



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
CUAUTITLÁN

SITUACIÓN ACTUAL DEL CONSUMO DE ALCOHOL Y SU
IDENTIFICACIÓN *POSTMORTEM* EN LA REGIÓN NORTE DE
MÉXICO

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE:
QUÍMICA FARMACÉUTICA BIÓLOGA

PRESENTA:
DIANA GISSEL MORA SANTAMARÍA

ASESOR: Q.F.B. PEDRO CARLOS MIJANGOS VARGAS

CUAUTITLÁN IZCALLI, EDO. DE MÉX.

2012



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.

El presente trabajo se realizó en el Laboratorio de Química Forense, de la Subdirección de Servicios Periciales con sede en Avenida del Trabajo s/n, Colonia San Pedro Barrientos, Tlalnepantla, Estado de México.



ÍNDICE

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Índice. | 2 |
| Abreviaturas. | 5 |
| Índice de figuras. | 8 |
| Índice de tablas. | 9 |
| Índice de gráficas. | 10 |
| 1. Resumen. | 10 |
| 2. Justificación. | 13 |
| 3. Hipótesis. | 14 |
| 4. Objetivos. | 14 |
| 5. Introducción. | 15 |
| 6. Marco teórico. | 21 |
| 6.1. Fisionomía y fisiología del hígado. | 21 |
| 6.1.1 Localización. | 21 |
| 6.1.2 Aspectos Generales. | 22 |
| 6.1.3 Fisiología del hígado. | 23 |
| 6.1.4 Histología hepática. | 24 |
| 6.1.5 Enfermedades del hígado más frecuentemente relacionadas con el consumo de alcohol etílico. | 25 |
| 6.2. Generalidades y propiedades farmacológicas del Alcohol Etílico. | 26 |
| 6.2.1. Absorción y Distribución. | 26 |
| 6.2.2. Biotransformación. | 28 |
| 6.2.3. Efectos metabólicos del alcohol. | 31 |
| 6.2.4. Efectos del etanol en la célula y su membrana. | 33 |
| 6.2.5. Efectos del etanol sobre las funciones integradas del Sistema Nervioso. | 34 |
| 6.2.6. Efectos endocrinos. | 35 |
| 6.2.7. Intoxicación por etanol. | 35 |
| 6.2.8. Tratamiento de la intoxicación aguda. | 35 |
| 6.3. El alcoholismo. | 36 |
| 6.4. Impacto a la Salud Humana que produce el Alcohol Etílico. | 38 |
| 6.4.1. La sobredosis. | 38 |
| 6.4.2. Accidentes y violencia. | 38 |
| 6.4.3. Problemas médicos. | 38 |
| 6.4.4. Interacciones de medicamentos con el alcohol etílico. | 39 |

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.5. Efecto laboral, social y personal que produce el alcohol etílico en una persona. | 42 |
| 6.6. Consumo de Alcohol Etílico y riesgo de accidentes de tránsito. | 44 |
| 6.6.1. La mujer y el alcoholismo. | 47 |
| 6.7. Marco legal en el consumo del alcohol etílico. | 49 |
| 6.7.1. Control de producción y manufactura. | 49 |
| 6.7.1.1. Clasificación de las bebidas alcohólicas. | 49 |
| 6.7.1.2. Leyes y Reglamentos para el control de la producción y manufactura de bebidas alcohólicas. | 50 |
| 6.7.1.3. Regulación de la publicidad de bebidas alcohólicas. | 51 |
| 6.7.1.4. Inclusión de leyendas precautorias. | 52 |
| 6.7.1.5. Restricción de venta a menores de edad. | 52 |
| 6.7.1.6. Control de consumo de bebidas alcohólicas en lugares de trabajo. | 53 |
| 6.7.1.7. Penas y sanciones. | 54 |
| 6.7.1.8. Obligatoriedad de la educación sanitaria sobre el alcohol. | 54 |
| 6.7.1.9. Normatividad sobre la prestación de servicios de atención. | 55 |
| 6.7.1.10. El marco normativo en el ámbito estatal. | 56 |
| 6.7.1.11. Iniciativas de Ley. | 56 |
| 6.8. Factores que afectan la formación natural del alcohol etílico. | 56 |
| 6.9. Variaciones <i>postmortem</i> del alcohol etílico. | 59 |
| 6.9.1. Difusión pasiva. | 59 |
| 6.9.2. Alteraciones <i>postmortem</i> . | 59 |
| 6.10. Utilidad y/o aplicación clínica y forense de la determinación post mortem de alcohol etílico en sangre. | 60 |
| 6.10.1. Aplicaciones Clínicas. | 60 |
| 6.10.2. Aplicaciones forenses. | 61 |
| 6.11. Métodos analíticos para la determinación de alcohol etílico en sangre. | 61 |
| 6.11.1. Métodos colorimétricos. | 61 |
| 6.11.2. Métodos enzimáticos. | 62 |
| 6.11.3. Métodos cromatográficos. | 62 |
| 6.11.4. Otros métodos. | 62 |
| 6.11.4.1. Fotométrico. | 62 |
| 6.11.4.2. Electroanalítico. | 63 |
| 6.11.5. Determinación de alcohol etílico por Microdifusión (Método de Conway) | 63 |

| | |
|------------------------------------------------------------------------|----|
| 6.11.6. Determinación de alcohol etílico por Espectrofotómetro UV-vis. | 63 |
| 6.12. Cadena custodia. | 64 |
| 6.12.1. Recolección de la muestra de sangre en sujetos vivos. | 66 |
| 6.12.2. Recolección de la muestra de sangre en cadáveres. | 67 |
| 6.13. Manejo de la muestra de sangre. | 72 |
| 7. Diseño experimental. | 74 |
| 8. Resultados. | 78 |
| 9. Discusión. | 82 |
| 10. Conclusiones. | 87 |
| 11. Propuestas. | 87 |
| 12. Anexos. | 89 |
| 13. Referencias Bibliográficas. | 93 |

ABREVIATURAS

CO: Monóxido de Carbono.

ADH: Enzima alcohol deshidrogenasa.

CG: Cromatografía de Gases.

MEFS: Micro extracción en fase sólida.

OMS: Organización Mundial de la Salud.

OPS: Organización Panamericana de Salud.

SET: Sociedad Española de Toxicología.

E.U.: Estados Unidos.

ARDS: Síndrome de dificultad respiratoria agudo, por sus siglas en inglés.

Etc.: Etcétera.

Ej.: Ejemplo.

PPB: Procesos psicológicos básicos.

SSA. Secretaría de Salud.

BAC: Blood alcohol content.

ENA: Encuesta nacional del consumo de alcohol.

DOF: Diario oficial de la federación.

LGS: Legislación general de salud.

mL: mililitros.

mg: miligramos.

dL: decilitros.

A.C: Antes de Cristo.

IIF: Instituto internacional forense.

SIDA: Síndrome de inmunodeficiencia humana adquirida.

PGJEM: Procuraduría general de justicia del Estado de México.

FTA: Flinders Technology Associates.

AND: Ácido desoxirribonucleico.

°C: Grados centígrados.

UV-VIS: Ultravioleta visible.

NAD: Nicotinamida

REA: Atenuación de la energía de radiación.

EtOH: Etanol.

D.E. Desviación estándar.

C.V.: Coeficiente de variación.

c.b.p.: Cantidad bastante para.

mg/dL: Miligramos por decilitro.

Nm: Nanómetro.

CPEUM: Código de procedimientos de los Estados Unidos Mexicanos.

ÍNDICE DE FIGURAS.

| | |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Figura 1. Curva de evolución de la concentración de etanol en sangre con respecto al tiempo. | 18 |
| Figura 2. Posición del hígado en relación al torso. | 21 |
| Figura 3. Anatomía del hígado. | 23 |
| Figura 4. Concentración máxima y velocidad de disminución del nivel de alcohol en sangre. | 27 |
| Figura 5. Esquema del gradiente de la concentración del alcohol. | 28 |
| Figura 6. Pasos iniciales del metabolismo del etanol en el hígado. | 29 |
| Figura 7. Evolución de los conceptos sobre la relación entre el metabolismo del etanol y lesiones orgánica. | 31 |
| Figura 8. Consecuencias del alcoholismo en una persona. | 42 |
| Figura 9. Cámara de Conway. | 63 |
| Figura 10. Muestras para necropsia en caso de Toxicología. | 70 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabla 1. Correlación entre alcoholemia, estado y síntomas. | 20 |
| Tabla 2. El hígado y sus funciones. | 24 |
| Tabla 3. Trastornos causados por el consumo crónico del alcohol etílico. | 39 |
| Tabla 4. Estragos que produce el alcoholismo en la industria. | 43 |
| Tabla 5. Efectos del alcohol etílico en una persona promedio de 70 kg. | 44 |
| Tabla 6. Muestras biológicas útiles para el laboratorio de Toxicología Forense. | 69 |
| Tabla 7. Datos que debe llevar una muestra para su remisión al laboratorio. | 71 |
| Tabla 8. Concentraciones obtenidas en las diferentes muestras de alcohol etílico grado HPLC (99%), analizadas en el Espectrofotómetro UV-vis. | 76 |

ÍNDICE DE GRÁFICAS

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| Gráfica 1. Evolución del riesgo de accidentes de tránsito a partir del nivel de alcohol en la sangre. | 45 |
| Gráfica 2. Adolescentes entre 12 y 17 años que tuvieron contacto con el alcohol y el manejo de un automóvil. | 47 |
| Gráfica 3. Inicio del consumo de alcohol en mujeres y hombres. | 48 |
| Gráfica 4. Edad de inicio del consumo de alcohol. | 49 |
| Gráfica 5. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo masculino en el año 2009. | 78 |
| Gráfica 6. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo masculino en el año 2010. | 78 |
| Gráfica 7. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo masculino en el año 2011. | 78 |
| Gráfica 8. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo femenino en el año 2009. | 79 |
| Gráfica 9. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo femenino en el año 2010. | 79 |
| Gráfica 10. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo femenino en el año 2011. | 79 |
| Gráfica 11. Gráfica circular de la concentración de alcohol en sangre de occisos del sexo masculino y femenino de los años 2009, 2010 y 2011. | 80 |

1. RESUMEN

De todos los problemas emergentes de salud pública en México, el alcoholismo ocupa un lugar prominente. La ingestión de alcohol está relacionada, directa o indirectamente, con cinco de las 10 principales causas de defunción, y se ha estimado que el abuso del alcohol, por sí solo, representa 9% del peso total de la enfermedad en México.

De acuerdo con los resultados de las encuestas nacionales de 1998 y 2008 emitidos por la Secretaría de Salud, la situación actual del consumo de alcohol en México es la siguiente:

- ✚ El porcentaje de varones no bebedores bajó de 26.6 a 23.0%, en tanto que el de consumidores aumentó de 73.4 a 77.0%.
- ✚ 79% de los hombres y 53% de las mujeres han consumido alcohol alguna vez en la vida, es decir, más de 32 millones de personas entre 12 y 65 años de edad.
- ✚ El beber grandes cantidades por ocasión, ya sea mensual o semanalmente, sigue siendo el patrón característico de la población masculina (bebedores explosivos).
- ✚ Esta manera de beber se asocia con graves problemas sociales como accidentes de tránsito, riñas y violencia familiar, entre otros.
- ✚ En México, 31% de los hombres y 4% de las mujeres beben en cantidades excesivas (más de 5 copas por ocasión en los hombres y más de 3, en las mujeres).
- ✚ Las consecuencias del abuso de alcohol reportadas con mayor frecuencia por los adolescentes son los problemas con la policía.
- ✚ El 23% de las defunciones por accidente de tránsito con conductores intoxicados ocurren a jóvenes de entre 15 y 24 años de edad.
- ✚ El 10% de los jóvenes varones entre los 12 y los 18 años, consumen altas cantidades (5 o más copas por ocasión).
- ✚ El consumo de bebidas alcohólicas en el Estado de México., entre estudiantes de educación media y media superior, afecta prácticamente por igual tanto a la población masculina (65%) como a la femenina (66.1%).
- ✚ La tendencia en el consumo de alcohol por parte de adolescentes varones presenta un incremento de 27% en 1998 al 35% en 2002. En el caso de las mujeres, pasó de 18% a 25% durante este tiempo.
- ✚ Uno de cada 10 pesos que gasta el Gobierno Federal en salud se destina a tratar padecimientos asociados al abuso del alcohol.

- ✚ Los padecimientos asociados al abuso de alcohol que más pérdida de días de vida saludable provocan son: Cirrosis hepática (39%), lesiones por accidentes de vehículo de motor (15%), dependencia (18%), homicidios (10%).
- ✚ Uno de cada 10 hombres reporta problemas laborales debidos a su consumo de alcohol.
- ✚ El 44% de las personas que han intentado suicidarse lo ha hecho bajo los efectos del alcohol.
- ✚ El 9.5% de los hombres adultos son dependientes del alcohol.
En cuanto a la violencia relacionada con el alcohol se han emitido los siguientes datos:
- ✚ La asociación entre el consumo de alcohol y la violencia incluye agresiones, violaciones, abuso a menores, intentos de asesinato y otros delitos violentos.
- ✚ El principal motivo (24.8%) que genera violencia contra las mujeres es el consumo del alcohol de su parejas.
- ✚ En 2008 el Servicio Médico Forense reportó que una de cada 3 muertes relacionadas con hechos de tránsito (33.33%) la víctima había ingerido alcohol.
- ✚ En más de la mitad de las muertes por homicidio (56.74%), la víctima se encontraba intoxicada con alcohol etílico.
- ✚ Del total de suicidios, un 76.9% de las víctimas se había intoxicado con alcohol.
- ✚ De las víctimas de muerte por accidente en el trabajo, el 10.6% había ingerido alcohol.
- ✚ Los accidentes en la vía pública estuvieron relacionados con la ingestión de alcohol en un 45% y la relación hombre mujer fue de 43 a 1.
- ✚ En una de cada 5 personas que ingresa a salas de urgencias en nuestro país (21%) presenta niveles positivos de alcohol en sangre, el doble que en estados Unidos. (28)

En el caso de las mujeres la situación es aún más preocupante, toda vez que se incrementó el porcentaje de mujeres bebedoras, por lo que podemos decir que el número de mexicanos jóvenes y adultos que consumen bebidas alcohólicas va en aumento. Por ello, se elevan también, proporcionalmente, los problemas que se derivan de esa práctica. (23)

Los efectos dañinos del abuso en el consumo de bebidas alcohólicas en los planos individual, familiar y social, son evidentes. Los problemas en la economía familiar se suman a los ocasionados por la violencia, por la disminución de la productividad y de la prosperidad individual y social, así como por el sufrimiento moral del propio bebedor y de terceras personas. (23)

A pesar de estar reconocido el Código y el Reglamento de Tránsito por la población y de las diferentes actividades que ponen en riesgo la seguridad de hombres, mujeres y niños/as a

causa del estado de embriaguez, el Estado de México no cuenta con la garantía del análisis de alcoholemia ya que no existen normativas de aseguramiento de calidad y Cadena de Custodia, que la muestra exige y para permitir una argumentación sólida para la víctima.

Los métodos de determinación de alcoholemia más frecuentemente empleados en el Instituto de Servicios Periciales del Estado de México son:

- Métodos Bioquímicos: Métodos enzimáticos (Método de alcohol deshidrogenasa ADH), Método de Widmark y el Método de la Microdifusión.
- Métodos Instrumentales: Espectrofotometría UV-Vis.

A partir de ello, el presente trabajo de tesis consideró relevante evaluar la situación actual del consumo de alcohol en relación a las muertes acaecidas durante el tiempo de la investigación así como validar el dictamen de alcoholemia mediante un adecuado seguimiento del formato de cadena custodia.

Se efectuó la determinación de la alcoholemia en muestras de sangre de cadáveres que llegaron al Servicio Médico Forense en la Región Norte del Estado de México, durante los años 2009, 2010 y hasta el mes de julio del año 2011, mediante el Método de la Microdifusión por Cámara de Conway, tomando en cuenta el sexo de los cadáveres.

La información obtenida, correspondiente a la presente gestión, permitió evaluar la situación actual del consumo de alcohol en la Región Norte del Estado de México, así como proponer un seguimiento adecuado del formato de cadena custodia.

2. JUSTIFICACIÓN.

En relación a los accidentes de tráfico, el 17 % de los accidentados atendidos en el Estado de México tenía una alcoholemia superior a 0.5 g/1,000 ml; de estos, el 70.8 % presentó unas cifras superiores al 0.5 % y en el 42.8 % de los casos la cifra fue superior a 0.8 g/1,000 ml. (9)

En la práctica, la mayoría de los atentados, homicidios o accidentes se cometen bajo el efecto del alcohol etílico, así también los agresores seleccionan a sus víctimas cuando estas se encuentran bajo los efectos etílicos, factor que los coloca en inferioridad frente a sus agresores. (32)

La prevalencia del alcoholismo en México oscila entre un 7.5 y un 10 % de la población. Las cifras más pesimistas calculan en más de 3 millones el número de alcohólicos en nuestro país. Por otra parte, en México el alcohol es responsable de una serie de consecuencias patológicas: 40,000 accidentes de trabajo; unas 100,000 bajas laborales; 35,000 accidentes de tráfico; 12,000 cirrosis; unas 4,000 muertes directas, que sumadas a las procedentes de cirrosis sumarían unas 16,000 y de 2,000 a 2,500 internamientos psiquiátricos. Por lo demás, contabilizar los actos médicos que esta intoxicación genera es prácticamente imposible. Con todas las limitaciones que el cálculo implica, los expertos en economía de la salud han establecido que los costos directos que genera el alcoholismo se pueden cifrar en 35,000 millones de pesos. (32)

Es por esto que el estudio de las accidentes y muertes producidas en estado de embriaguez es importante ya que con él se pueden implementar dispositivos de seguridad en los que se incluya al Q.F.B. no solo en la práctica de las pruebas de alcoholemia sino también en el diagnóstico de la embriaguez y así no solo se asegure el bienestar de la persona que ingiere bebidas alcohólicas sino de la población en general, este trabajo de tesis se enfoca al estudio solo en la zona norte del Estado de México, pero será de gran utilidad para investigaciones posteriores sobre este tema así como la implementación de la cadena custodia que se debe seguir cuando se tratan muestras biológicas.

3. HIPOTESIS

Si se hace un estudio estadístico de las concentraciones de alcohol en sangre, con que mueren las personas en la zona norte del Estado de México entre el año dos mil nueve, dos mil diez y dos mil once; entonces se sabrá la prevalencia que tiene el consumo de este tóxico así como las muertes provocadas por el consumo de alcohol.

