover el desarrollo de programas que difundan estilos de vida saludables y otros que incluyan la moderación en el consumo; participar en investigaciones sobre hábitos de consumo y para conocer la susceptibilidad a los efectos del alcohol en los mexicanos, así como en materia de cirrosis; fomentar acciones para promover la abstinencia en menores de edad; entre otras se aseguró que la Industria ha sufrido un grave perjuicio por la caída de 40 por ciento en sus ventas.

Al referirse a las bebidas adulteradas, se detalló que este fenómeno se incrementó a partir de 1995, con la crisis económica y luego en 1998, cuando los legisladores autorizaron un impuesto de 2 por ciento a las bebidas alcohólicas.

Las bebidas ilegales se venden principalmente en las periferias o en los estados. Tienen un costo de 12 o 14 pesos por litro, son marcas desconocidas pero están envasadas en botellas de los fabricantes serios y que sí pagan impuestos.

Se destaca que en temporada decembrina es común la venta de bebidas alcohólicas adulteradas, cuya comercialización crece en el país alrededor de 200 millones de litros anuales, los cuales pueden ser “venenos mortales”.²⁶

2.9 Patología de la Intoxicación por Metanol

En los casos letales, el hígado, los riñones y el corazón presentan una degeneración parenquimatosa. Los pulmones muestran descamación del epitelio, enfisema, edema, congestión y bronconeumonía. El encéfalo puede presentar edema, hiperemia y petequias. El ojo muestra cambios degenerativos en la retina y edema de la papila óptica y puede existir atrofia del nervio óptico. El epitelio corneal puede presentar cambios degenerativos.⁴

La lesión ocular afecta principalmente las células ganglionares de la retina; es una inflamación destructiva seguida por atrofia. En corto plazo, la retina se congestiona y edematiza y pueden estar borrados los bordes de la papila óptica.²³

El resultado final es la ceguera bilateral, por lo general permanente. La toxicidad ocular parece ser causada en forma específica por concentraciones elevadas de ácido fórmico y es probable que no se deba a la acidosis per se. La muerte causada por el metanol está casi siempre precedida por la ceguera. Ésta puede ser causada por tan solo 15 mL de metanol; la ingestión de 70 a 100 mL suele ser fatal, a menos que el paciente sea tratado.²³

III. INVESTIGACIÓN TOXICOLÓGICA

3.1 Investigación Toxicológica

Una investigación toxicológica comprende un conjunto de procedimientos analíticos, con el objeto de aislar, identificar y determinar cuantitativamente los tóxicos que se presenten en individuos vivos o en cadáveres, con la finalidad principal de emitir un diagnóstico para esclarecer un hecho.²⁷

En toxicología forense, se estudian una gran variedad de muestras que van desde vísceras procedentes de una autopsia a fluidos de individuos vivos, para detectar tóxicos bajo cuyos efectos se ha cometido un delito, o se ha sufrido un accidente.²⁷

El análisis toxicológico médico-legal, se caracteriza por la amplitud y profundidad del análisis, el tiempo aproximado de éste y la interpretación de los resultados, el toxicólogo forense debe tener la capacidad para detectar cualquier sustancia química exógena presente en el material biológico entregado para su análisis.

La detección y medición de metanol en casos de adulteración de bebidas alcohólicas es imprescindible en un laboratorio forense, ya que mediante este análisis se puede evitar a la brevedad posible, la intoxicación de seres humanos que puedan consumir este tipo de bebidas.

El toxicólogo forense se vale de dos pruebas para determinar los resultados.

⊕ Pruebas Presuntivas

Conocidas también como pruebas de orientación. Deben ser sensibles, para que al tener resultados negativos, puedan concentrarse los esfuerzos analíticos en unos pocos grupos.

⊕ Pruebas confirmativas

Al sospechar que se tiene una sustancia de importancia para el análisis por las pruebas presuntivas realizadas con anterioridad, su presencia debe confirmarse por al menos dos técnicas independientes de tipo confirmativas, los resultados que se obtienen son de carácter cuantitativo y deben ser consistentes, para evitar al máximo las interferencias y conocer la precisión y exactitud de los métodos utilizados, estas últimas características son las que distinguen los análisis toxicológico forenses.