4. OBJETIVOS

4.1. OBJETIVO GENERAL:

Determinar la concentración de alcohol etílico postmortem en muestras de sangre, de los cadáveres que llegan al Instituto de Servicios Periciales zona Norte del Estado de México, mediante Cámara de Conway y Espectrofotometría UV-Vis para conocer la situación actual del consumo de alcohol etílico en la Región Norte del Estado de México, así como proponer un seguimiento adecuado de la cadena custodia para que el Q.F.B. tenga un buen desempeño en el ámbito pericial dentro y fuera del laboratorio de Química Forense.

4.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

1. Determinación de alcohol etílico en muestras de sangre de los cadáveres atendidos en la Región Norte del Estado de México, por el Instituto de Servicios Periciales Delegación Tlalnepantla, mediante un método de microdifusión (cámara de Conway) y un método cuantitativo (Espectrofotómetro UV-VIS).
2. Realizar un estudio estadístico mediante el programa estadístico MINITAB 16.1 Statistical Software Service Pack 1, con los datos obtenidos durante los años 2009, 2010 y hasta el mes de julio del año 2011, para saber la prevalencia que tiene la presencia de alcohol etílico en los cadáveres atendidos por el Instituto de Servicios Periciales, Delegación Tlalnepantla en la zona Norte del Estado de México.
3. Análisis de los valores obtenidos con el programa MINITAB 16.1 Statistical Software Service Pack 1, para saber la situación actual de los niveles de alcohol con que ocurren las muertes en la zona Norte del Estado de México.
4. Proponer un formato de Cadena Custodia adecuado para muestras biológicas que debe aplicar el Q.F.B. en el ámbito pericial al recabar, recibir y procesar fluidos biológicos.

5. Crear un trabajo de tesis que sirva a los profesionales interesados en el área de Química Forense como referencia de la situación actual del consumo de alcohol en la zona Norte del Estado de México, así como un formato adecuado de Cadena Custodia a las muestras biológicas.

5. INTRODUCCIÓN

Tradicionalmente, las bebidas alcohólicas ingeridas en la Región Norte del Estado de México (cerveza, tequila, mezcal, whisky, brandi, ron, etc.) han constituido una parte integrante dentro de nuestra idiosincrasia social; una parte de la población toma con moderación y existe un porcentaje mayor de abusadores en frecuencia y cantidad: La juventud opta por un consumo abusivo principalmente de mezclas de bebidas durante los fines de semana; las consecuencias que conllevan su excesivo consumo puede originar una intoxicación común, accidental o voluntaria, a la vez que constituyen un factor de riesgo en los accidentes de tránsito y otros intencionales, como ser los homicidios y suicidios.

Ante tales situaciones, los laboratorios de Química Forense encargados de realizar la determinación de la concentración de alcohol en muestras de sangre de cadáveres están en la obligación de asegurar la calidad y Cadena de Custodia que la muestra exige; sólo así se podría garantizar un resultado fidedigno y veraz.

La importancia toxicológica proviene -en primer término- del consumo universalmente extendido de bebidas que contienen alcohol etílico en proporción variable desde un 3% a más del 50%. Su entrada en excesiva cantidad- al organismo ocasiona un desequilibrio metabólico. En grandes concentraciones es tóxico, especialmente su metabolito "acetaldehído", más tóxico por su alta reactividad química (26).

La importancia médico-legal del consumo del alcohol está dada por constituir un factor de riesgo criminógeno presente -muchas veces- en hechos violentos accidentales (accidentes de tránsito) e intencionales (delitos por lesiones, homicidios, suicidios, entre otros) (3).

En términos generales, las bebidas fermentadas (licores y vinos) contienen una concentración alcohólica en volumen 8 a 12%; las cervezas, entre 3 y 7% y las bebidas destiladas (coñac, whisky, ron, etc.), entre 45 y 55%. Por diversas razones, a las bebidas alcohólicas se les adiciona sustancias (metanol, furfural, sulfato de potasio, etc.) que producen, a su vez, mayor toxicidad. Las bebidas alcohólicas deben estar etiquetadas con el Grado alcohólico volumétrico, expresado en: % Vol. /Vol. Pero las dosis deben expresarse en peso gramos de Etanol (25).

El Etanol es un compuesto hidro y liposoluble, aunque se disuelve más en agua que en lípidos (coeficiente de reparto octanol/agua= 0,70795); ello le permite ser absorbido con

facilidad, por cualquier vía, y distribuirse rápidamente -tanto en los compartimientos acuosos como en los lipídicos- y penetrar en el sistema nervioso central (SNC) (25).

Es posible comprobar la presencia de alcohol en sangre aun cuando no se haya ingerido alcohol, pero siempre en cantidades muy reducidas. Este alcohol sanguíneo fisiológico, denominado Alcohol Endógeno, se origina por la descomposición microbiana de los hidratos de carbono en el tubo digestivo. Puede alcanzar hasta 0,3g/L (25).

La mayoría de los compuestos siguen una cinética de primer orden, pero no todos: El alcohol etílico sigue una cinética de orden cero, en la cual la velocidad de eliminación es independiente de la concentración y sólo en función del tiempo.

El alcohol habitualmente ingresa al organismo por vía oral, excepcionalmente por inhalación o a través de la piel; es absorbido a partir de los 30 a 60 minutos y hasta 180 minutos, mediante un mecanismo de difusión pasiva, pasando al torrente sanguíneo. En ayunas, la absorción es más rápida en duodeno y yeyuno. Con el estómago lleno, la absorción se retarda. El alcohol, una vez en el torrente sanguíneo, pasa por el hígado, alcanzando su mayor concentración alrededor de los 30 minutos en la circulación sistémica. Durante la absorción y la distribución se va produciendo también la biotransformación, aunque predomine un incremento de la alcoholemia, como se puede apreciar representando la evolución de la concentración en sangre frente al tiempo, con lo que se obtiene la llamada Curva de Alcoholemia (Figura N° 1, tramo A-B). Alcanza el máximo (punto B); se inicia la segunda fase de la Curva, en que predomina la biotransformación y eliminación, que confieren a la Curva un signo decreciente. Cuando se ingieren sucesivas dosis, la Curva adquiere un trazo en zig-zag, formado por varias curvas fraccionarias, pero cuando cesan las libaciones se alcanza el máximo definitivo, a partir del cual se desarrolla en exclusiva la Fase de Eliminación. La pendiente de la curva en esta Fase (tramo B-C), que se calcula dividiendo el decremento de la concentración por el incremento del tiempo, es la constante β de eliminación, que oscila entre 0,10 y 0,20, g/L/hora, aceptándose un valor medio de 0,15 g/L/hora como la cantidad en que el valor de la alcoholemia disminuye cada hora. Consecuentemente, un individuo que posea una alcoholemia de 1,5 g/L, tardará 10 horas en eliminar todo su alcohol (llegar a 0 g/L) (25).

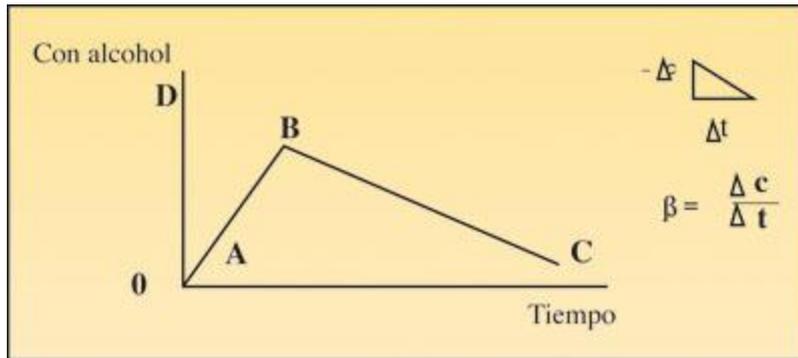


Figura 1. En esta curva se muestra la evolución de la concentración de etanol en sangre con respecto al tiempo. (24)

En el organismo, el alcohol sufre un proceso de oxidación, que se desarrolla exclusivamente en el hígado, transformándose el etanol en acetaldehído y posteriormente en acetato por medio de la cadena enzimática. Los metabolitos se excretan por vía pulmonar, vía urinaria, por la saliva y por la leche en época de lactancia (25).

- Efectos tóxicos

Son muy distintos los Efectos Agudos y Efectos Crónicos.

Efectos agudos: El etanol es, básicamente, un depresor del sistema nervioso, aunque a dosis bajas y al principio de sus efectos, actúe como excitante por estimulación en la corteza cerebral y su acción desinhibidora. La actividad neurodepresora no puede aprovecharse para anestesia porque la dosis que se precisa para ello es tóxica. (No hay margen terapéutico de seguridad).

Tras una ingestión de bebida alcohólica, dependiendo de la dosis y de la progresión del tiempo, como consecuencia de la acción sobre el SNC, se puede experimentar:

1. Síndrome Excitatorio: Excitación, euforia.
2. Síndrome Confusional: Confusión o embotamiento mental. Síndrome Cerebeloso: Anestesia, hipnosis (somnia), desequilibrio y ataxia (andar dificultoso).
3. Síndrome Comatoso: Progresiva disminución de la consciencia, coma y paro respiratorio.

Horas después de la toma aparece la llamada "resaca", con enrojecimiento facial, cefalea, torpeza mental, sed, déficit de vitamina B, etc., motivada por el metabolismo del alcohol y la

acción vasodilatadora del acetaldehído. Algunas bebidas, incluso las denominadas "sin alcohol" pueden originar, especialmente en personas hipersensibles, en el momento inmediato de su ingestión, un cuadro leve similar a éste, que no se debe al alcohol sino a los compuestos histaminoides presentes en la bebida; se trata, por tanto, de un fenómeno pseudo alérgico (25).

Tanto con fines clínicos como forenses, es útil interpretar los valores de alcoholemia relacionándolos con situaciones clínicas o de intoxicación. A pesar de que en la población humana, como en todas las animales, existen individuos sensibles frente a otros resistentes, unos sin contacto previo con el alcohol y otros que han desarrollado tolerancia. Manejando datos de miles de individuos se han elaborado correspondencias epidemiológicamente muy válidas y aceptadas internacionalmente, como las que se exponen en la Tabla N° 1 (25).

Tabla N° 1. CORRELACIÓN ENTRE ALCOHOLEMIA, ESTADO Y SÍNTOMAS. (25)

| ALCOHOLEMIA gr/L | ESTADO | PRINCIPALES SÍNTOMAS CLÍNICOS |
|------------------|------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <0.3 | Sobrio | No aparentes. |
| 0.3-1 | Euforia | Sólo por test especiales. |
| 1-1,5 | Excitación/ Embriaguez | Disminución de inhibiciones. Sociabilidad, autoconfianza, brusquedad, enlentecimiento reacciones. |
| 1,5-2 | Confusión | Ataxia. |
| 2-3 | Estupor | Inestabilidad emocional, disminución atención, juicio y control, disminución percepciones sensoriales. |
| 3-4 | Intoxicación severa | Sobrevaloración capacidades propias Trastornos de memoria y comprensión Desorientación Descoordinación muscular Somnolencia. |
| 4-5 | Coma /Posible muerte | Disminución de la conciencia Apatía, inercia Déficits motores Inconsciencia, anestesia Disminución de reflejos Dificultades cardíacas y respiratorias Hipotermia, Hipoglucemia Convulsiones Parálisis respiratoria. |

6. MARCO TEÓRICO.

6.1. *FISIONOMIA Y FISIOLÓGIA DEL HÍGADO*

El **hígado**, es la más voluminosa de las vísceras y una de las más importantes por su actividad metabólica. Es un órgano glandular al que se adjudica funciones muy importantes, tales como la síntesis de proteínas plasmáticas, función desintoxicante, almacenaje de vitaminas y glucógeno, además de secreción de bilis, entre otras. También es el responsable de eliminar de la sangre las sustancias que puedan resultar nocivas para el organismo, convirtiéndolas en inocuas; está presente en el ser humano, y se le puede hallar en vertebrados y algunas otras especies inferiores. (12)

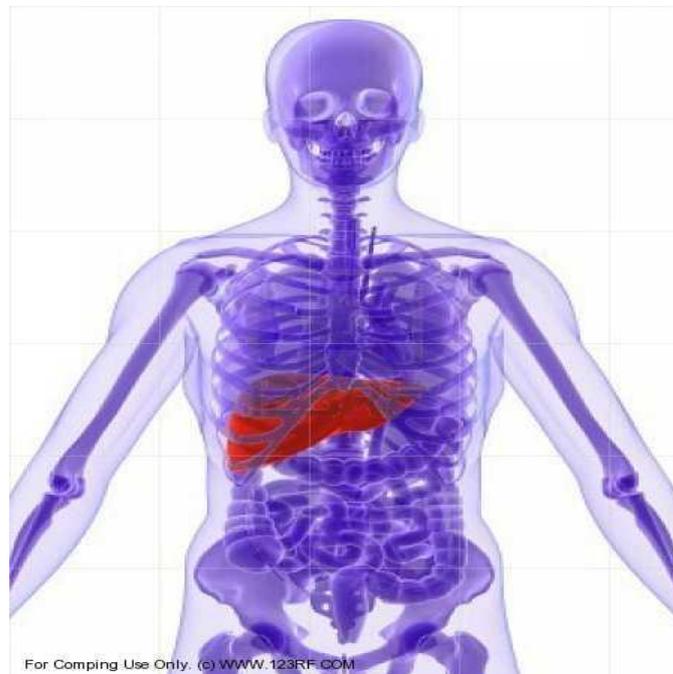


Figura 2. En rojo se observa la posición del hígado en relación al torso. (15)

6.1.1. Localización.

El hígado se localiza en casi la totalidad de la región del hipocondrio derecho, el epigastrio (no sobrepasa el límite del reborde costal, salvo en un cuadro de hepatomegalia) y una porción del hipocondrio izquierdo, llenando el espacio de la cúpula diafragmática, donde puede alcanzar hasta la quinta costilla, y se relaciona con el corazón a través del centro frénico, a la izquierda de la vena cava inferior (ver figura 2). Estas tres regiones forman parte de la región toraco abdominal, la región intermedia entre el tórax y la cavidad abdominal propiamente dicha. El hígado situado debajo del diafragma comprende tres compartimientos peritoneales, llámense:

compartimiento subfrénico derecho o hepático, compartimiento subfrénico izquierdo o esplénico, y compartimiento medio o celiaco.

Su consistencia es blanda y depresible, y está recubierto por una cápsula fibrosa, sobre la cual se aplica el peritoneo, parte de la superficie del hígado (excepto en el área desnuda del hígado, que corresponde a su superficie postero-superior).

6.1.2. Aspectos generales

- Forma: se compara con la mitad superior del ovoide horizontal, de gran extremo derecho, alargado transversalmente.
- Coloración: rojo pardo.
- Consistencia: friable (desgarrable). Está constituido por un parénquima, rodeado por una fina cápsula fibrosa, llamada *cápsula de Glisson*.
- Longitud: en el adulto mide aproximadamente 26 por 15 cm en sentido anteroposterior, y 8 cm de espesor a nivel del lóbulo derecho.
- Peso aproximado: 2 kg.

Está dividido en cuatro lóbulos:

- *lóbulo derecho*, situado a la derecha del ligamento falciforme;
- *lóbulo izquierdo*, extendido sobre el estómago y situado a la izquierda del ligamento falciforme;
- *lóbulo cuadrado*, visible solamente en la cara inferior del hígado; no se encuentra limitado por el surco umbilical a la izquierda, el lecho vesicular a la derecha y el hilio del hígado por detrás;
- *lóbulo de Spiegel (lóbulo caudado)*, situado entre el borde posterior del hilio hepático por delante, la vena cava por detrás. (ver figura 3)

Clínica, y quirúrgicamente sobre todo, se emplea el concepto de segmento hepático, basándose en las divisiones arteriales y en el hecho de que haya pocas anastomosis entre segmentos.

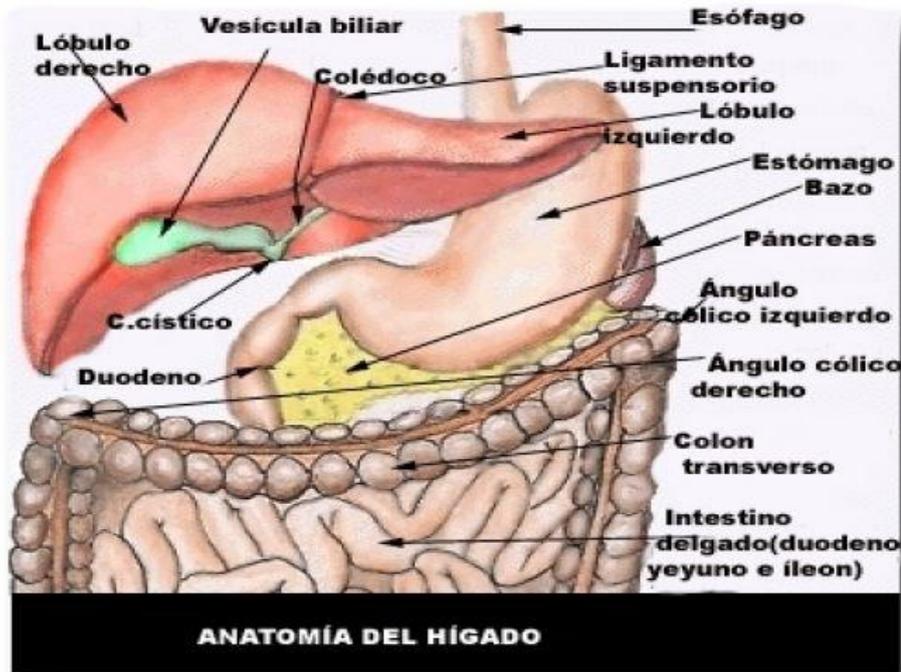


Figura 3. Se muestra la anatomía del hígado. (16)

El hígado se relaciona principalmente con estructuras situadas al lado izquierdo del abdomen, muchas de las cuales dejan una impresión en la cara inferior del lóbulo derecho del hígado.

La estructura del hígado va a seguir las divisiones de la vena portal. Tras la división de ramos segmentarios, las ramas de la vena porta, acompañadas de las de la arteria hepática y de las divisiones de los conductos hepáticos, se encuentran juntas en el espacio porta (vena interlobulillar, arteria interlobulillar y conductillos interlobulillares).

6.1.3. Fisiología del hígado

El hígado es un órgano o víscera presente en los vertebrados y en algunos otros animales; y es, a la vez, la glándula más voluminosa de la anatomía y una de las más importantes en cuanto a la actividad metabólica del organismo, desempeña funciones únicas y vitales como la síntesis de proteínas plasmáticas, función desintoxicante, almacena vitaminas y glucógeno, entre otros (ver tabla 2), para el buen funcionamiento de las defensas, etcétera. Además, es el responsable de eliminar de la sangre las sustancias que pueden resultar nocivas para el organismo, transformándolas en otras inocuas. (12)

Tabla 2. El Hígado y sus funciones. (12)

| El hígado desempeña múltiples funciones en el organismo como son: |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Producción de bilis: el hígado excreta la bilis hacia la vía biliar, y de allí al duodeno. La bilis es necesaria para la digestión de los alimentos. |
| Metabolismo de carbohidratos. |
| La gluconeogénesis es la formación de glucosa a partir de ciertos aminoácidos, lactato y glicerol. |
| La glucogenólisis es la fragmentación de glucógeno para liberar glucosa en la sangre. |
| La glucogenogénesis o glucogénesis es la síntesis de glucógeno a partir de glucosa. |
| Metabolismo de lípidos. |
| Síntesis de colesterol. |
| Producción de triglicéridos. |
| Síntesis de proteínas, como la albúmina y las lipoproteínas. |
| Síntesis de factores de coagulación como el fibrinógeno (I), la protrombina (II), la globulina aceleradora (V), proconvertina (VII), el factor antihemofílico B (IX) y el factor Stuart-Power (X). |
| Desintoxicación de la sangre. |
| Neutralización de toxinas, la mayor parte de los fármacos y de la hemoglobina. |
| Transformación del amonio en urea. |
| Depósito de múltiples sustancias, como: <ul style="list-style-type: none">• Glucosa en forma de glucógeno (un reservorio importante de aproximadamente 150g.• Vitamina B12, hierro, cobre... |

En el primer trimestre del embarazo, el hígado es el principal órgano de producción de glóbulos rojos en el feto. A partir de la semana 12 de la gestación, la médula ósea asume esta función.

6.1.4. Histología hepática

El tejido hepático es un tejido estable. Presenta una gran capacidad de regeneración en respuesta a estímulos externos, como lesiones o procesos tumorales. Sin embargo, las lesiones crónicas como el alcoholismo y las infecciones hepáticas implican una pérdida constante y prolongada del parénquima, sin la proliferación compensatoria necesaria. En consecuencia, el parénquima hepático es reemplazado por tejido fibroso y acúmulos de grasa, produciendo así cirrosis. (12)

El parénquima hepático está formado por:

- *Lobulillos hepáticos*: subunidades irregulares, hexagonales formadas por láminas fenestradas de hepatocitos que se disponen en forma radiada en torno a una vena central o vena centrolobulillar, ubicada en el centro del lobulillo.
- *Espacios porta o tríadas*: áreas triangulares situadas en los ángulos de los lobulillos hepáticos, constituidas por un estroma conjuntivo laxo; contienen en su interior una rama de la arteria hepática, una rama de la vena porta, un capilar linfático y un conductillo biliar.

- *Sinusoides hepáticos*: capilares que se disponen entre las láminas de hepatocitos y donde confluyen, desde la periferia de los lobulillos, las ramas de la arteria hepática y de la vena porta.
- *Espacio de Disse*: es un estrecho espacio perisinusoidal que se encuentra entre la pared de los sinusoides y las láminas de hepatocitos, ocupado por una red de fibras reticulares y plasma sanguíneo que baña libremente la superficie de los hepatocitos. En este se produce el intercambio metabólico entre los hepatocitos y el plasma donde se forma la abundante linfa hepática. En este espacio también se encuentran células almacenadoras de grasa o células de Ito, de forma estrellada y con una función aún poco conocida.
- *Células de Kupffer*: son macrófagos fijos pertenecientes al sistema fagocítico mononuclear que se encuentran adheridos al endotelio y que emiten sus prolongaciones hacia el espacio de Disse. Su función es fagocitar eritrocitos envejecidos y otros antígenos. Además actúan como células presentadoras de antígeno.
- *Hepatocitos*: constituyen alrededor del 80 por ciento de la población celular del tejido hepático. Son células poliédricas con 1 o 2 núcleos esféricos poliploides y un nucléolo prominente. Presentan el citoplasma acidófilo con cuerpos basófilos, y son muy ricos en orgánulos. Además, en su citoplasma contienen inclusión es de glucógeno y grasa. La membrana plasmática de los hepatocitos presenta un dominio sinusoidal con microvellosidades que mira hacia el espacio de Disse y un dominio lateral que mira hacia el hepatocito vecino. Las membranas plasmáticas de dos hepatocitos contiguos delimitan un canalículo donde será secretada la bilis. La presencia de múltiples orgánulos en el hepatocito se relaciona con sus múltiples funciones: la síntesis de proteínas (albúmina, fibrinógeno y lipoproteínas del plasma), el metabolismo de hidratos de carbono, la formación de bilis, el catabolismo de fármacos y tóxicos y el metabolismo de lípidos, purinas y gluconeogénesis. (31)

6.1.5. Enfermedades del hígado más frecuentemente relacionadas con el consumo de alcohol etílico.

1. La cirrosis hepática.
2. El hepatocarcinoma (cáncer de hígado).
3. Esteatosis hepática.
4. Hepatitis alcohólica por el consumo de alcohol. (12)

**6.2. GENERALIDADES Y PROPIEDADES FARMACOLÓGICAS DEL ALCOHOL ETÍLICO.
(19)**

El etanol es completamente miscible en agua y tiene coeficientes de partición lípidos/agua muy bajo, es una molécula pequeña y poco polar que atraviesa bien las membranas biológicas, incluidas la hematoencefálica y placentaria. Por su carácter anfifílico que le confiere propiedades de libre difusión se absorbe de forma simple en el estómago y sobre todo en el intestino delgado y colon. Es el único alcohol alifático con tan poca toxicidad que puede usarse para beber, aunque muchas bebidas etílicas contienen trazas de otros alcoholes como el metanol.

6.2.1. Absorción y distribución.

La velocidad de absorción de etanol es mayor cuando el grado de alcohol es de 20 a 30%, menor con soluciones muy diluidas debido a que su gradiente de difusión es más bajo. Con el alcohol más concentrado la absorción resulta más lenta porque causa irritación gástrica y piloroespasmo. Los vapores de etanol también se absorben fácilmente a través de los pulmones.

Después de la absorción en el tubo gastrointestinal, el etanol es transportado al hígado y luego a la circulación sistémica, de donde se difunde a todos los tejidos y líquidos corporales, incluso LCR, sudor, orina y aliento. Es muy hidrosoluble y su peso molecular es de sólo 46, de modo que atraviesa fácilmente los canales acuosos de la membrana celular. Por lo tanto, se distribuye y equilibra rápidamente en el agua de todo el cuerpo; además, su V_d es igual al volumen del agua corporal total. Por tanto, la dilución del alcohol corporal total. (Véase figura 4.) La concentración de alcohol en la sangre (CAS) que genera un número determinado de copas estándar varía de una persona a otra en función de diferencias individuales en volumen de agua corporal es inversamente proporcional al porcentaje de grasa corporal, por lo que casi siempre disminuye con la edad, es menor en mujeres que en varones y es más bajo en individuos obesos que en los delgados y musculosos del mismo peso corporal.

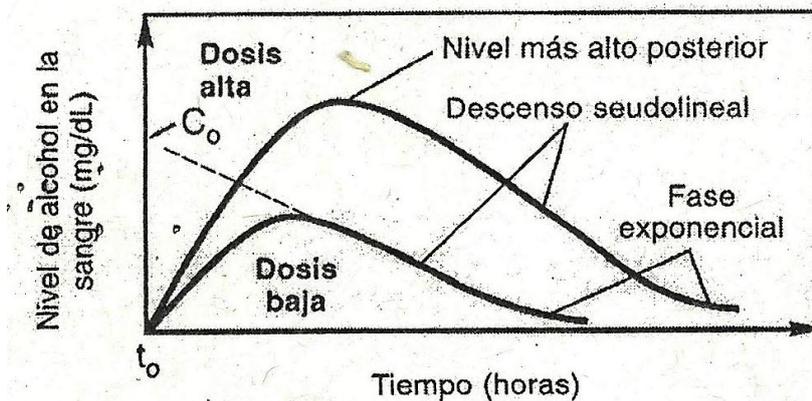


Figura 4. Concentración máxima y velocidad de disminución del nivel de alcohol en la sangre desde dicha concentración, y su dependencia de la dosis. (19)

Aunque el alcohol atraviesa rápidamente las paredes capilares, las diferencias de flujo sanguíneo hacia distintos tejidos dan lugar a disparidades en la rapidez con que los niveles de etanol en diversos tejidos y líquidos se equilibran con la concentración de alcohol en la sangre. Esto es más notable durante la fase de elevación rápida del nivel de alcohol en la sangre. En esta etapa, la difusión rápida del etanol de la sangre del lecho capilar al líquido de los tejidos, ocasiona que la concentración del alcohol sea menor en la sangre venosa que sale del tejido que en la sangre arterial que llega a él. Cuanto más pequeño sea el volumen de flujo sanguíneo por gramo de tejido por minuto, mayor será la diferencia arteriovenosa (AV) temprana en la concentración de alcohol. Por tanto, en el transcurso de este periodo resultará engañosa la concentración de etanol en muestras de sangre de una vena de la mano o el antebrazo, porque es más baja que la concentración de alcohol en la sangre que llega al encéfalo (Ver figura 5.). Al completarse la distribución desaparece la diferencia AV.

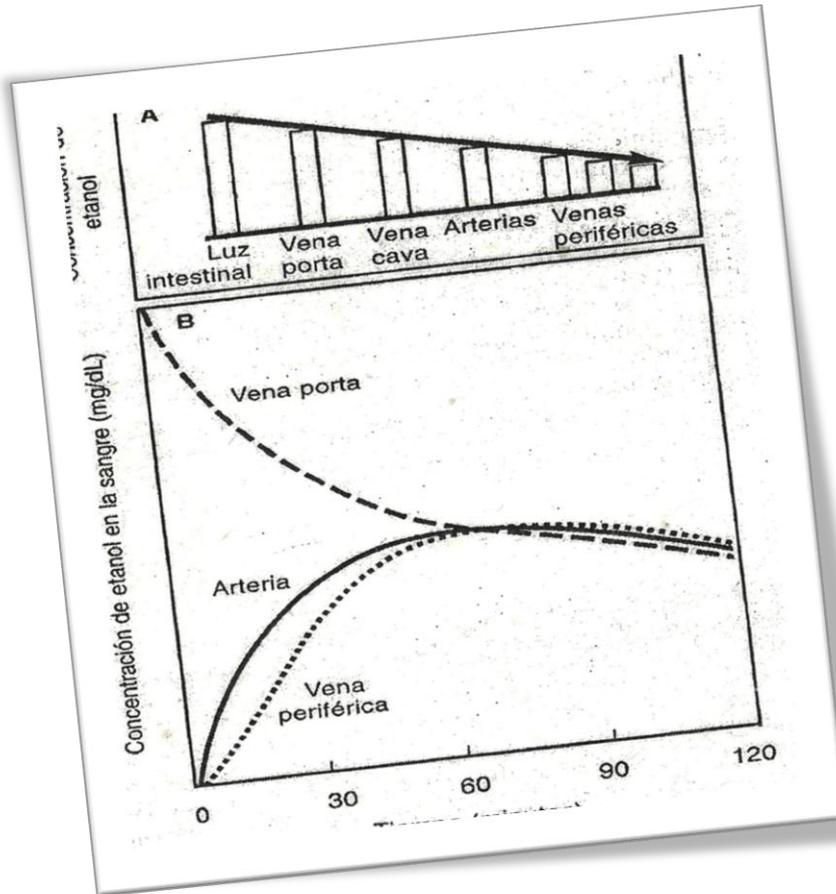


Figura 5. A. Esquema del gradiente de concentración del alcohol en la luz yeyunal a las venas periféricas durante la etapa temprana de absorción y distribución. B. Variación temporal de las diferencias arteriovenosa (AV) en la concentración de etanol durante la absorción y distribución. (19)

La difusión es un proceso de primer orden, de modo que la velocidad a la que el etanol sale del cuerpo en la orina, la respiración y el sudor es proporcional a su concentración plasmática. Entre 2 y 10% de la dosis ingerida puede eliminarse de esta forma, lo cual sucede a cualquiera de las diversas concentraciones de alcohol producidas por los distintos grados de consumo, desde mínimo hasta excesivo.

6.2.2. Biotransformación.

Los ácidos glucurónico y sulfúrico conjugan minúsculas cantidades de etanol que se excretan en la orina. Sin embargo la reacción de biotransformación más importante es la oxidación del alcohol, que se convierte en acetaldehído y luego en acetato, sobre en el hígado. (Ver figura 6)

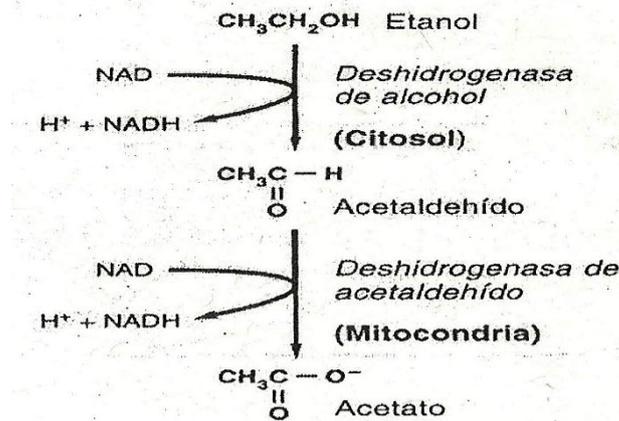


Figura 6. Los dos pasos iniciales del metabolismo del etanol en el hígado. (19)

Las tres principales enzimas que pueden oxidar el etanol y transformarlo en acetaldehído son la alcohol deshidrogenasa (ADH), la catalasa y el sistema microsómico oxidante del etanol (SMOE), que es parte esencial del sistema del citocromo P450. También se encuentran pequeñas cantidades de ADH en la mucosa gastrointestinal, el epitelio tubular renal, los pulmones y el encéfalo, las cuales pueden ser las que efectúen el pequeño porcentaje de oxidación extrahepática del etanol.

La ingestión crónica de grandes cantidades de etanol provoca la inducción del sistema del citocromo P450, en especial CYP2E1, que tiene gran especificidad de sustrato para el etanol. Esta inducción puede ser un factor importante en la creciente velocidad con que los bebedores intensos regulares oxidan el alcohol.

La mayor parte del acetaldehído que se forma a partir del etanol se oxida y convierte en acetato a partir de etanol se oxida y convierte en acetato por acción de la aldehído deshidrogenasa mitocondrial en el hígado. Pequeñas cantidades de acetaldehído escapan a la circulación y se oxidan rápidamente en otros tejidos. El acetaldehído es una sustancia muy reactiva, y aun las elevaciones transitorias de su concentración en sangre pueden originar la formación de complejos permanentes (unidos por enlaces covalentes) con hemoglobina y proteínas del plasma. Estos complejos actúan como antígenos y es posible medirlos por medio de anticuerpos apropiados. Los alcohólicos tienen niveles plasmáticos bastante elevados de estos antígenos y es posible que esto dé origen a un examen diagnóstico útil o una prueba para detectar consumo intenso de alcohol.

El hígado, parte del acetato se convierte en acetil-CoA, que se oxida con formación de CO_2 y H_2O , o se convierte en aminoácidos, ácidos grasos o glucógeno, de igual manera que la acetil-CoA de otros orígenes. Sin embargo, grandes cantidades de acetato pasan a la circulación sistémica, en donde otros tejidos lo captan para convertirlo en acetil-CoA y oxidarlo.

La conversión de alcohol deshidrogenasa (ADH) es el paso que limita la velocidad de todo el proceso. En personas normales, los factores que determinan la velocidad de todo proceso. En personas normales, los factores que determinan la velocidad de esta reacción in vivo son las concentraciones de la enzima ADH y de NAD (nicotinamida-adenina-dinucleótido) o la relación NAD: NADH que a su vez depende de la velocidad de reoxidación de NADH. A este respecto se observan diferencias individuales y aun en la misma persona en distintos periodos; no obstante, en promedio un ser humano de 70 kg puede oxidar cerca de 10 g de etanol por hora. Esto significa que, después de ingerir etanol en ayunas, la curva típica de alcohol en sangre alcanza el nivel máximo en 30 a 90 minutos, dependiendo de la dosis, y luego desciende a una velocidad uniforme de 15 a 20 mg/100mL/h, hasta que la concentración alcanza cerca de 25 mg/dL; por debajo de este punto la disminución es exponencial (ver figura 4). Sin embargo, la cinética de la ADH es como la descrita por Michaelis-Menten, de modo que la porción aparentemente lineal de la curva constituye en realidad una curva muy amplia, y su pendiente depende de la concentración inicial del descenso resultará mayor cuanto más alta sea la concentración máxima.

Se ha sugerido que una diferencia sexual en la actividad de la ADH de la mucosa gástrica (más baja en mujeres que en varones) puede ocasionar variación en el metabolismo gástrico de primer paso y, por tanto, constituir la causa de que la CAS (concentración de alcohol en sangre) sea más alta en mujeres que en varones después de la misma dosis de etanol por unidad de peso corporal. Sin embargo, es de dudarse que, en seres humanos, el metabolismo gástrico de primer paso del etanol influya de manera importante, ya que los estimados de agua corporal total por método de dilución de etanol son idénticos, tanto si la vía de administración del alcohol es por la boca o intravenosa. Esto significa que la biodisponibilidad del etanol ingerido debe ser esencialmente completa. Además, las CAS en los varones y las mujeres resultan idénticas cuando se administra la misma dosis de alcohol por unidad de agua corporal y no por unidad de peso corporal.

El proceso de oxidación de etanol requiere que haya reducción simultánea NAD a NADH, de tal manera que cualquier factor que aumente la cantidad de NAD disponible por reoxidación más rápida de NADH contribuirá a mantener la velocidad de metabolismo de alcohol al máximo

permitido por la cantidad de ADH. Esto puede hacerlo la fructuosa, la insulina con glucosa y otras fuentes de piruvato. No obstante, por este medio no es posible acelerar el proceso más allá de su máximo normal. El dinitrofenol tiene la capacidad de acelerar la reoxidación de NADH (y, en consecuencia, la oxidación de etanol) más allá del límite normal porque desacopla la oxidación de la fosforilación, aunque resulta un procedimiento demasiado tóxico para la aplicación clínica.

6.2.3. Efectos metabólicos del etanol.

Este cambio de NAD a NADH, como resultado del metabolismo del etanol y el acetaldehído, afecta otros procesos metabólicos ligados a NAD. En la siguiente figura se ilustran algunos ejemplos de este fenómeno.