3.2 Signos y Síntomas de la Intoxicación

El metanol produce menos embriaguez que el etanol; en realidad, la embriaguez no es un síntoma importante de la intoxicación por metanol, a menos que se haya consumido una gran cantidad o también se haya ingerido etanol. Un periodo asintomático latente de 8 a 36 horas puede preceder el comienzo de los síntomas de intoxicación. Si se consume etanol en forma simultánea y en cantidad suficiente, los signos y síntomas de la intoxicación por metanol pueden estar bastante demorados o, en ocasiones aún eliminados en tales casos, la intoxicación por etanol es prominente y puede no sospecharse la ingestión de metanol.²³

Los signos y síntomas de la intoxicación por metanol incluyen cefalea, vértigo, vómitos, dolor intenso en el abdomen superior, dorsalgia, disnea, intranquilidad motora, extremidades frías y húmedas, visión borrosa e hiperemia del disco óptico. El pulso es lento en los pacientes graves.²³

La mayor toxicidad se relaciona seguida de una exposición aguda, la cual causa una severa acidosis metabólica, disturbios visuales y ceguera permanente. Depresión del SNC debido a la ligera ebriedad, la severa secuela metabólica y otros efectos son causados por la complicación de la acidosis. La observación de laboratorio más pronunciada es la acidosis metabólica grave, el resultado de la oxidación del metanol a ácido fórmico, que se acumula.^{20,23}

También, se evidencia cetonemia y acetonuria moderadas. El coma puede presentarse con sorprendente rapidez en sujetos relativamente asintomático. La respiración es lenta, superficial, entrecortada y con "boca de pez" en los pacientes moribundos. Por lo general, la muerte se debe a insuficiencia respiratoria y puede ser súbita o producirse muchas horas después del coma.²³

Poco después del comienzo de la acidosis se hacen evidentes las alteraciones visuales, el aspecto más distintivo de la intoxicación por metanol en el hombre. Son característica las pupilas dilatadas y la visión borrosa.²³

A continuación, se hace una descripción detallada de los disturbios visuales y lo relacionado a la acidosis metabólica.

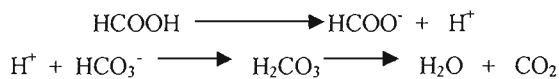
NEUROPATÍA ÓPTICA INDUCIDA POR METANOL

La hiperemia de la pupila es la primera manifestación oftalmológica. Dentro de los primeros dos días, aparece un edema blanquizco, estriado, de los márgenes de la pupila y de la retina cercana. Éste puede durar hasta dos meses y se continua por atrofia óptica de grado leve a intenso.

La disminución en la respuesta a la luz se produce en proporción a la cantidad de pérdida visual. En casos graves las pupilas se dilatan y quedan fijas. También, puede haber parálisis de los músculos extraoculares o apoptosis.²⁸

ACIDOSIS METABÓLICA

Se considera una deficiencia primaria de bicarbonato, lo cual ocasiona una reducción del pH. Puede deberse a un incremento de ácidos endógenos o exógenos que liberan hidrógeno para combinarse con bicarbonato. A continuación, se muestran las reacciones por lo cual el ácido fórmico formado por el metabolismo del metanol forma ácido carbónico, responsable de la acidosis metabólica causada por la intoxicación del metanol:



Las causas son diversas, pero en general se dividen en dos categorías: normoclorémica e hiperclorémica. En la primera, hay un incremento en la brecha de aniones y cloruros normales y la segunda se da con una brecha de aniones normal e incremento de cloruros.

La acidosis metabólica ocasionada por el metanol, se considera normoclorémica ya que, existe un incremento de la brecha de aniones debida al formato que se produce.²⁸

3.3 Autopsia

En los casos letales, el hígado, los riñones y el corazón presentan una degeneración parenquimatosa. Los pulmones, muestran descamación del epitelio, enfisema, edema, congestión y bronconeumonía. El encéfalo, puede presentar edema, hiperemia y petequias. El ojo, muestra cambios degenerativos en la retina y edema de la papila óptica y puede existir atrofia del nervio óptico.⁴

Se ha observado necrosis pancreática en la autopsia y se cree que la lesión pancreática produce el dolor intenso abdominal que con frecuencia acompaña a la intoxicación por metanol.²³

3.4 Muestras Biológicas Para Analizar

Contenido gástrico

El aspirado gástrico, líquido del lavado gástrico o bien vómito, son muestras que deben remitirse al laboratorio siempre que sea posible. Además, si el tóxico penetró por vía oral y no han transcurrido más de 5 – 6 horas desde la ingesta, las concentraciones serán normalmente muy elevadas, lo cual facilita su detección.