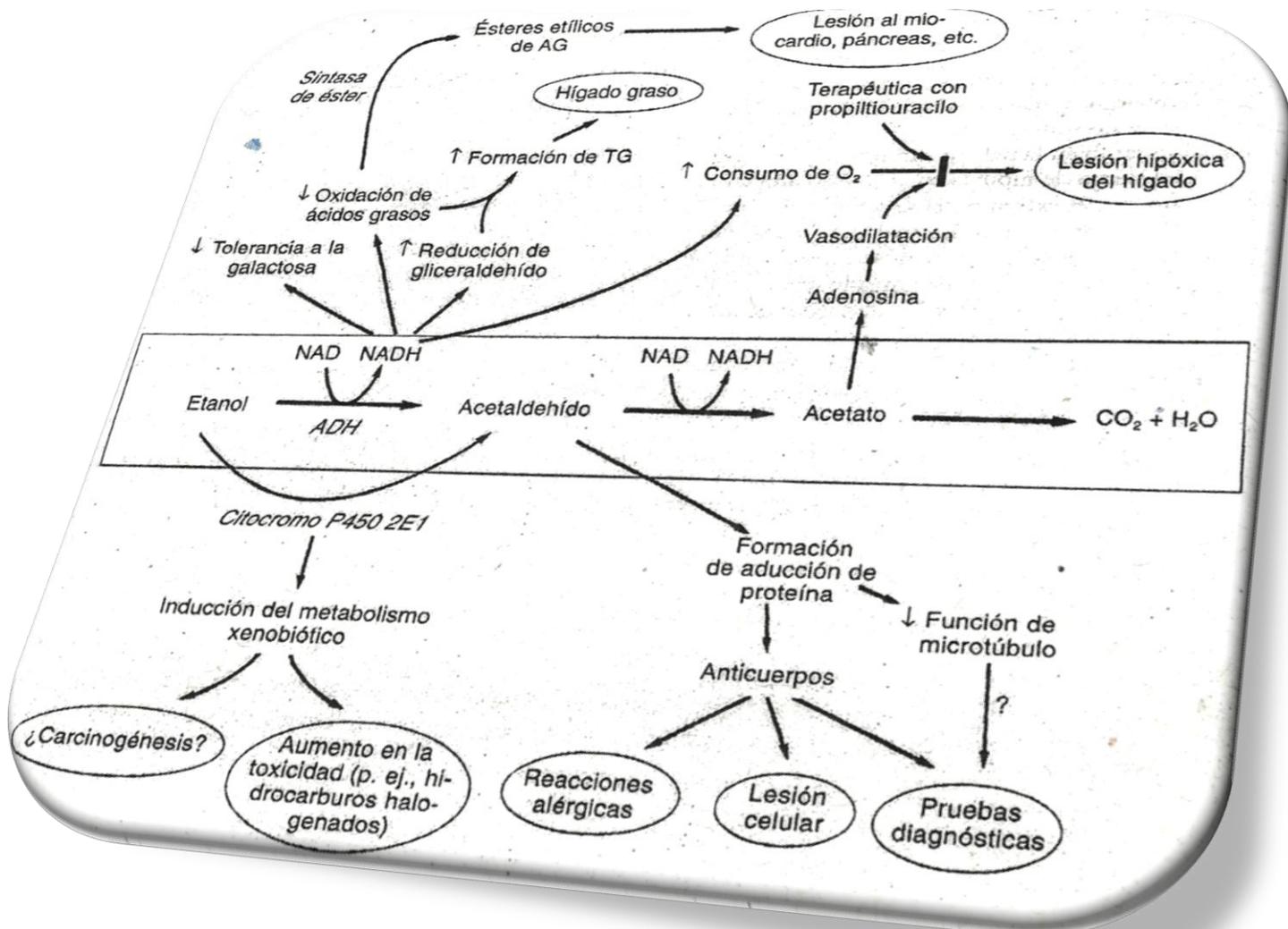


Figura 7. Evolución de los conceptos sobre la relación entre el metabolismo del etanol y la lesión orgánica relacionada con el alcohol. En el área sombreada central se muestra la visión del metabolismo del etanol previa a 1960. Los descubrimientos realizados desde 1960 han agregado todo lo que se ilustra en la figura. Los resultados finales, en términos de lesión de órganos o de su detección, están circunscritos. (19)

1. La lactato deshidrogenasa reduce el piruvato a lactato (a la vez que oxida NADH a NAD), con lo que incrementa en distintos grados el lactato sérico y la acidosis metabólica. La mayor concentración de lactato inhibe la secreción renal de urato y, en esa forma puede precipitar ataques de gota.
2. El aumento de la concentración hepática de NADH también favorece la reducción de gliceraldehído-3-fosfato a glicerol-3-fosfato e inhibe la glicerol-3-fosfato deshidrogenasa, de modo que eleva el nivel de glicerol-3-fosfato.
3. Al mismo tiempo, el exceso en la producción de acetato por el acetaldehído, junto con el aumento en la concentración de NADH, estimula la síntesis de ácidos grasos en el hígado bloqueado al mismo tiempo su oxidación a través del ciclo del ácido tricarbóxico.
4. El exceso de glicerol-3-fosfato y de ácidos grasos origina un aumento en la esterificación y acumulación de triglicéridos neutros en el hígado.
5. El aumento en la concentración de NADH y la disminución en la de piruvato reducen la velocidad de la gluconeogénesis. Por tanto, el etanol causa hipoglucemia cuando el abastecimiento de glucógeno hepático se agota por ingestión insuficiente de alimentos.
6. La concentración aumentada de NADH también inhibe los sistemas enzimáticos que convierten la galactosa en glucosa y conjugan la glicina y el benzoato para formar ácido hipúrico, de modo que alteran las pruebas de función hepática basadas en estas enzimas. Todos estos cambios son reversibles cuando se termina la oxidación de alcohol.
7. Sin embargo, la ingestión crónica intensa de alcohol aumenta no sólo la velocidad de oxidación del alcohol, sino también la del consumo de O_2 . En consecuencia, el riesgo de hipoxia en el hígado aumenta, especialmente en el extremo del sinusoides unido a la vena hepática, donde de todas maneras la PO_2 normalmente es más baja. Posiblemente esto se debe a la necrosis celular en el hígado de bebedores intensos se localice principalmente alrededor de la venas colectoras (venas centrales).
8. En el encéfalo hay una cantidad muy reducida de alcohol deshidrogenasa, además de catalasa y otras enzimas neuronales o gliales, que pueden oxidar el etanol para convertirlo en acetaldehído. Es probable que se forme muy poco de este último, pero es un compuesto tan reactivo que forma productos de condensación con dopamina, serotonina y otras neuroaminas, o con los aldehídos que se producen por acción de la MAO en estas aminas. Aún no se sabe con certeza cuál es la participación de estos productos de condensación en las acciones del etanol.

Así como todas las anteriores, el alcohol etílico causa muchos otros efectos metabólicos en otros tejidos, pero aún no se ha establecido cuál es su importancia farmacológica o patológica.

6.2.4. Efectos del etanol en la célula y su membrana.

Las concentraciones altas de etanol afectan todos los tejidos y células, pero éstos difieren considerablemente en sensibilidad. A concentraciones bactericidas (cerca de 70% o más) se produce desnaturalización y precipitación de tejidos para histología. A concentraciones mucho más bajas (p. ej., menos de 0.1%), las acciones son muy distintas y ocasionan la modificación de varias funciones de la membrana celular.

El alcohol etílico es mucho más hidrosoluble que los principales agentes anestésicos, pero sus acciones en la membrana son similares en muchos aspectos a las de otros anestésicos sobre las membranas celulares excitables. A concentraciones muy elevadas, que ocasionan anestesia general profunda o la muerte, el etanol causa expansión y licuefacción de las membranas, en la misma forma que lo hacen otros anestésicos generales. Este efecto desorganizador de los lípidos de la membrana también afecta las interacciones entre los lípidos y las proteínas de inclusión en las membranas, las enzimas fijas a la membrana y los canales iónicos. Como resultado, se alteran casi todas las funciones de la membrana de modo que provocan o reflejan excitabilidad alterada.

Sin embargo, a concentraciones mucho más bajas (como las que se deben a consumo social moderado de alcohol), los efectos en la membrana son mucho menos difusos y más selectivos. Pueden reflejar una interacción más específica de etanol en las interfaces lípido-proteína de ciertas proteínas de inclusión que hay en la membrana celular. Entre estas alteraciones están las siguientes:

1. La exposición aguda a niveles relativamente bajos de etanol (20 mM o mayores) provoca inhibición dependiente de la concentración de receptores subtipo NMDA de glutamato).
2. Se ha informado que concentraciones bajas de etanol incrementan los efectos del GABA sobre el complejo ionóforo GABA-benzodiazepina-receptor-Cl⁻.
3. A concentraciones un poco más altas, el etanol reduce el flujo de Ca²⁺ dependiente de la excitación hacia el interior celular, con lo que reduce las respuestas de las células dependientes de Ca²⁺, como la liberación de neurotransmisores.
4. El etanol también afecta los sistemas de segundo mensajero activados por receptores; por otra parte en algunos tipos de neuronas incrementa la actividad de la adenilciclase activada por noradrenalina, a la vez que el recambio de fosfoinositol activado por noradrenalina y acetilcolina.

5. A concentraciones más altas, el etanol inhibe la recaptación activa de adenosina y, de esta forma, eleva la concentración de adenosina libre en sus receptores.
6. A muy altas concentraciones, el etanol deteriora la abertura de los canales de Na^+ . Por tanto, disminuye la velocidad de aumento de los potenciales de acción y baja su nivel máximo. De esa manera se trastornan la conducción nerviosa, la contracción muscular e incluso la contracción miocárdica.
7. El alcohol etílico hace aumentar la liberación de acetilcolina (tanto la espontánea como la desencadenada por impulsos) en las terminales de nervios colinérgicos de la unión neuromuscular y la colateral recurrente del asa anterior.

Aunque estos efectos de membrana son más notables en tejidos excitables como el encéfalo y el músculo, probablemente suceden en todos los tejidos, mas a distintas concentraciones de alcohol.

6.2.5. Efectos del etanol sobre las funciones integradas del sistema nervioso.

En concentraciones relativamente bajas, el etanol afecta el hipocampo, el hipotálamo y la formación reticular ascendente, que forman un mecanismo prosencefálico importante para despertar. La vasodilatación cutánea de origen central es uno de los primeros efectos que causan las dosis pequeñas de alcohol (10 a 20 g, equivalentes a cerca de 28 a 57 mL [1 a 2 oz.] de bebidas destiladas que tomó un adulto). La piel se enrojece y aumenta de temperatura, lo que ocasiona sudación y mayor pérdida de calor.

Las acciones hipotalámicas del etanol también generan aumento en la secreción gástrica de HCl y en la motilidad gastrointestinal. Subjetivamente, las dosis bajas suelen provocar relajación y sedación suave en un individuo en reposo. Cuando se infunde alcohol con lentitud por vía intravenosa, el aumento progresivo de la dosis total provoca mayor sedación, sueño y finalmente anestesia y coma.

Sin embargo, el alcohol en grandes concentraciones provoca deterioro muy notable del funcionamiento mental, incluso pérdida del criterio, aumento de acciones temerarias, confusión y alteración del pensamiento regional. La alteración del sistema activador reticular es causa de que disminuya la capacidad para percibir la información sensorial que llega simultáneamente de varias fuentes; en consecuencia es más fácil que el problema surja en las tareas complejas, que requieren estado de alerta y toma de decisiones rápidas, que aquellas en que el tiempo no es un

factor tan importante. Se deteriora la agudeza visual, así como la sensorial y de otras clases; a concentraciones más altas de alcohol en la sangre se produce anestesia.

La acción del etanol sobre el mesencéfalo y la formación reticular bulbar y sobre los impulsos para las células cerebelosas de Purkinje también afecta las fibras descendientes que modulan las respuestas de los órganos sensoriales y las sinapsis motoras y el deterioro de la sensación propioceptora ocasionan ataxia motora, signo de Romberg positivo y habla cercenada.

6.2.6. Efectos endocrinos.

Dentro de los efectos endocrinos mediados por el hipotálamo están los siguientes:

1. La secreción hipofisaria de hormona antidiurética se inhibe al elevarse los niveles sanguíneos de etanol, lo que ocasiona diuresis leve o de intensidad y duración variables; esto se anula por la acción de la nicotina sobre el hipotálamo.
2. Se inhibe la secreción de oxitocina.
3. Se incrementa la liberación de β -endorfina del lóbulo intermedio de la hipófisis y, probablemente del lóbulo anterior.
4. Durante una intoxicación intensa con depresión respiratoria y circulatoria aumenta la secreción de adrenalina, noradrenalina y corticosteroides suprarrenales. No obstante dosis pequeñas de etanol disminuyen las respuestas de estrés a diversos factores tensionantes. Este efecto antiestrés incluye reducción o anulación del aumento en las concentraciones plasmáticas de corticoesteroides y catecolaminas.
5. Hay interferencia de la secreción de hormona luteinizante (HL) y, como resultado, la concentración sérica de testosterona tiende a disminuir. Inhibe la hidroxilación de esteroides en los testículos porque se acumula NADH en ellos, por la actividad de la alcohol deshidrogenasa.

6.2.7. Intoxicación por etanol.

Los signos de intoxicación aparecen a diversos niveles sanguíneos, dependiendo de las diferencias individuales de tolerancia y de la rapidez con que se bebe, es decir, de la velocidad a que aumenta el nivel de etanol en la sangre.

En la mayoría de las personas aparecen signos leves a concentraciones inferiores de 500 mg/L. en muchos sujetos, la intoxicación franca con deterioro psicomotor se inicia a niveles

menores de 1 000 mg/L, pero en caso todos se manifiesta a 1 500 mg/L. es probable que la intoxicación grave, con anestesia o coma, ocurra a niveles de 2 500 mg/L o mayores, aunque el consumo intenso y crónico de etanol puede aumentar la tolerancia a tal grado que algunos individuos aún están conscientes y activos a concentraciones sanguíneas muy por arriba de 0.35 por ciento.

La mayoría de los casos culminan con la muerte, debido a depresión respiratoria a niveles de 5 000 mg/L o mayores.

6.2.8. Tratamiento de la intoxicación aguda.

Teóricamente, el tratamiento puede estar dirigido para:

1. Acelerar la eliminación de alcohol del cuerpo ó:
2. Contrarrestar sus efectos.

En casos extremos, en los cuales puede producirse la muerte, la hemodiálisis es indudablemente rápida y eficaz para extraer el alcohol, pero el principal procedimiento es la terapéutica de sostén (líquidos por vía intravenosa, respiración artificial, según se requiera, etc.) esto se mantiene hasta que el metabolismo baja la concentración de alcohol en la sangre a un nivel en que ya no representa peligro.

6.3. EL ALCOHOLISMO.

El alcoholismo es una dependencia con características de adicción a las bebidas alcohólicas. La causa principal del alcoholismo es la adicción provocada por la influencia psicosocial en el ambiente social en el que vive la persona. El alcoholismo se caracteriza por la necesidad de ingerir sustancias alcohólicas en forma relativamente frecuente, según cada caso, así como por la pérdida del autocontrol, dependencia física y síndrome de abstinencia.

Consiste en un consumo excesivo de alcohol de forma prolongada con dependencia del mismo. Es una enfermedad crónica producida por el consumo incontrolado de bebidas alcohólicas, lo cual interfiere en la salud física, mental, social y/o familiar así como en las responsabilidades laborales.

El alcoholismo supone un serio riesgo para la salud que a menudo conlleva el riesgo de una muerte prematura como consecuencia de afecciones de tipo hepática como la cirrosis hepática, hemorragias internas, intoxicación alcohólica, hepatocarcinoma, accidentes o suicidio. Este

problema, no está fijado por la cantidad ingerida en un periodo determinado: personas afectadas por esta enfermedad pueden seguir patrones muy diferentes de comportamiento, existiendo tanto alcohólicos que consumen a diario, como alcohólicos que beben semanalmente, mensualmente, o sin una periodicidad fija. Si bien el proceso degenerativo tiende a acortar los plazos entre cada ingesta.

El consumo excesivo y prolongado de esta sustancia va obligando al organismo a requerir cantidades crecientes para sentir los mismos efectos, a esto se le llama "tolerancia aumentada" y desencadena un mecanismo adaptativo del cuerpo hasta que llega a un límite en el que se invierte la supuesta resistencia y entonces "asimila menos", por eso tolerar más alcohol es en sí un riesgo de alcoholización. Es una enfermedad crónica, progresiva y a menudo mortal; así como un trastorno primario y no un síntoma de otras enfermedades o problemas emocionales.

La OMS define el alcoholismo como la ingestión diaria de alcohol superior a 50 gramos en la mujer y 70 gramos en el hombre (una copa de licor o un combinado tiene aproximadamente 40 gramos de alcohol, un cuarto de litro de vino 30 gramos y un cuarto de litro de cerveza 15 gramos).

Parece ser producido por la combinación de diversos factores fisiológicos, psicológicos y genéticos. Se caracteriza por una dependencia emocional y a veces orgánica del alcohol, y produce un daño cerebral progresivo y finalmente la muerte. Afecta más a los varones adultos, pero está aumentando su incidencia entre las mujeres y los jóvenes. El consumo y los problemas derivados del alcohol están aumentando en todo Occidente desde 1980, incluyendo Estados Unidos, la Unión Europea, México y los antiguos países del este, así como en los países en vías de desarrollo.

A diferencia del simple consumo excesivo o irresponsable de alcohol, ha sido considerado en el pasado un síntoma de estrés social o psicológico, o un comportamiento aprendido e inadaptado.

El alcoholismo ha pasado a ser definido recientemente, y quizá de forma más acertada, como una enfermedad compleja en sí, con todas sus consecuencias. Se desarrolla a lo largo de años. Los primeros síntomas, muy sutiles, incluyen la preocupación por la disponibilidad de alcohol, lo que influye poderosamente en la elección por parte del enfermo de sus amistades o actividades.

6.4. IMPACTO A LA SALUD HUMANA QUE PRODUCE EL ALCOHOL.

Cerca de 200,000 muertes al año pueden ser completamente o parcialmente atribuidas al beber. El alcoholismo puede matar en muchas maneras diferentes. En total, reduce la esperanza de vida por 10 a 12 años. Entre más temprano una persona empieza a beber grandes cantidades de alcohol, mayores serán sus perspectivas de desarrollar enfermedades graves del tipo crónico.