Un resultado negativo en el Screening de tóxicos, partiendo del contenido gástrico puede indicar que el tóxico no entró por vía oral o ha transcurrido un tiempo excesivo desde la ingesta, lo cual no descarta la posibilidad de una intoxicación. De cualquier forma, los resultados obtenidos con esta muestra no son representativos del grado de intoxicación, puesto que refieren al tóxico no absorbido.⁵

Sangre

Es una de las muestras más útiles para la identificación de tóxicos y especialmente para el análisis cuantitativo. No hay que olvidar, sin embargo, que los tóxicos orgánicos básicos alcanzan concentraciones muy bajas en esta muestra, siendo muchas veces difícil su detección por los métodos usuales de Screening.

La sangre se utiliza normalmente para el Screening de tóxicos ácidos y neutros, cuyas concentraciones en caso de intoxicación son elevadas, así como para el estudio de gases y sustancias volátiles, siempre que se conserven en recipientes cerrados herméticamente. Una consideración digna de mención es la referente a la conveniencia de obtener muestras de sangre que fluya libremente, sin necesidad de presionar ningún tejido para obtener muestra suficiente.

La razón es que, si se presiona, se recogerá también fluido histico que puede tener concentraciones bastante diferentes del tóxico, introduciendo así, modificaciones importantes en la concentración del tóxico detectado en la sangre. Este efecto será siempre más evidente en aquellos tóxicos que se unen a los tejidos, más que a las proteínas sanguíneas.

En general, tampoco se recomienda el uso de sangre recolectada en la autopsia de cavidades abiertas, por la posibilidad de que se contamine con otros fluidos que pueden tener un efecto de concentración o dilución del tóxico, según los casos.

También, debe tenerse en cuenta el hecho de la distribución del tóxico en la sangre. Normalmente los tóxicos se distribuyen entre los eritrocitos y el plasma en proporción variable para cada sustancia. La mayor parte de los tóxicos orgánicos van disueltos en el plasma o unidos a proteínas, mientras que son pocos los que se transportan unidos a los hematies. Por ello, la sangre total y el plasma son las muestras más representativas. Usando sangre total, nos aseguramos que tanto los tóxicos que se concentran en los eritrocitos como los que se unen a proteínas van a estar presentes en la muestra analizada. Sin embargo, el plasma resulta más cómodo, ya que posee menos interferencias y pigmentos que la sangre y se evita la formación de emulsiones con los disolventes orgánicos, como sucede frecuentemente con la sangre total.⁵

Lo más recomendable, es el envío de sangre total con adición de un anticoagulante adecuado. Tan pronto como sea posible, se centrifuga para separar el plasma y evitar que la hemólisis de los eritrocitos interfiera con el análisis posterior.

Las muestras de sangre post mortem, están a menudo hemolizadas y putrefactas, pero son las únicas disponibles. En estos casos, puede dejarse la muestra en reposo y utilizarse cualquier porción de la misma próxima a la superficie, ya que será rica en plasma.

En general, es mejor agitar la muestra vigorosamente para conseguir una mezcla homogénea, antes de tomar una porción para el análisis. Para romper o disolver los coágulos, puede aplicarse un tratamiento con ultrasonidos (15-20 segundos).⁵

Orina

La orina representa una muestra idónea para realizar una gran variedad de ensayos preliminares en el Screening de tóxicos. Las mayores ventajas de esta muestra, son que la concentración de un tóxico en este fluido puede ser 100 veces mayor que en la sangre, y además la orina esta exenta de proteínas, por lo que las interferencias son mínimas.

Una desventaja es que muchos tóxicos se eliminan prácticamente en su totalidad como metabolitos, que a veces son comunes a varias sustancias, por lo que en estos casos la identificación del tóxico requerirá el análisis de otro fluido o tejido.

A pesar de todo, la orina sigue siendo la muestra de elección para la detección de drogas de abuso, ya que puede obtenerse fácilmente y en cantidades suficientes, y generalmente contiene concentraciones detectables de tóxicos, incluso cuando se han administrado a dosis terapéuticas.

Es aconsejable no añadir conservadores, que podrían interferir en el análisis posterior, debiendo conservarse en frío hasta su análisis. En casos necesarios puede usarse fluoruro sódico o azida sódica.⁵

3.5 Métodos Para Determinar Metanol en Casos de Intoxicación

PRUEBA PRESUNTIVA

A 1 mL de muestra, agregar dicromato de potasio al 2.5% en ácido sulfúrico al 50%, dejar reposar a temperatura ambiente por 5 minutos. Agregar etanol y unos pocos miligramos de ácido cromotrópico y agregar ácido sulfúrico, se formará una capa en el botón del tubo. Un color violeta en la interfase indica la presencia de metanol.

PRUEBA CONFIRMATIVA

Cromatografía de gases.

El metanol puede medirse bien con cromatografía de gas- líquido. Como esta sustancia se volatiliza a temperaturas inferiores al punto de ebullición del agua, se inyecta directamente en suero y orina a la columna bajo las siguientes condiciones:

Muestra: Sangre u Orina

- Columna carbowax 20 M o carbopac C.
- Solución de referencia: Solución acuosa (0.2 mg / mL) de etanol, metanol, alcohol isopropílico y propanol. Inyectar 1 μ L a la columna.
- Tiempo de retención para cada alcohol:

Agua	0,30
Metanol	0,36
Etanol	0,50
Alcohol Isopropílico	0,79
Propanol	1,00

- Adicionar 50 μ L de muestra a 0.5 mL de agua destilada, mezclar e inyectar 1 μ L.
- Identificar cualquier pico en apariencia por la referencia del cromatograma estándar.

3.6 Manejo de la Muestra

Cuando las muestras de sangre vayan destinadas a la determinación de alcohol etílico o cuando se sospeche de una intoxicación por metanol y disolventes orgánicos hay que tomar en cuenta los siguientes puntos: ⁵

- Desinfección del instrumental. Deberá realizarse con agua a ebullición, nunca con alcohol ni desinfectantes.
- Desinfección de la piel. Se efectuará con agua pura o agua con jabón. Nunca se empleará alcohol, tintura de Yodo ni otros disolventes con fracciones volátiles.
- Cantidad de sangre a Extraer: unos 5 mL, con los cuales puede llevarse a cabo varias determinaciones paralelas.
- Frasco para remitir la muestra. Debe emplearse un frasco pequeño, perfectamente lavado y absolutamente seco. La sangre deberá llenarlo totalmente y el cierre debe ser hermético. No se emplearan jamás tubos de ensayo tapados con algodón.
- Aditivos conservadores. Es recomendable adicionar a cada frasco unos 50 mg de fluoruro sódico sólido para los 5 mL de muestra indicados; mezclar bien después de tapar. Se procura evitar que la muestra reciba calor.

IV. CONCLUSIONES

Debido a que la adulteración de bebidas alcohólicas, continua siendo un problema muy serio en México y en otros países, por estar asociado a la ingestión y sus consecuencias, la información aquí presentada nos permite evaluar el por qué de esta adulteración, ya que problemas sociales y económicos llegan a afectar la calidad de vida de una población, poniendo en riesgo su salud y hasta su economía.

Es necesario que haya más difusión en México de este problema, ya que existe una gran cantidad de casos de intoxicación por Metanol y ésta no es fácilmente accesible, así como la metodología para el análisis de los adulterantes involucrados en estos hechos ilícitos.

La Química Legal, nos permite evaluar con más facilidad un problema social que nos atañe a toda la población de una manera más practica , confiable y convincente para el esclarecimiento de un delito.

V. ANEXO

5.1 Tratamiento de la Intoxicación por Metanol

El primer tratamiento para la intoxicación con metanol, como en todas las situaciones de envenenamiento crítico, es apoyo respiratorio.³⁰

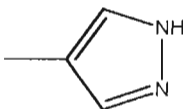
Para pacientes hospitalizados, debe realizarse un lavado gástrico con un tubo de barreno grande, después de proteger las vías respiratorias con intubación endotraqueal. Puesto que el metanol no es removido eficazmente mediante carbón activado, éste no debe emplearse para este tipo de envenenamiento.³¹

Existen tres modalidades “específicas” de tratamiento para el envenenamiento grave:

- La supresión del metabolismo a productos tóxicos por la alcohol deshidrogenasa.
- La diálisis para aumentar la remoción de metanol y sus productos tóxicos.
- La alcalinización para contrarrestar la acidosis metabólica.³¹

La principal enzima responsable para la oxidación del metanol en el hígado es la alcohol deshidrogenasa. El etanol tiene una afinidad mayor por dicha enzima que el metanol. La dosis dependiente característica del metabolismo del etanol requiere el monitoreo frecuente de las concentraciones sanguíneas de etanol para asegurar su concentración apropiada.³¹

El fomepizol, un inhibidor de la alcohol deshidrogenasa aprobado para el tratamiento por envenenamiento por etilenglicol probablemente probará además su uso para el envenenamiento por metanol.³¹



Fomepizol

La hemodiálisis elimina de manera rápida al metanol y al formiato. Sin embargo, el etanol también se elimina en la diálisis lo que altera la dosis de etanol. La hemodiálisis o diálisis peritoneal apresura la eliminación del metanol. La diálisis puede ser iniciada si la concentración de metanol en la sangre es mayor que 50 mg /dL.³¹

Otras dos medidas son tomadas frecuentemente. Debido a la profunda acidosis metabólica, en envenenamiento por metanol quizá será necesario el tratamiento con bicarbonato.

Puesto que el sistema dependiente de folatos es el responsable de la oxidación del ácido fórmico a CO₂ en el humano, es probable la utilidad de la administración de ácido fólico a los pacientes envenenados con metanol, aunque esto no ha sido demostrado en estudios clínicos.³¹

5.2 Determinación de Metanol.

Según la norma oficial mexicana NOM-142-SSA1-N 1995.

Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario y Comercial. Apéndice B normativo.

Determinación de Metanol

Método Químico

Fundamento

El método se basa en la oxidación del metanol a formaldehído por acción del permanganato de potasio en medio ácido. El formaldehído reacciona con el ácido cromotrópico para dar un compuesto colorido violeta que se lee en el espectrofotómetro a 575 nm.

El metanol es un alcohol que se encuentra presente en todas las bebidas alcohólicas en mayor o menor proporción incluso en trazas. Proviene de la hidrólisis de las pectinas (pectinas solubles y propectinas), de las materias primas vegetales que se fermentan.

Por lo tanto, el contenido de metanol está en función del contenido de pectinas de la materia prima vegetal que se fermenta.

Reactivos y materiales

Los reactivos deben ser de grado analítico y por agua se entiende "agua destilada".

Ácido Sulfúrico concentrado (libre de materia oxidable).

Ácido Fosfórico.

Metanol grado HPLC.

Bisulfito de Sodio (NaHSO_3).

Permanganato de Potasio (KMnO_4)

Solución de alcohol etílico al 5.5 % Alc. Vol.

Solución de permanganato de potasio en ácido fosfórico.- Disolver 3 g de permanganato de potasio en 15 mL de ácido fosfórico en un matraz volumétrico de 100 mL y llevar al volumen con agua (esta solución debe prepararse por lo menos cada mes); para la preparación de este reactivo deberá usarse agua destilada libre de materia orgánica.

Acido Cromotrópico o su sal de sodio (1, 8-dihidroxinaftaleno - 3, 6- disódico).

Solución acuosa al 5 por ciento de ácido Cromotrópico.- Preparar una solución acuosa al 5 por ciento de ácido cromotrópico o su sal de sodio (debe filtrarse al momento de utilizarse).

Purificación del ácido cromotrópico.- Si la absorbancia del blanco es mayor a aproximadamente 0,05, hay que purificar el reactivo de la siguiente manera:

Disolver 10 g de ácido cromotrópico o su sal en 25 mL de agua destilada. (Si se está trabajando con la sal añadir 2 mL de ácido sulfúrico a la solución para convertirla a su ácido).

Adicionar 50 mL de metanol, calentar a ebullición y filtrar, añadir 100 mL de isopropanol para precipitar el ácido cromotrópico libre. (Adicionar más isopropanol para incrementar el rendimiento del ácido purificado).