6.4.1. Sobredosis.

El alcohol es una droga y las personas pueden morir de la sobredosis. Esto es un peligro específico para los adolescentes que pueden querer impresionar a sus amigos con su capacidad para beber alcohol pero que todavía no pueden medir los efectos.

6.4.2. Accidentes y violencia.

El alcohol juega una función mayor en más de la mitad de todas las muertes automovilísticas. Menos de dos bebidas pueden deteriorar la capacidad para conducir.

Un estudio de los pacientes en una sala de emergencias informó que 47% de las personas que fueron admitidas en lesiones probaron ser positivas para el alcohol y 35% de ellas estaban intoxicadas, de estas el 75% mostraron evidencia de alcoholismo crónico. Además esta enfermedad es el diagnóstico primario en una cuarta parte de todas las personas que se suicidan; y se implica en 67% de todos los asesinatos. (8)

6.4.3. Problemas médicos.

El alcoholismo puede dañar el cuerpo en tantas maneras, que es imposible tratar estos problemas plenamente en un informe corto. En la siguiente tabla se presentan algunos de los trastornos causados por el consumo crónico del alcohol:

Tabla 3. Trastornos causados por el consumo crónico del alcohol etílico. (5)

| TRANSTORNO | DESCRIPCIÓN |
|---------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Cardiopatía | Dosis grandes de alcohol pueden desencadenar latidos del corazón irregulares y aumentar la presión arterial. |
| Cáncer | El alcohol puede realzar los efector carcinogénicos de otras sustancias, como el humo de cigarrillos. Cerca de 75% de cánceres del esófago y 50% de cánceres de la boca, garganta y laringe se atribuyen al alcoholismo. |
| Trastornos mentales y neurológicos | El uso habitual del alcohol deprime el sistema nervioso central, produciendo depresión clínica, confusión y, en los casos graves, psicosis y trastornos mentales |
| Problemas gastrointestinales | El hígado en particular es puesto en peligro por el alcohol. Aquí, el alcohol se convierte en una sustancia aún más tóxica, acetaldehído, que puede causar daño sustancial, incluyendo cirrosis en 10% de personas con alcoholismo. |
| Infecciones | El alcohol suprime el sistema inmunitario y las personas con alcoholismo son propensas a las infecciones, en particular a la neumonía |
| Problemas sexuales | El alcoholismo aumenta los niveles de la hormona femenina estrógeno y reduce los niveles de la hormona masculina testosterona, factores que contribuyen a la impotencia en los hombres. |
| Diabetes | El alcohol puede causar hipoglicemia, una disminución en el azúcar sanguíneo, que es especialmente peligrosa para las personas con diabetes que están tomando insulina |
| Malnutrición y el síndrome de Wernicke-Korsakoff | Además de reemplazar los alimentos, el alcohol también puede dificultar la absorción de las proteínas, las vitaminas y otros nutrientes. |

6.4.4. Interacciones de medicamentos con el alcohol etílico.

El alcohol etílico puede interferir en los efectos de los medicamentos metabolizados por las enzimas microsomales hepáticas. El tipo de interacción depende si el consumo de alcohol etílico es agudo o crónico. La ingesta aguda de alcohol etílico inhibe el metabolismo de medicamentos por competición con las enzimas microsomales con un aumento de la concentración de las mismas (benzodiazepinas, fenobarbital, fenitoína, clorpromazina

ciclosporina). Por el contrario, el consumo regular de grandes cantidades de alcohol etílico, induce a las enzimas microsomales hepáticas y puede incrementarse el metabolismo de los fármacos que se administran concomitantemente, disminuyendo su actividad (warfarina, paracetamol, antidiabéticos orales, rifampicina).

Las interacciones alcohol-medicamentos más comunes son:

- **PARACETAMOL:** En los bebedores crónicos se incrementa el riesgo de sufrir daño hepático con dosis moderadas de paracetamol. El etanol puede inducir las enzimas que convierten al paracetamol en un metabolito hepatotóxico (N-acetil-benzoquinoneimina). En condiciones normales, este metabolito es inactivado por reacción con los grupos sulfidrilos del glutatión hepático reducido y posteriormente eliminado por la orina como conjugado con cisteína y ácido mercaptúrico. Si la velocidad de formación de este metabolito excede la síntesis de glutatión hepático, este reacciona en forma covalente con aminoácidos de enzimas y proteínas hepáticas.
- **ASPIRINA:** A los pacientes que consumen aspirina con alcohol se les advierte de la posibilidad de empeorar la irritación gastrointestinal.
- **ANTICOAGULANTES:** El consumo de alcohol en forma aguda, aun en cantidades moderadas, potencia la acción de anticoagulantes cumarínicos, por inhibición competitiva de las enzimas de metabolización hepática. En alcohólicos el tiempo de vida media de la warfarina se reduce debido a la inducción de las enzimas microsomales hepáticas. La recomendación en los pacientes anticoagulados es evitar el consumo de alcohol.
- **ANTIEPILÉPTICOS:** En las personas que consumen alcohol en forma prolongada se puede acelerar su biotransformación por inducción enzimática disminuyendo su acción anticonvulsivante (ej. fenitoína).
- **INHIBIDORES DE LA MONOAMINOOXIDASA:** Pueden presentarse reacciones hipertensivas debido al contenido de tiramina de algunas bebidas alcohólicas. Esto sucede porque la tiramina no es metabolizada por la monoaminooxidasa que se encuentra inhibida. Se recomienda evitar el consumo de bebidas alcohólicas, bebidas de bajo contenido alcohólico, e incluso cervezas libres de alcohol debido al contenido de tiramina.
- **DISULFIRAM, AGENTES TIPO DISULFIRAM:** El disulfiram inhibe la oxidación del acetaldehído, como producto de esta inhibición los pacientes presentan una serie de efectos adversos tales como rubor facial, dolor de cabeza, hipotensión, palpitations, taquicardia, náuseas y vómitos, que comienzan entre 10 y 15 minutos luego de la ingesta de alcohol y dura varias horas. De manera tal, que esta droga se utiliza en pacientes alcohólicos ya que por la aparición de estos efectos, la persona evita el consumo de alcohol.

El metronidazol como el disulfiram inhibe la aldehído deshidrogenasa y causa acumulación de acetaldehído en el cuerpo. La reacción es más severa, con altas dosis de metronidazol y alcohol ingerido. Estas interacciones han ocurrido en mujeres que utilizan metronidazol vaginal aunque es poco común. Los pacientes no deberían tomar alcohol mientras reciben metronidazol e incluso 48 horas después de terminar el tratamiento. Estas reacciones tipo disulfiram, también ocurren con algunas cefalosporinas (ej. cefamandol), furazolidona, griseofulvina, ketoconazol y clorpropamida. Los pacientes deberían abstenerse de tomar alcohol mientras estén utilizando estos medicamentos e incluso hasta 72 horas luego de terminar el tratamiento (en pacientes con insuficiencia renal una semana).

- **DEPRESORES DEL SISTEMA NERVIOSO CENTRAL:** La acción del alcohol sobre el sistema nervioso central, pueden sumarse a los efectos de otras drogas tales como hipnóticos, ansiolíticos, analgésicos opioides, antidepresivos, antipsicóticos, anticonvulsivantes, anti-histamínicos. La interacción dependerá de la dosis de la droga y del consumo de alcohol. Los pacientes deben ser advertidos acerca de estas posibles interacciones y como podría afectarlos (ej. somnolencia, falta de concentración, disminución de habilidades para determinadas tareas). En alcohólicos crónicos por inducción enzimática, el metabolismo de muchas drogas, sobre todo los barbitúricos, puede estar acelerado y dar lugar a fenómenos de tolerancia.
- **ANTITUBERCULOSOS:** El metabolismo de la isoniazida puede exagerarse en el alcohólico crónico y disminuir su acción antituberculosa.
- **COMPUESTOS TRICÍCLICOS:** El aumento de la sedación, la inhibición de la motilidad intestinal y los cambios en el contenido graso del hígado son la consecuencia de esta interacción. La habilidad para manejar u operar máquinas puede estar disminuida. Los pacientes pueden mostrar desorden de conducta inusual, especialmente en los primeros días de tratamiento. Se debe advertir el no consumir alcohol.
- **AGENTES HIPOGLUCEMIANTES ORALES:** la ingestión aguda de alcohol puede exagerar la hipoglucemia producida por dichas drogas. En general los pacientes diabéticos deben no consumirlo o hacerlo de manera moderada. Deben tener en cuenta además el valor calórico del alcohol en sus dietas. El consumo agudo de alcohol en los pacientes que utilizan metformina incrementa el riesgo de acidosis láctica. En los pacientes alcohólicos, hay una inducción de las enzimas microsomales hepáticas y una reducción de la vida media, acelerando el metabolismo del hipoglucemiante y disminuyendo su acción. La clorpropamida es capaz de provocar una reacción disulfiram cuando se ingiere con alcohol. (7)

6.5. EFECTO LABORAL, SOCIAL Y PERSONAL QUE PRODUCE EL ALCOHOL ETILICO EN UNA PERSONA.

Además de causar numerosos daños físicos y psíquicos en la persona alcohólica, el alcoholismo constituye un problema de tipo social. El alcohólico es una persona que no rinde en el trabajo por lo que acaba perdiéndolo y pasa a formar parte del numeroso grupo de vagabundos anónimos, sin hogar ni empleo. (Ver figura 8)



Figura 8. Consecuencias del alcoholismo en una persona. (29)

Un alcohólico es especialmente rechazado por los demás por resultar molesto y descuidado en su aseo e higiene personal y no mostrar un diálogo coherente ni razonable. Muchos

alcohólicos acaban delinquiendo y terminan en la cárcel. En caso de personas más jóvenes deja de atender a sus estudios o acaba siendo expulsado del centro de estudios.

La persona con problemas de alcoholismo tiene también mala relación con su familia. Abandona las obligaciones de la casa. Suele ser agresivo con los parientes o familiares. Además de desconfiado, suele ser muy celoso con su pareja y violento con sus propios hijos de los cuales se desentiende, (muchos de los casos de muertes por violencia de género tan habituales en la sociedad actual se suelen producir bajo los efectos del alcohol). El alcoholismo constituye uno de los principales motivos de ruptura entre las parejas.

Como no existe ninguna división entre los bebedores sociales y los bebedores problemáticos, cada persona deberá evaluar hasta qué punto tiene control sobre su modo de beber así como cuáles son las consecuencias negativas del mismo antes de proceder a realizar los cambios constructivos que sean necesarios. Esto puede ser difícil puesto que hay varias etapas que son comunes en todas las familias con problemas de alcoholismo antes de que la persona sea consciente de que su modo de beber alcohol le está causando dificultades en su vida. Una de las características más trágicas es el largo período de tiempo que pasa entre el surgimiento de los problemas de alcoholismo, su reconocimiento y la decisión de someterse a tratamiento. (29)

El alcoholismo produce estragos en la industria muy difíciles de establecer en estadísticas, incluso si el problema es conocido. (Ver tabla 4)

Tabla 4. Estragos que produce el alcoholismo en la industria. (29)

| Estragos del alcoholismo en la industria. |
|--------------------------------------------------------|
| Baja de la productividad. |
| Destrozo o mal uso del material. |
| Deterioro de la calidad del producto fabricado. |
| Disminuye el ritmo de producción donde está colocado., |
| Gran cantidad de ausencias o tardanzas. |

6.6. CONSUMO DE ALCOHOL Y RIESGO DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO.

En las carreteras de todo el mundo mueren al año al menos medio millón de personas y unos 15 millones sufren lesiones. Las cifras de heridos varían mucho según la población y la densidad del tráfico, así como el grado de aplicación de las medidas preventivas y correctivas.

Por lo general, se producen más muertes en las rutas, donde la velocidad es más elevada que en las zonas urbanas, pero las lesiones graves que precisan estancia en un hospital son al menos el doble en las vías urbanas, donde el tráfico es más problemático. Por lo que se refiere a la distancia recorrida, los motoristas, los ciclistas y los peatones tienen más riesgo de muerte o lesiones.

Cabe mencionar también el problema que el alcoholismo constituye para la circulación vehicular, ya que muchos de los accidentes en carretera son producidos en estado de embriaguez etílica o con niveles de alcohol demasiado elevados en la sangre. Lo anterior es tristemente cierto durante los fines de semana, cuando muchos jóvenes tienen accidentes de tráfico, lo cual se observa principalmente después de haber estado bebiendo en la discoteca durante toda la noche (ver tabla 5). (23)

Tabla 5. Describe los efectos del alcohol en una persona promedio de 70 kilogramos. (28)

| El máximo permitido para quienes manejan vehículos es de 0.5 g de alcohol por litro de sangre | | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------|
| COMPARATIVA | | |
| Nivel de alcohol en sangre | Número de copas de vino de 200 ml para una persona de 70 kg  | Síntomas y efectos principales |
| 0.2 | 1 | no hay síntomas significativos |
| 0.5 | 2 | manejar empieza a ser peligroso |
| 1.0 | 4 | la coordinación se ve muy afectada |
| 1.5 | 6 | todas las facultades muy afectadas |
| 4.0 | 6 | pérdida de la conciencia, riesgo de muerte |

De esta manera y como se observa en el gráfico 1, el rango de causar un accidente de tráfico, se aumenta de acuerdo al nivel de alcohol en sangre, notándose que un nivel de alcohol en sangre (BAC) de 0.04% está asociado a un creciente porcentaje en accidentes de tránsito. Cuando el BAC llega a 0.06% la probabilidad de causar un accidente es el doble que la de alguien que no bebió alcohol.



GRAFICO 1. Evolución del riesgo de accidentes de tránsito a partir del nivel de alcohol en sangre.
(23)

Estudios de la SS (Secretaría de Salud), señalan que existen 3.5 millones de mexicanos en la zona urbana que padecen alcoholismo pero ahora, la tendencia de los jóvenes de entre 16 y 24 años que consumen de nueve copas o más por ocasión ha modificado los patrones, pues se les considera consumidores explosivos.

Así mismo, han revelado que en los últimos dos años se ha incrementado un 10 por ciento el consumo de alcohol en México y esto ha ocasionado más de la mitad de las muertes por accidentes de tránsito, lo que es aun más preocupante ya que entre mayor sea el incremento del consumo de alcohol en el país más muertes están relacionados con accidentes de tránsito causadas bajo el influjo de este.

También y de acuerdo a la publicación Observatorio de Alcohol, Tabaco y Otras drogas de la SS, el 54 por ciento de las muertes por accidentes de tránsito en el país ocurren entre jueves, viernes y sábado y están relacionadas con el consumo de alcohol.

En conclusión, al igual que en muchos países del mundo, en México el abuso de bebidas alcohólicas y la dependencia del alcohol representan un problema de principal magnitud, tanto por los costos que generan a la sociedad y al sistema de salud, como por los efectos en los individuos y las familias. Se ha estimado que en México el abuso, por sí solo, representa el 9% del peso total de la enfermedad y que los padecimientos asociados como la cirrosis hepática, la dependencia alcohólica, las lesiones producidas por vehículos de motor, los homicidios y los suicidios representan causas importantes en cuanto a nivel de pérdida de años de vida saludable. Por lo que se refiere al individuo, el alcoholismo implica aislamiento social, pérdida de oportunidades laborales, dependencia económica y sufrimiento moral, con las consecuentes repercusiones en los ámbitos familiar y comunitario. (23)

Los jóvenes son más susceptibles de morir por accidentes que la población adulta. El 10% de las defunciones por accidentes de tránsito de vehículo de motor ocurridos en el país en 1994 correspondió a personas entre los 15 y los 19 años de edad; la proporción aumenta a 13% entre los 20 y 24 años, para descender posteriormente hasta niveles menores al 4% para cada quinquenio después de los 50 años. De acuerdo con la ENA 1998, 1% de los adolescentes de entre 12 y 17 años reportó haber sufrido un accidente asociado con su forma de beber. Entre aquellos que suelen consumir grandes cantidades de alcohol por ocasión, el porcentaje fue de 1.4%. (Ver grafico 2) (23)

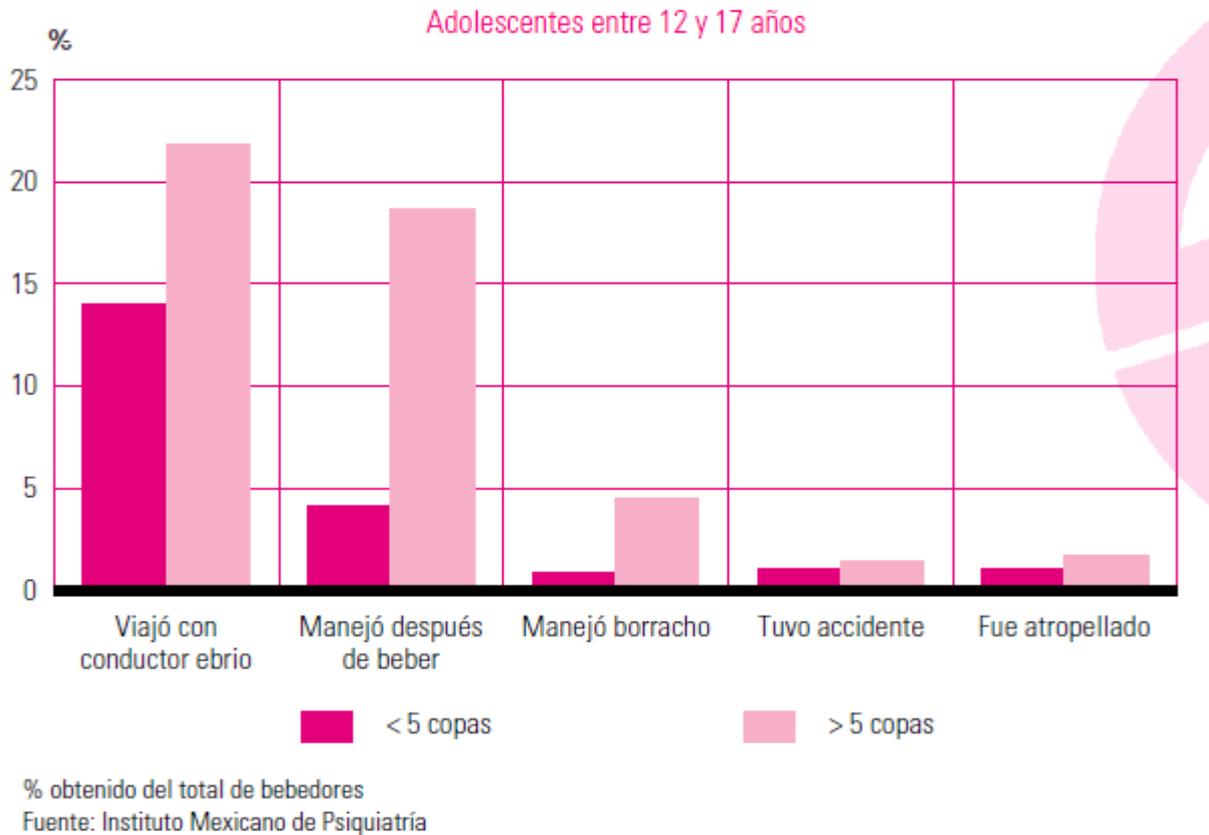


Grafico 2. Adolescentes entre 12 y 17 años que tuvieron contacto con el alcohol Y el manejo de un automóvil (23).