Alcohol bidestilado.- Por destilación simple eliminando el 15 por ciento de cabeza en cada una de las destilaciones y recolectando el 50%; estas destilaciones deben efectuarse a una velocidad aproximada de 250 mL/30 min (Este alcohol se emplea para la preparación del alcohol al 5.5% por ciento (Alc. Vol.) que se utiliza para preparar el patrón y el blanco de reactivos.

Preparación del agua destilada libre de materia orgánica.- Pesar 1 g de permanganato de potasio y 1 g de carbonato de sodio y disolverlos completamente en 4 L de agua destilada, destilar la solución recién preparada, descabezar los primeros 20 mL que destilen.

Solución patrón de metanol al 0.025 % v/v en solución alcohólica al 5.5 %. Medir con pipeta volumétrica 5 mL de metanol y pasarlos a un matraz volumétrico de 100 mL y llevar a volumen con solución de alcohol etílico al 5.5 %, homogeneizar. De esta solución tomar 1 mL en un matraz volumétrico de 100 mL y llevar al volumen con solución de alcohol etílico al 5.5 % y homogeneizar (pueden emplearse múltiplos de estas cantidades).

Materiales

Bureta graduada en décimas de 10, 25 o 50 mL.

Baño maría regulado a 70°C.

Baño de hielo.

Matraces volumétricos, certificados o calibrados, de 50, 100 y 200 mL.

Pipetas volumétricas, certificadas o calibradas, de 1, 2, 5, 10 y 15 mL.

Placa de calentamiento con termostato.

Equipo de destilación completo con juntas esmeriladas de 1000 mL de capacidad.

Pinzas para el equipo de destilación.

Perlas de ebullición o de carburo de silicio.

Termómetro de inmersión parcial certificado o calibrado de 0 a 100°C.

Aparatos

Balanza analítica con sensibilidad de 0,0001 g.

Espectrofotómetro con capacidad para leer a 575 nm.

Preparación de muestra

La muestra deberá llevarse a una temperatura de 20°C en el momento de medirla.

Destilación de la muestra.

Para llevar a cabo la destilación de la muestra, consultar el método de prueba para la determinación del % Alc. Vol. a 20°C.

Diluir la muestra destilada a una concentración de alcohol de 5 a 6 % en volumen con agua destilada.

Si contiene más de 0.05 % de metanol por volumen diluir a la concentración de 5 – 6 por ciento con alcohol al 5.5 %.

Procedimiento

Medir 2 mL de la solución de permanganato de potasio en ácido fosfórico en 3 matraces volumétricos de 50 mL, colocarlos en un baño de hielo hasta que se enfríe, posteriormente añadir por separado un mL de la muestra diluida, un mL de la solución estándar de metanol al 0.025 % y un mL de la solución alcohólica al 5.5 % (este sería el blanco) y dejar reposar 30 min en el baño de hielo.

Decolorar cada uno de los matraces con pequeñas cantidades de bisulfito de sodio seco, agitando individualmente. Añadir un mL de solución de ácido cromotrópico, con el matraz en el hielo añadir lentamente 15 mL de ácido sulfúrico concentrado, agitando constantemente, colocar en baño maría (de 60 a 75°C), durante 15 min, enfriar y adicionar con agitación agua hasta un volumen próximo al aforo, enfriar a temperatura ambiente y llevar al aforo con agua, homogenizar y reposar durante 5 min. Leer la absorbancia de la solución estándar y de la muestra a 575 nm utilizando el blanco para el ajuste del espectrofotómetro (la temperatura de la solución patrón y las muestras no deberán variar más de 1°C ya que esto afecta la absorbancia).

Cálculos: El contenido de metanol expresado en miligramos por 100 mL de alcohol anhidro, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$M = \frac{(A/A') \times 0,025 \times FD \times 0,790 \times 100 \times 1000}{\% Alc. Vol}$$

M= Metanol expresado en mg por 100 mL de alcohol anhidro

A= Absorbancia de la muestra

A'= Absorbancia de la solución patrón de metanol

0.025= Porcentaje de metanol en la solución patrón

$$FD = \frac{\text{Vol. total de la dilución}}{\text{Vol. de la muestra empleada en la dilución}}$$

% Alc. Vol. = por ciento de alcohol en volumen a 20°C de la muestra

0.790= Densidad del metanol expresado en g/mL

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. González C. Influencia de variedad del mosto y los agentes fermentativos en la formación de compuestos volátiles mayoritarios en vinos. Revista alimentaria, 1989: 55-60.
2. Decreto supremo N° 78 reglamenta Ley N° 18,455 que fija normas sobre producción, elaboración y comercialización de alcoholes etílicos, bebidas alcohólicas. (publicado en el diario oficial de fecha 23 de Oct 1986).
3. Benavent A. Vinos y bebidas alcohólicas. España. Reprov17.al, 1999: 75-87.
4. Dreisbach RH. Robertson WO. Manual de toxicología clínica. 6. México DF. El manual moderno, 1999: 155-157.
5. Calaburg G. Medicina legal y toxicológica.4. Barcelona. Salvat, 1991: 576- 608.
6. Alva A. Medicina legal. México. Limusa, 1993: 226-223.
7. Magnúsdóttir K. Etanol in blood after ingestion of light alcoholic beverages. Pharmacology and toxicology 2000; 87: 297-298.
8. Carey FA. Química Orgánica. 3. España. Mc Graw Hill, 1999: 533, 553.
9. Magnúsdóttir K. Ethanol in blood after ingestion of light alcoholic beverages. Pharmacology and toxicology 2000; 87: 297-298.
10. Bratzke R. Death cause by a chain saw- homicide or accident? A cause report with a literature review. Forensic science international 1999;105: 45-59.

11. González C. Influencia de variedad del mosto y los agentes fermentativos en la formación de compuestos volátiles mayoritarios en vinos. Revista Alimentaria, 1989: 55-60
12. Frederick S. Ethyl alcohol: blood levels and performance decrements after oral administration to man. Psychopharmacology 1981; 19: 246-261.
13. Brettel Williams. Drugs and poisson. Analytical chemistry, 1993; 65: 293-310.
14. Lindner E. Toxicología de alimentos. 2. España. Acribia, 1995: 125-148.
15. Norma Mexicana NMX-V-002-NORMEX-1999. Bebidas alcohólicas destiladas ron-especificaciones.
16. Ley General de Salud, Decreto publicado en el diario Oficial de la Federación del 14 de Junio de 1991. Título décimo segundo. Control Sanitario de Productos y Servicios y de su Importación y Exportación. Capítulo I y Capítulo III. Bebidas Alcohólicas.
17. Norma Oficial Mexicana NOM-142-SSA1-1995. Bebidas alcohólicas. Especificaciones sanitarias. Etiquetado sanitario y comercial.
18. Campa CR. Programa nacional de verificación y vigilancia de bebidas alcohólicas. Revista del consumidor. PROFECO. México 1999; 264: 27-36.
19. Norma Mexicana NMX-V-006-SCFI-1994. Bebidas alcohólicas - tequila - especificaciones.
20. Gossel TA. Principles of clinical toxicology. 2. New York. Raven press, 1990: 72-75.
21. Madrid A. Tecnología del vino y bebidas derivadas. España. Mundi prensa, 1994: 63-68.

22. Brettel Williams. Drugs and poisson. Analytical chemistry, **1993**; 65: 293-310.
23. Goodman GA. Las bases farmacológicas de la terapéutica. 8. Buenos Aires. Medica panamericana, **1991**: 1567-1568.
24. Todd SD. Diagnóstico y tratamientos clínicos por el laboratorio. 8. México. Salvat, **1991**: 459-460.
25. La Jornada, 21 Junio 2000.
26. La Jornada, Martes 18 Diciembre 2001.
27. Clarke's. Isolation and identification of drugs. 2. England. The pharmaceutical press, **1986**: 6, 18-19, 633-634,744-745.
28. Vaughon DG. Aspury T. Riordan-Eva P. Oftalmología general. 12. México. El manual moderno, **2000**: 314.
29. Anderson SC. Cockayne S. Química Clínica. Interamericana, **1993**:426-439.
30. Katzung BG. Trevor AJ. Farmacología: autoevaluación y repaso. 2. México. El manual moderno, **2000**: 278.
31. Katzung BG. Farmacología básica y clínica. 8. México. El manual moderno, **2002**: 446-447.
32. Ley General de Salud, Decreto publicado en el diario Oficial de la Federación del 14 de Junio de 1991. Título décimo segundo. Control Sanitario de Productos y Servicios y de su Importación y Exportación. Capítulo I y Capítulo III. Bebidas Alcohólicas.