Algunos estudios transculturales realizados en México y en EE.UU. reportan que México presenta tasas más altas de consumo poco frecuente en grandes cantidades que EE.UU. (24 y 6% respectivamente), así como tasas menores de consumo frecuente en bajas cantidades (3 y 12% respectivamente). Igualmente, en nuestro país también se observan tasas más altas de ingreso a salas de urgencia con pruebas positivas de alcohol en sangre (21 y 11% respectivamente). Lo anterior sugiere que en México una proporción importante de los problemas derivados del abuso del mismo, son resultado de prácticas inadecuadas de consumo por parte de individuos no dependientes, pero que abusan de las bebidas. (23)

6.6.1. La mujer y el alcoholismo.

Las mujeres se inician en el consumo de alcohol en edades más tardías que los varones, aunque ingieren su primera copa completa antes de cumplir los 18 años; la edad más frecuente

para iniciar el consumo es entre los 18 y los 29 años, mientras que en los varones se observan dos etapas importantes: entre los 12 y los 15 años y al llegar a la mayoría de edad. (23)

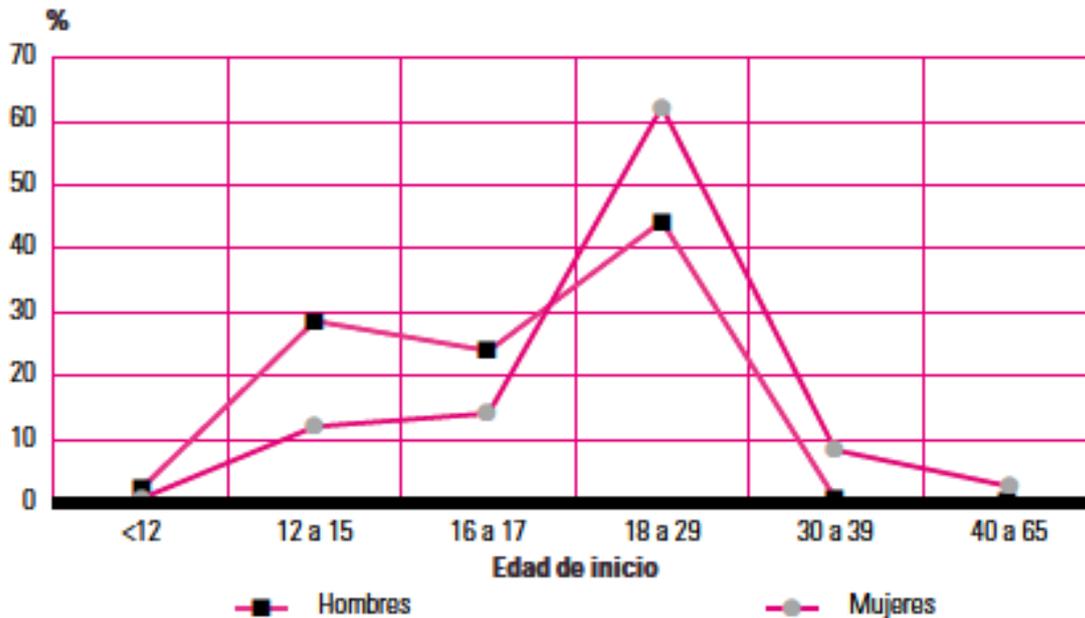


Grafico 3. Inicio del consumo de alcohol en mujeres y hombres. (23)

El consumo en el sector femenino de la población se ha incrementado en los últimos años con una disminución importante de la tasa de abstinencia, la cual se redujo de 63.5% en 1998 a 55.3% en 2008; entre los varones los índices disminuyeron de 27% a 23% en el mismo período (ver gráfico 3). (23)

En México, las diferencias de género en lo que al consumo se refiere, aún son marcadas. La proporción de consumidores fuertes (5 copas o más por ocasión) se mantuvo estable, alcanzando 41% entre los varones y 8.3% entre las mujeres. En 1988, las tasas eran de 43 y 7%, respectivamente. No se presentaron cambios entre la población que reportó beber diariamente o casi diariamente, ya que esta pauta de consumo continúa siendo poco común: 4.8% en los varones y 0.3% entre las mujeres. Lo anterior evidencia la clara tendencia al incremento en el consumo de bebidas alcohólicas entre las mujeres, especialmente los grupos de mayor edad. (Ver gráfico 4) (23)

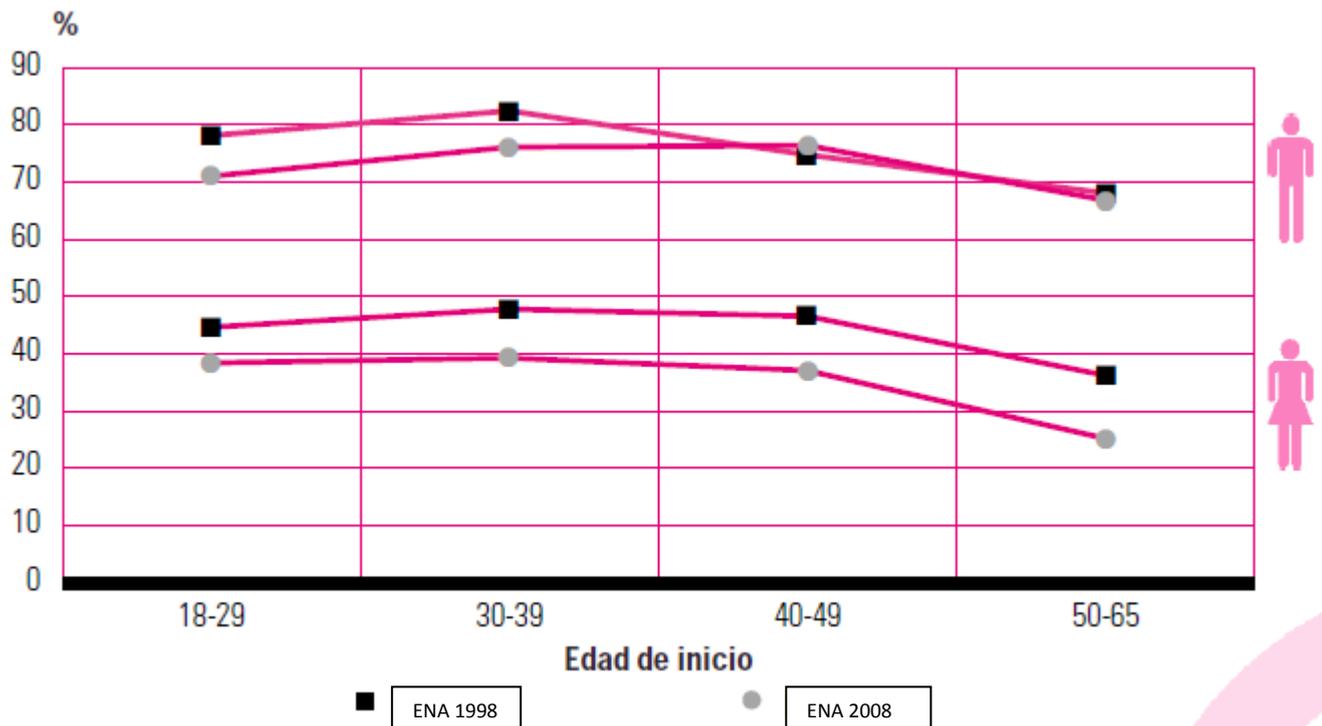


Grafico 4. Edad de inicio del consumo de alcohol. (23)

A pesar de que las mujeres beben menos que los hombres, aquellas que lo hacen tienden a consumir cantidades mayores que éstos. Por otra parte, la mujer enfrenta una doble vulnerabilidad: una de carácter biológico, ya que desarrolla problemas de salud con menores dosis y en un menor tiempo de consumo que el varón, y otra de naturaleza social, al ser objeto de un mayor rechazo de la sociedad cuando presenta problemas con su manera de beber.

6.7. MARCO LEGAL EN EL CONSUMO DEL ALCOHOL ETÍLICO.

México cuenta con un marco normativo integrado por diversas leyes, reglamentos y normas que tienen como finalidad reglamentar la venta y producción de bebidas alcohólicas y evitar el abuso en el consumo de alcohol.

6.7.1. Control de producción y manufactura

6.7.1.1. Clasificación de las bebidas alcohólicas.

El Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios (DOF del 9 de agosto de 1999) clasifica a las bebidas alcohólicas de acuerdo con su contenido de etanol, a saber:

- a) De contenido alcohólico bajo: las bebidas con un volumen de entre 2 y 6% de etanol.
- b) De contenido alcohólico medio: las bebidas con un volumen de entre 6.1 y 20% de etanol.
- c) De contenido alcohólico alto: las bebidas con un volumen de entre 20.1 y 55% de etanol.

6.7.1.2. Leyes y Reglamentos para el control de la producción y manufactura de bebidas alcohólicas.

Existen diferentes Normas Oficiales Mexicanas que consideran los aspectos relacionados con el contenido de alcohol, la determinación de los componentes, las especificaciones para cada bebida, los métodos de prueba, embalaje y etiquetado. (23)

En cuanto a la carga fiscal que el Gobierno Federal impone a los productores de bebidas alcohólicas, la Constitución Política de los Estados Unidos Mexicanos establece en el Artículo 73, Fracción XXIX, que el Congreso de la Unión tiene la facultad para establecer contribuciones especiales sobre el aguamiel y los productos de su fermentación, y sobre la producción y el consumo de cerveza. (5)

La Ley del Impuesto Especial sobre Producción y Servicios (DOF, del 30 de diciembre de 1980) indica los impuestos correspondientes a las bebidas alcohólicas, mismos que se incrementan proporcionalmente en la medida en que aumenta su contenido de etanol (Artículo 2º Fracción I, Incisos b, c, d, e y f). Por otra parte, la Ley Federal de Derechos (DOF del 31 de diciembre de 1981) dispone, en su Artículo 195, Fracción F, que en materia de publicidad de bebidas alcohólicas se pagará el doble de los derechos correspondientes a otros bienes y servicios.

La Ley General de Salud considera como delito la adulteración de bebidas alcohólicas, y en su artículo 464 establece una sanción de entre 1 y 9 años de prisión, así como una multa equivalente a 100 y 1000 días del salario mínimo general vigente. (20)

La Norma Oficial Mexicana 142 de Bienes y Servicios. Bebidas Alcohólicas. Especificaciones Sanitarias. Etiquetado Sanitario Comercial, publicada en 1997 y modificada en 1998, establece las especificaciones sanitarias y las disposiciones de etiquetado sanitario y comercial de las bebidas alcohólicas que se comercializan en el territorio nacional; adicionalmente, regula los aspectos relativos a la calidad del envasado y al etiquetado. (23)

6.7.1.3. Regulación de la publicidad de bebidas alcohólicas.

La regulación de la publicidad de bebidas alcohólicas tiene como propósito establecer las características que ésta debe tener, los horarios de los anuncios que se transmiten en los medios de comunicación y vigilar que se incluya información sobre los daños que puede ocasionar el consumo inmoderado.

En cuanto al control sanitario de la publicidad, la Ley General de Salud (DOF. de febrero de 1984), en su Título Décimotercero, Artículo 301 (DOF del 7 de mayo de 1997), sujeta a la autorización de la SSA la publicidad sobre la calidad y características de diversos productos, así como la promoción de su uso, venta o consumo, en tanto que los artículos 307, 308 y 309 señalan los requisitos a los que deberá ajustarse dicha publicidad.

Adicionalmente, El Reglamento de la Ley General de Salud en materia de publicidad (DOF. del 4 de mayo de 2000) señala en su artículo 34 que, tratándose de bebidas alcohólicas, la publicidad deberá limitarse a dar información sobre las características y técnicas de su elaboración. Asimismo, prohíbe asociar su consumo con ideas o imágenes de éxito, prestigio, fama, esparcimiento, alegría o euforia. De igual manera prohíbe asociar el consumo con actividades, conductas o características propias de jóvenes menores de 25 años; también prohíbe promover la venta de bebidas alcohólicas a través de sorteos o concursos dirigidos a menores de edad. Este mismo reglamento, en su Artículo 35, señala el impedimento de publicar anuncios de promociones como las llamadas «hora feliz» y «barra libre», que incitan al consumo ilimitado de bebidas alcohólicas.

Los horarios para transmisión de la publicidad en radio y televisión, deberán sujetarse a las disposiciones de la Secretaría de Gobernación, mientras que en las salas de cine los anuncios se transmitirán únicamente durante las funciones de películas para adultos de clasificación «C» y «D».

Este mismo ordenamiento incluye elementos que regulan el uso de la marca, el logotipo o la imagen de identificación de las empresas productoras de bebidas alcohólicas en los eventos que patrocinan. Entre las prohibiciones que señala se encuentran las siguientes: relacionar los productos con el deportista, artista o evento a patrocinar; difundir testimonios relacionados con el consumo del producto por parte de atletas, celebridades o figuras públicas de reconocido prestigio, y patrocinar eventos relacionados con actividades practicadas preponderadamente por menores de edad. Las empresas productoras de bebidas de contenido alcohólico bajo podrán

patrocinador actividades deportivas y creativas, y las bebidas de contenido alcohólico muy alto únicamente los de carácter creativo. (23)

La Ley Federal de Radio y Televisión, en su Artículo 68, señala que al transmitir publicidad de bebidas cuyo contenido alcohólico exceda 20%, las difusoras comerciales deberán alternar ésta con mensajes sobre educación higiénica y mejoramiento de la nutrición popular. Además, se establece la prohibición de emplear a menores de edad para efectos de publicidad, y se señala que las bebidas no podrán ser ingeridas real o aparentemente frente al público (DOF del 19 de enero de 1990). El Artículo 67 de esta misma Ley señala que no se hará publicidad a centros de vicio de cualquier naturaleza, y establece las sanciones correspondientes a quien contravenga lo estipulado en los Artículos 101 y 104 (DOF del 19 de enero de 1990).

6.7.1.4. Inclusión de leyendas precautorias.

La Ley General de Salud, en su Artículo 218, señala las características generales a que deben sujetarse las leyendas precautorias. Indica, asimismo, que 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 fácilmente legible, en colores contrastantes, sin invocar o hacer referencia a alguna disposición legal.

El Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad indica, en su Artículo 10, las especificaciones a que deben ceñirse las leyendas precautorias en lo que se refiere a colores y tamaño, e incluye lo relativo a la publicidad de bebidas alcohólicas en anuncios espectaculares.

6.7.1.5. Restricciones de venta a menores de edad.

Existen diversas disposiciones legales que tienen como finalidad evitar el consumo de bebidas alcohólicas entre los menores de edad. La Ley General de Salud, en su Artículo 220, indica que en ningún caso y de ninguna forma se podrá expender o suministrar bebidas alcohólicas a menores de edad.

El Artículo 178 del Reglamento de Control Sanitario de Productos y Servicios estipula que respecto a la venta de bebidas alcohólicas envasadas o en estados naturales, mezclados, preparados o adicionados para su consumo dentro de los establecimientos, deberá exigirse identificación oficial cuando se trate de jóvenes cuya apariencia física no evidencie claramente la mayoría de edad. En caso de no presentarse dicha identificación, se prohíbe la venta o suministro de esos productos.

Este mismo Reglamento prohíbe la venta de bebidas alcohólicas en sobres o en bolsas de menos de 1 litro de capacidad así como por medio de máquinas automáticas; también restringe la venta en presentaciones de menos de 180 ml. En lugares diferentes a los establecimientos que suministran bebidas alcohólicas para su consumo dentro de los mismos (Artículos 177 y 179).

El Código Penal Federal, en su Artículo 201, dispone que a quien procure o facilite la corrupción de menores de 16 años de edad o los induzca a la ebriedad se aplicarán entre 3 y 8 años de prisión, y una multa de entre 50 y 200 días del salario mínimo general vigente. Adicionalmente, en su Artículo 202 prohíbe emplear a menores de 18 años en cantinas, tabernas y centros de vicio (DOF del 10 de enero de 1994). (23)

Finalmente, La Ley Federal del Trabajo, en su Artículo 175, prohíbe la utilización del trabajo de menores de 16 años en expendios de bebidas embriagantes de consumo inmediato.

6.7.1.6. Control de consumo de bebidas alcohólicas en lugares de trabajo.

Esta vertiente normativa pretende reducir los accidentes laborales. Por ello, el Artículo 123 Constitucional prohíbe el establecimiento de bebidas embriagantes en todo centro de trabajo (DOF del 14 de febrero de 1972). Por otra parte, diversos ordenamientos como La Ley del Seguro Social, La Ley Federal de los Trabajadores al Servicio del Estado y la Ley del Instituto de Seguridad y Servicios Sociales de los Trabajadores del Estado, estipulan los aspectos relativos a los accidentes de trabajo debidos a intoxicación alcohólica.

La Ley Federal del Trabajo, en su Artículo 47, señala que el estado de ebriedad en el lugar de trabajo es causa de rescisión laboral, y en sus artículos 133 y 135 prohíbe a los patrones y a los trabajadores presentarse a laborar en estado de intoxicación. Los Artículos 206 y 208 restringen el consumo para los trabajadores de buques; los Artículos 242 y 244 para las tripulaciones de aeronaves; el Artículo 254 para los trabajadores ferrocarrileros; el Artículo 261 para los autotransportistas y el Artículo 284 para los trabajadores del campo.

El Artículo 487 de la misma Ley establece la atención médica como un derecho laboral en caso de sufrir un accidente de trabajo. Sin embargo, el Artículo 488 limita ese derecho cuando la causa del accidente es el estado de ebriedad.

Finalmente, el Artículo 513 incluye dentro de las enfermedades de trabajo aquellas que se presentan como resultado de la intoxicación por alcoholes metílico, propílico y butílico (DOF del 1º de abril de 1970).

6.7.1.7. Penas y sanciones.

A continuación se hace referencia a las sanciones correspondientes a diversas disposiciones:

- La Ley General de Salud establece una multa de entre 1 000 y 4 000 veces el salario mínimo general vigente a quien viole las disposiciones contenidas en los artículos 307 y 308 relativos a la publicidad, e impondrá una multa de entre 4 000 y 10 000 veces el salario mínimo a quien expendá o suministre bebidas alcohólicas a menores de edad.
- El Reglamento de la Ley General de Salud en Materia de Publicidad impone multas de entre 1 000 y 10 000 veces el salario mínimo general vigente a quienes violen las disposiciones referentes a la publicidad de bebidas alcohólicas.
- La Ley de Aviación Civil, la Ley de Caminos, Puentes y Autotransporte Federal, la Ley Reglamentaria del Servicio Ferroviario, el Código de Justicia Militar, la Ley de Disciplina del Ejército y Fuerza Aérea Mexicana, la Ordenanza General de la Armada, la Ley de Disciplina de la Armada de México y la Ley para la Comprobación, Ajuste y Cómputo de Servicios de la Armada de México, establecen sanciones para los casos en que se encuentre a elementos de su personal en estado de ebriedad en el cumplimiento de sus funciones.
- La Ley Orgánica de la Procuraduría General de la República (Artículos 22, 23 y 24) señala como condicionante para los agentes del Ministerio Público, para los elementos de la Policía Judicial Federal y para los Peritos del Servicio Civil de Carrera, el hecho de no padecer alcoholismo para ingresar al servicio y permanecer en sus funciones (DOF 11 de mayo de 1996).
- El Código Civil, en su artículo 450, establece que los mayores de edad que no sean capaces de decidir o manifestar su voluntad debido a la adicción al alcohol tienen incapacidad natural y legal (DOF 26 de mayo de 1928), y en el artículo 267 consigna que la embriaguez es causa de divorcio.
- El Código Penal Federal, en su artículo 171, señala que se impondrá prisión de hasta seis meses, una multa de hasta 100 pesos y suspensión o pérdida del derecho para usar la licencia de conductor a quien, en estado de ebriedad, cometa alguna infracción a los reglamentos de tránsito y circulación, independientemente de la sanción que corresponda (DOF del 14 de agosto de 1931, con reformas en el DOF del 30 de diciembre de 1997). (22)

6.7.1.8. Obligatoriedad de la educación sanitaria sobre alcohol.

La obligatoriedad del Estado de proporcionar información sobre los daños que ocasiona el abuso del alcohol se sustenta en el artículo 4º de la Constitución. En él se consigna que toda persona

tiene derecho a la protección de la salud y que la Ley definirá las bases y modalidades para el acceso a los servicios de salud y establecerá la concurrencia de la Federación y las entidades federativas en materia de salubridad general. Además, concede a las legislaturas de los estados la capacidad de dictar leyes encaminadas a combatir el alcoholismo de conformidad con el artículo 117 (DOF. del 6 de julio de 1971).

La Ley General de Salud, en el Capítulo II del Título XI, destaca la importancia de llevar a cabo acciones en materia de educación sobre los efectos del alcohol en la salud y en las relaciones sociales, dirigidas especialmente a niños, adolescentes, obreros y campesinos. Por otra parte, en congruencia con la Ley Orgánica de la Administración Pública Federal que faculta a la SSA para estudiar, adaptar y poner en vigor las medidas necesarias para luchar contra el alcoholismo, la Ley General de Salud, en su artículo 185, indica que la SSA y los gobiernos estatales se coordinarán para la ejecución del Programa contra el Alcoholismo y el Abuso de Bebidas Alcohólicas.

La misma Ley General de Salud, en su artículo 186, establece que la investigación deberá enfocarse a detectar las causas del alcoholismo y al estudio de los efectos de la publicidad, de los hábitos de consumo de alcohol en los diferentes grupos de población, y de los efectos del abuso del alcohol en los ámbitos individual, familiar y social.

El Reglamento Interior del Consejo Nacional contra las Adicciones (DOF del 20 de julio de 2000), en su artículo 1º, define que este organismo tendrá por objeto promover y apoyar las acciones de los sectores público, social y privado tendientes a la prevención y combate de los problemas de salud pública causados por el alcoholismo, así como promover y evaluar los programas correspondientes. (23)

6.7.1.9. Normatividad sobre la prestación de servicios de atención.

La Ley sobre el Sistema Nacional de Asistencia Social, en su artículo 4º., refiere que los alcohólicos son sujetos de recepción preferente en los servicios de asistencia social (DOF del 9 de enero de 1986), mientras que la Ley General de Salud estipula que la atención de enfermedades mentales comprende la rehabilitación psiquiátrica de quienes padecen alcoholismo.

A partir de 1987, México cuenta con regulación para la prestación de servicios de atención médica a los enfermos alcohólicos y personas con problemas relacionados con el abuso del alcohol (Norma Técnica 197), cuyo principal objetivo es uniformar los criterios de operación del personal del Sistema Nacional de Salud en relación con estos servicios.

El 15 de septiembre de 2000 se publicó en el Diario Oficial de la Federación la Norma Oficial Mexicana NOM 028-SSA2-1999 para la Prevención, Tratamiento y Control de las Adicciones, cuyo principal objetivo es establecer los procedimientos y criterios para la prevención, el tratamiento y el control de las adicciones. Esta Norma es de observancia obligatoria en todo el territorio nacional para los prestadores de servicios de salud del Sistema Nacional de Salud y en los establecimientos de los sectores público, social y privado que realicen actividades preventivas, de tratamiento y de control de las adicciones.

6.7.1.10. El marco normativo en el ámbito estatal.

La actualización de la legislación en la materia es una actividad prioritaria de los gobiernos de las entidades federativas. Por ello, permanentemente emiten disposiciones que regulan la venta y el consumo de bebidas alcohólicas. De acuerdo con los datos proporcionados por los gobiernos de los estados se estima que 60% de las entidades federativas cuenta con ordenamientos que regulan la venta y el consumo, mismos que han sido publicados en sus gacetas o diarios oficiales.

Algunos estados cuentan con iniciativas en curso, pendientes de aprobación por sus respectivas cámaras, y el resto deberá incorporar la reglamentación a su plan de acción estatal de acuerdo con las necesidades y condiciones de cada comunidad.

6.7.1.11. Iniciativas de ley.

De forma ejemplar, algunas entidades federativas como Nayarit, Tabasco, Querétaro y el Distrito Federal han generado iniciativas de ley tendientes a proteger la salud de la población mediante proyectos para modificar o formular leyes y reglamentos, orientados a la desaparición de las barras libres, a la limitación de promociones perjudiciales como “la hora feliz”, etc. La conciencia y el interés de los legisladores en el tema y en los graves efectos del consumo excesivo del alcohol y el alcoholismo debe estimular a otras entidades federativas a llevar a cabo sus propios proyectos. (23)

6.8. FACTORES QUE AFECTAN LA FORMACIÓN NATURAL DE ALCOHOL ETÍLICO.

Probablemente el análisis del alcohol es el más solicitado en Toxicología forense y las cifras de alcoholemia, las que con más frecuencia deben ser interpretadas.

Una vez alcanzada la fase de equilibrio, las concentraciones de alcohol en sangre y en los tejidos dependerán de sus concentraciones en agua, pero también de la riqueza en enzimas catalizadoras. De ahí que la concentración de alcohol en hígado sea menor de lo que teóricamente le corresponde en función de su contenido en agua, dada su riqueza en ADH.

En el sujeto vivo se puede saber con mayor o menor exactitud en qué fase de la curva de alcoholemia nos encontramos; generalmente, 2 horas después de la última liberación se ha concluido la fase de absorción y se ha producido el equilibrio, con lo cual la alcoholemia refleja bien el alcohol etílico que habrá en los otros tejidos u órganos y se puede extrapolar con pequeños errores al cerebro, el órgano diana.

En el cadáver no ocurre esto. En la mesa de autopsia nos encontramos con un cadáver que pudo morir cuando aún estaba en el período de absorción, con lo que las cifras de alcohol en la sangre no reflejarían las de otras estructuras; es más, muchas veces ni siquiera hay homogeneidad en el aparato vascular. De hecho se han descrito grandes diferencias arterio-venosas, así como del corazón con los vasos periféricos. (9)

Cuando se encuentra alcohol en el estómago, se plantean dos posibilidades:

- b) Que estemos en la fase de absorción, y
- c) Que el alcohol haya podido difundir pasivamente **post mortem** al corazón y a las vísceras contiguas. En el ámbito Químico pericial, siempre debe analizarse la concentración de alcohol en el contenido gástrico, corazón, vena femoral y humor vítreo. Sólo tras disponer de esos cuatro resultados, se puede dar respuesta a muchos interrogantes que se plantean normalmente. Claro está, si sólo se analiza la concentración de alcohol en el corazón, no existirá el problema de encontramos con cifras contradictorias, pero sabremos si realmente esa alcoholemia es secundaria a procesos putrefactivos o a difusión **post mortem**. O si la correlación sangre/cerebro es 1 u 8. Proceder así constituye, obviamente, un grave error.

Como han demostrado BACKER y cols., las correlaciones y los cocientes de alcohol en los fluidos y tejidos con relación a la sangre eran más exactos cuando la concentración de alcohol en el estómago del cadáver era menor de 0,50 g % que cuando era mayor de esa cifra. Sólo en el caso de la bilis era diferente con un cociente bilis/sangre de 0,99 y 0,96, respectivamente.

Aunque la cifra de 0,50 g % es una cifra arbitraria, para estos autores sirve de frontera para marcar el final de período de absorción.

En ausencia de sangre, cuando las concentraciones son menores de 0,50 g %, el líquido cefalorraquídeo y el humor vítreo pueden ser igualmente útiles para calcular la alcoholemia, de acuerdo con la fórmula antes expuesta.

El humor vítreo tiene importantes ventajas: es fácil de obtener, sufre una menor contaminación bacteriana y el alcohol es bastante estable y tiene una excelente correlación con la sangre ($r=0.93$) y un cociente humor vítreo/sangre de 1,19, cuando su valor teórico en función de su riqueza en agua es de 1,27.

Cuando la concentración de alcohol en el estómago es mayor de 9,50 g %, será mejor utilizar la bilis que igualmente es fácil de extraer y tiene una correlación de 0.96, con un cociente bilis/sangre de 0,96, para un cálculo teórico de 1.

ANDERSON Y PROUTY (1988) han estudiado la distribución del alcohol en corazón y vena femoral en 59 cadáveres: el cociente medio alcohol en corazón/alcohol femoral fue de 0,96 con rangos de 0,78 a 1,10. (9)

Otros autores han referido diferencias mucho más amplias de hasta un 50% en el período de absorción con concentraciones de alcohol en el estómago por encima de 0,50 g %.(9)

Con todo, según algunos autores, la sangre femoral es un lugar adecuado para obtener la muestra **post mortem**.

1. Muerte por intoxicación alcohólica. En la experiencia de cualquier toxicólogo se pueden encontrar casos particulares de gran tolerancia de alcohol frente a otros de gran sensibilidad: personas que con alcoholemias de 3,5 g/1,000 ml entran por su pie en el hospital o pueden conducir un vehículo, mientras que otras con alcoholemias bajas (inferiores a 1,2 g/1,000 ml) presentan una embriaguez clínica franca. En el ámbito forense, la muerte por sobredosis de alcohol es un fenómeno muy poco frecuente, excepto que se añadan otras circunstancias que favorezcan la muerte. Durante los

inviernos es frecuente que se produzca la muerte de los alcohólicos crónicos, abandonados y vagabundos. En ellos se encuentran múltiples alteraciones orgánicas debidas al alcohol. (9)

6.9. VARIACIONES *POST MORTEM* DEL ALCOHOL ETÍLICO

6.9.1. Difusión pasiva. Está suficientemente probado que el alcohol puede difundir pasivamente *post mortem* desde el estómago y el intestino a los órganos y tejidos circundantes. Si la concentración de alcohol en el estómago es superior a 0,5 %, quiere decir que la muerte sobrevino momentos después de la ingestión, cuando aún estaba en la primera fase de absorción. Ese alcohol puede difundir al líquido pericárdico, líquido pleural y, posiblemente, a la bilis, así como a la cavidad peritoneal. En cambio, es prácticamente imposible que llegue a las cavidades cardíacas. El problema del grado real de impregnación alcohólica se resolverá fácilmente analizando las concentraciones de alcohol en humor vítreo y en orina, que en este caso siempre serán inferiores a la concentración encontrada en el corazón. (9)

6.9.2. Alteraciones *post mortem*: La alcoholemia real del individuo, es decir, aquella que refleja la cantidad de alcohol absorbido, puede sufrir diversos procesos que conducen a una alteración de la concentración, y, por tanto, a un error en el análisis. Se pueden presentar dos situaciones: pérdida de alcohol y ganancia de alcohol.

a) Pérdida de alcohol. La pérdida puede tener un mecanismo físico: la evaporación. Se produce cuando el almacenamiento no es correcto y se deja un espacio libre entre el nivel de la sangre en el tubo y el tapón. El alcohol pasa a la cámara de aire y si no se tienen la precaución de invertir el tubo varias veces, con suavidad, se escapará al abrirlo.

También se pueden perder por oxidación microbiana, tanto aerobia como anaerobia, aunque es mayor en el primer caso. Por todo ello, en los viales que contienen el alcohol para su remisión al laboratorio no se debe dejar ninguna cámara de aire y añadir un inhibidor microbiano.

b). Ganancia de alcohol: El alcohol producido *post mortem*, denominado endógeno, es alcohol etílico idéntico al de origen exógeno. No hay ningún método analítico, por tanto, capaz de diferenciarlos, debiendo recurrir para ello a métodos indirectos. El alcohol endógeno se forma por los microorganismos, a partir de la glucosa fundamentalmente. Deben, por tanto, coexistir ambos elementos. La sangre cardíaca es la que contiene más glucosa y donde la bacteriemia es

mayor, por lo que será este el lugar donde se forma más alcohol. Por el contrario, la orina y el humor vítreo tienen poca glucosa (en la práctica cero gramos a partir de las 15 horas de la muerte) y la contaminación bacteriana es escasa.

Por todo lo anterior, un método válido para reconocer el origen endógeno de alcohol es comparar los niveles de éste en los tres compartimientos. La presencia de cantidades moderadas (menos de 0,8 g/1.000 ml) en la sangre cardíaca y la ausencia en el humor vítreo y la orina indican el carácter endógeno del alcohol, siempre que no haya alcohol en el estómago, pues también podría ser que el sujeto hubiera fallecido en la primera fase absortiva. (9)

La presencia de alcohol en todas las muestras indica un origen exógeno. Cuando sólo se dispone de una muestra para el análisis, es muy difícil sacar conclusiones en los casos de una putrefacción ya iniciada. Otro método para la distinción entre el alcohol endógeno y el exógeno es investigar simultáneamente la presencia de otro alcohol, el propanol, que normalmente se produce en el proceso de putrefacción. A favor del carácter endógeno habla el hecho de que la concentración en el músculo de propanol sea un 10% mayor que la de etanol.

El problema del alcohol endógeno ha sido abordado por ZUMWALT (1982), con los siguientes resultados: en 130 cadáveres en distintos estados de descomposición (desde incipientes a avanzados), 23 tenían alcohol endógeno; de ellos, en 19 la concentración era de 0,7 g/1,000 mL o menor y sólo 4 tenían 1,1; 1,2; 1,3; y 2,2 g/1,000 mL, respectivamente. La ganancia puede proceder también de una contaminación de los envases o de errores cometidos en el momento de la toma. (9)

6.10. UTILIDAD Y/O APLICACIÓN CLÍNICA Y FORENSE DE LA DETERMINACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO EN SANGRE.

6.10.1. Aplicaciones Clínicas

Los efectos farmacológicos así como los desórdenes en la funcionalidad de muchos órganos se relacionan directamente con el grado de intoxicación con alcohol etílico, el grado de alcoholismo y la tolerancia que se presente en un individuo, así como las interacciones medicamentosas son

un claro ejemplo de la necesidad de contar con métodos prácticos y específicos para la determinación directa y/o indirecta de la concentración de alcohol etílico en sangre. (5)

El alcohol etílico está presente fisiológicamente en el organismo humano a niveles de trazas en sangre y orina, sin que esto represente interferencias en la interpretación de los datos analíticos de intoxicación. (5)

6.10.2. Aplicaciones Forenses.

El análisis de alcohol cumple uno de los objetivos principales de la toxicología forense, en donde la detección y aislamiento de drogas en el organismo se correlacionan con efectos en el comportamiento humano. Por ejemplo: el papel predominante del automóvil en actualidad demandan la imposición de leyes que protejan al público de conductores ebrios, lo que en la práctica lleva a procedimientos rápidos y específicos para la determinación del grado de autointoxicación alcohólica. (4)

6.11. MÉTODOS ANALÍTICOS PARA LA DETERMINACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO EN SANGRE.

Las reacciones de cuantificación para alcohol etílico, se basan generalmente, en la oxidación del grupo funcional a su correspondiente aldehído. Esta oxidación puede ser química y/o enzimática, la formación del producto de oxidación puede ser utilizada como medida directa de la cantidad de alcohol etílico presente en la muestra. Aunque existe una potencial interferencia de alcoholes de cadena corta (metanol y propanol). (5)

A continuación se describen algunas técnicas para la cuantificación del alcohol etílico.

6.11.1. Métodos Colorimétricos.

Estos métodos se basan en la oxidación del alcohol presente en la muestra y la determinación se realiza indirectamente al cuantificar la cantidad del ión reducido que se está formando

mediante la utilización de un espectrofotómetro UV-Vis o bien un colorímetro a la longitud de onda correspondiente al color formado. De manera general existen tres reacciones que se pueden aplicar a la cuantificación de alcohol etílico:

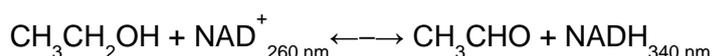
1) **Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) amarillo + $H_2SO_4 \rightarrow$ sulfato de cromo ($Cr_2(SO_4)_3$) verde**

2) **Permanganato de potasio ($KMnO_4$) morado + $H^+ \rightarrow$ ion magnesio (Mn^{+2}) casi incoloro**

3) **Pentóxido de yodo (I_2O_5) incoloro \rightarrow Yodo (I) produce color azul con almidón.**

6.11.2. Métodos Enzimáticos

Estos métodos se basan en la reacción específica de la enzima ADH, con alcoholes de cadena corta (metanol, etanol y propanol). Esta reacción es dependiente de la coenzima NAD^+ y la cuantificación se realiza espectrofotométricamente a 340 nm.



6.11.3. Métodos Cromatográficos.

La cromatografía es un procedimiento utilizado principalmente para separar e identificar sustancias químicas en esta denominación se agrupan el conjunto de métodos que tienen características comunes.

El termino cromatografía se puede definir como un método de separación física en el cual los componentes que se van a separar se distribuyen en dos fases: Una estará constituida por un soporte estacionario de gran superficie que constituye el agente de separación y otra por un líquido que es filtrado a través de la fase estacionaria, que es el medio de transporte, estos métodos permiten la cuantificación específica de la molécula de alcohol.

6.11.4. Otros métodos.

6.11.4.1. Fotométrico:

Atenuación de la energía de radiación (REA) donde el ADH cataliza la oxidación del EtOH y el NADH se reoxida en presencia de una diaforasa con la reducción del iodonitrotetrazolio violeta (INT) a formazan-INT. Este producto absorbe a 492 nm en un espectro de emisión fluorescente.

6.11.4.2. Electroanalítico.

Determinación electroquímica de la formación de NADH en la oxidación por ADH.

6.11.5. Determinación de alcohol etílico por microdifusión (Método de Conway)

Este método se basa en que si una sustancia volátil y un solvente puro se mantienen en compartimientos separados pero en contacto con la misma atmósfera, el soluto volátil tenderá a disolverse en el solvente puro. El soluto volátil pasará de la solución original hacia la atmósfera para luego disolverse en el solvente originalmente puro. Finalmente, esto implicará una difusión del soluto desde la solución original al solvente. Este proceso ocurrirá hasta alcanzar el equilibrio pero, si en lugar del solvente puro utilizamos una sustancia que convierta al soluto volátil en no volátil, la difusión ocurrirá hasta que la presión de vapor en la atmósfera compartida tienda a cero. (Ver figura 9) (5)

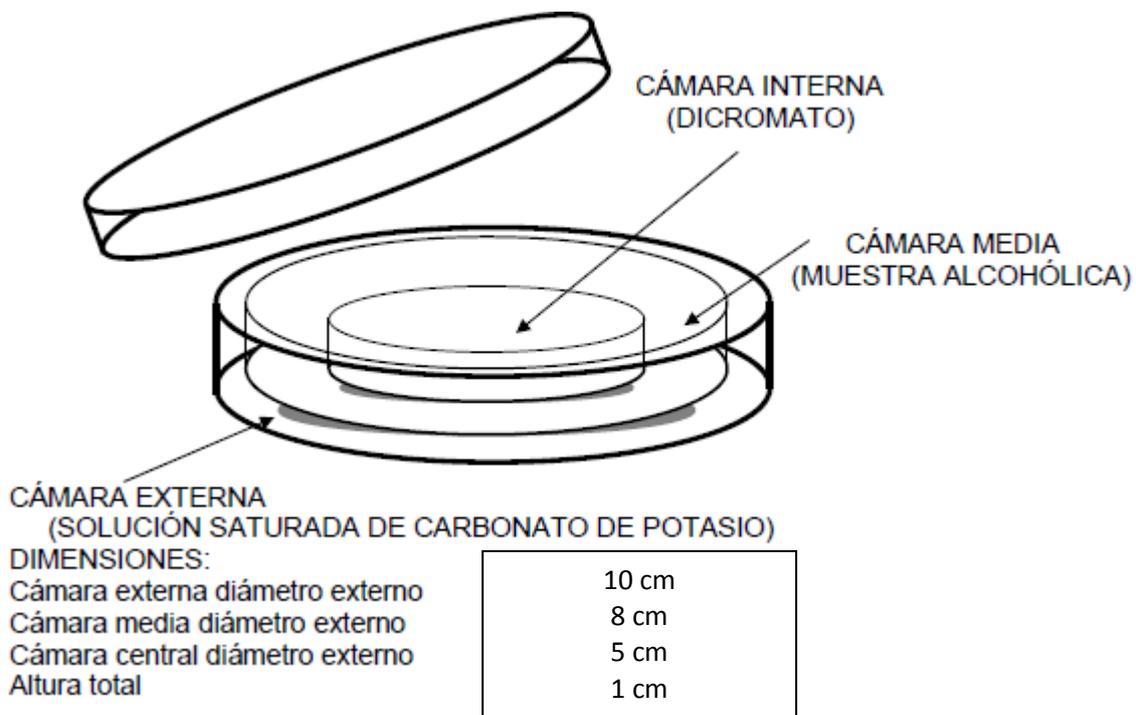


Figura 9. Cámara de Conway. (15)

6.11.6. Determinación de alcohol etílico mediante Espectrofotómetro UV-VIS.

La espectrofotometría UV-VIS, utiliza radiación electromagnética (luz) de las regiones visible, ultravioleta cercana (UV) e infrarroja cercana (NIR) del espectro electromagnético. La radiación

absorbida por las moléculas desde esta región del espectro provoca transiciones electrónicas que pueden ser cuantificadas. La espectrofotometría UV-visible se utiliza para identificar algunos grupos funcionales de moléculas y además, para determinar el contenido y fuerza de una sustancia. Se utiliza de manera general en la determinación cuantitativa de los componentes de soluciones de iones de metales de transición y compuestos orgánicos altamente conjugados. Se utiliza extensivamente en el laboratorio de Química forense para determinar la cantidad de alcohol etílico en muestras biológicas, así como para la determinación de trazas de metales en aleaciones o la concentración de medicamentos. (30)

6.12. CADENA DE CUSTODIA.

La Cadena de custodia comprende las actividades que se desarrollan para la localización, fijación, levantamiento, embalaje, etiquetado, preservación y resguardo en forma adecuada de los indicios para ser enviados a los correspondientes laboratorios, en condiciones de preservación y seguridad que garanticen la originalidad y autenticidad de acuerdo a su naturaleza.

Generalmente aplica a los servidores públicos con funciones de Peritos encargados de la diligencia o quien por vía excepcional haga sus veces, en el lugar donde se encuentren los indicios.

El objetivo principal de una cadena de custodia es establecer los procedimientos para el registro eficiente de localización, fijación, levantamiento, embalaje, etiquetado, preservación, traslado y resguardo de indicios para garantizar que estos mantengan sus características de originalidad y autenticidad, con la finalidad de que dichos elementos conserven su calidad probatoria. (21)

Durante el proceso el Agente del Ministerio Público con apoyo del personal pericial y previa observación, análisis, valoración, documentación y fijación del lugar de los hechos, hallazgo o enlace, dará inicio al procedimiento de recolección, embalaje y etiquetado de los indicios que se hayan encontrado.

Como primer paso se debe tener el conocimiento, confirmación y verificación de un hecho.

Actividad que se realiza con la finalidad de verificar un hecho delictuoso e iniciar la recopilación de información general para su confirmación. Recopilar la información desde el inicio, la primera autoridad que tenga conocimiento de un hecho presuntamente delictuoso, debe reunir toda la información que pueda ser útil al Ministerio Público para la investigación de un hecho presuntamente delictuoso y realizar detenciones en términos establecidos en la Ley.

La protección y preservación del lugar de los hechos, hallazgo o enlace se realiza en seguida con la finalidad que se persigue al proteger y preservar el lugar de los hechos, hallazgo o enlace tiene como propósito fundamental que el mismo permanezca tal cual lo dejó el infractor, para que todo indicio conserve su situación, posición, estado original para llegar a reconstruir los hechos e identificar al sujeto activo, mediante el acucioso y diligente examen de los indicios, así como de su adecuada valoración investigativa.

Se evitara el desplazarse de la zona que se protege y se mencionará en los informes los nombres de las personas que estuvieron y están en el lugar antes que el Ministerio Público y Peritos.

Localización, fijación, levantamiento, embalaje, etiquetado, preservación y resguardo de hallazgos o indicios en el lugar de los hechos, hallazgo o enlace.

Quien recolecte, embale y etiquete los hallazgos o indicios, debe observar las condiciones de seguridad y protección según la naturaleza del indicio.

Se debe registrar fotográficamente los indicios antes, durante y finalizar su embalaje y etiquetado y como último paso se debe entregar al Agente del Ministerio Público para que realice la solicitud correspondiente. (21)

En el presente trabajo de tesis se realizara un formato de cadena de custodia adecuado para muestras biológicas, para que este pueda ser empleado en un futuro por los peritos Químicos, Médicos legistas y Peritos criminalistas en la Procuraduría General Justicia del Estado de México al recabar dichos indicios.

Así como; describir los procedimientos para el desarrollo de Cadena de Custodia, mejorando el desempeño de quienes tengan contacto con las muestras biológicas (sangre), con miras a la excelencia en la procuración y administración de justicia, unificar criterios en la ejecución del

trabajo en el manejo de Cadena de Custodia, observar los mecanismos idóneos para la descripción, localización, fijación, levantamiento, embalaje, etiquetado, preservación, traslado y resguardo de indicios de acuerdo a las técnicas y métodos establecidos por la criminalística y determinar los mecanismos de seguridad, control y niveles de responsabilidad en cada uno de los pasos que integran la Cadena de Custodia, y se enfocara a las muestras de sangre que sirven para determinar la presencia de alcohol en el Laboratorio de Química Forense.

Si se toma en cuenta que una de las características del ejercicio de la Medicina Legal y Forense es, en palabras del Maestro Gisbert Calabuig, que “de ella pueden surgir la condena o la absolución de un acusado, y verse afectados el honor, la libertad o la fortuna de nuestros semejantes”. Frente a la práctica de otras especialidades médicas, la realización de una prueba pericial trasciende al individuo para reflejarse en su entorno y atrae importantes repercusiones, familiares, sociales y económicas.

Como en cualquier otra variedad de ejercicio profesional médico, puede surgir todo tipo de responsabilidad, desde la ética, más íntima, hasta la penal, que por sus connotaciones es la de mayor repercusión profesional, es por ello que se debe tener extremo cuidado al realizar cualquier actuación pericial y sobre todo al recolectar y embalar los indicios que se encuentran en un hecho delictuoso. (21)

En el estudio de alcohol la recolección de la muestra de sangre debe tener extremo cuidado ya que se debe evitar cualquier contaminación para ello se sugiere lo siguiente:

6.12.1. Recolección de muestra de sangre en sujetos vivos:

- Instrumental:

La extracción de la sangre venosa se realizará con jeringa de un solo uso.

- Desinfección de la piel:

Se efectuará con solución acuosa de cloruro mercúrico o mercurio-cromo, agua con jabón o agua destilada; nunca se empleará alcohol, tintura de yodo u otros disolventes con fracciones volátiles.

- Cantidad de sangre a extraer:

5 mililitros (mínimo). Es conveniente el envío de 2 tubos con 5 ml de sangre cada uno, para que exista la posibilidad de un contra-análisis.

- Frasco para remitir la muestra:

Debe utilizarse un frasco de plástico estéril de 5 a 10 ml de capacidad de forma que quede completamente lleno, sin cámara de aire, adicionado de 50 mg de oxalato potásico como anticoagulante y de 50 mg de fluoruro sódico como conservante. Mezclar bien después de tapar. Pueden emplearse los tubos de plástico de uso en análisis clínicos.

Se procurará evitar que la muestra reciba calor, manteniéndola en frigorífico (2-4 °C) siempre que sea posible. Para su envío introducir el vial protegido en otro envase.

6.12.2. Recolección de muestras biológicas en cadáveres

Debe solicitarse esta determinación, junto con la de drogas, en todos los conductores de vehículos, muertos en accidentes de tráfico, así como en los fallecidos por atropello de vehículos de motor.

La sangre venosa o procedente de cavidades cardiacas, se acondicionará del modo antes descrito.

Además de sangre se puede remitir al laboratorio de Química Forense las siguientes muestras para el estudio de alcohol:

- Orina porque conserva mas fiabemente las concentraciones del toxico y al ser una vía de excreción nos permite obtener trazas del tóxico antes de ser eliminado.
- El humor vítreo localizado en los ojos al ser un punto alejado de la circulación general además de ser muy fácil de obtener en la autopsia puncionando el ojo con una simple jeringuilla.
- El hígado es el centro principal de la biotransformación por la gran cantidad de enzimas y la estructura que posee además de que en cadáveres en estado de putrefacción es útil para análisis toxicológico.
- En el estomago se pueden encontrar restos del toxico cuando se ingirió el mismo.

Durante el procedimiento para la realización del levantamiento de una muestra, el perito deberá evaluar las condiciones de las mismas para establecer el procedimiento adecuado y llevarlo a cabo tomando en cuenta las siguientes precauciones.

Si es necesario utilizar pinza, éstas deberán esterilizarse a la flama impregnándolas con alcohol al 70% y encendiéndolo hasta que se extinga, dejándolas enfriar antes de usarlas nuevamente o en su caso limpiarlas cuidadosamente únicamente con alcohol al 70%.

Usar guantes durante todo el proceso de levantamiento de las muestras, debiendo cambiarse de guantes cada vez que se haya tenido contacto directo con la muestra para evitar la contaminación.

El Perito debe usar recipientes independientes para guardar cada muestra, a pesar de encontrarse muy próximos o juntas.

No se deben exponer las muestras biológicas a la luz UV por tiempos prolongados, (más de dos minutos), ya que la exposición a este tipo de radiaciones puede provocar la degradación del material genético.

Una vez realizada la recolección de la muestra biológica esta debe enviarse al laboratorio lo más rápido posible para evitar procesos de descomposición o putrefacción.

Se debe tomar en cuenta el tipo de análisis químico de la muestra que se desea realizar ya que de ello depende la muestra que se requiera, en la siguiente tabla se describe la muestra, cantidad adecuada para recolectar y en la figura No. 10 se describe la utilidad de cada una de las muestras que se pueden recolectar durante la necropsia para identificar diferentes sustancias tóxicas.

Tabla 6. Muestras biológicas útiles para el laboratorio de Toxicología Forense. (21)

| MUESTRA | CANTIDAD | FORMA DE ENVALAJE/ ANALISIS QUE SE LE PUEDE REALIZAR |
|---------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Vísceras | 50 g | 1. En recipientes por separado; 2. Sin formol. |
| Sangre de Corazón | 25 ml | 1. Análisis cualitativo. |
| Sangre Periférica | 10 ml | 1. Análisis cuantitativo 2. Alcoholemia 3. Recipiente sellado, lleno completamente 4. Vena femoral preferentemente, puede ser también de la cabeza. |
| Humor Vítreo | TODO | 1. Cadáveres putrefactos 2. Jeringa insulina. |
| Bilis | TODA | 1. Int. Priaceos, benzodiazepinas. |
| Orina | TODA | 1. Jeringa de 10 ml o frasco. |
| Contenido gástrico | TODO | 1. Plaguicidas; 2. Puede enviarse una parte del contenido gástrico, siempre y cuando se registre la cantidad total de contenido gástrico presente. |

MUESTRAS PARA AUTOPSIA EN UN CASO DE TOXICOLOGÍA

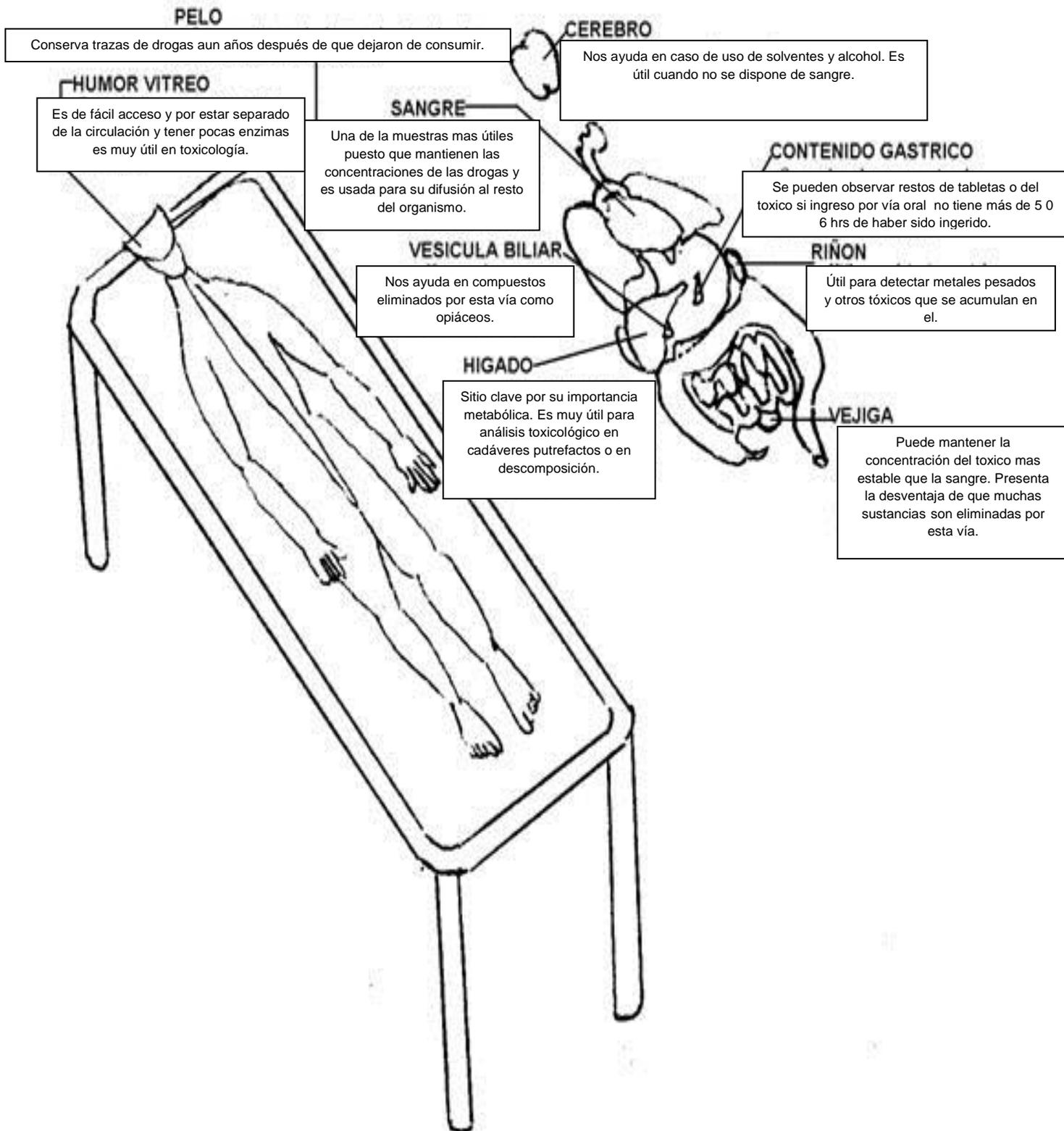


Figura 10. Muestras para necropsia en un caso de Toxicología. (15)

Todas las muestras que se recolecten en el anfiteatro o lugar de los hechos deberán contener los datos mencionados en la siguiente tabla, en una etiqueta legible y que no sea fácil de desprenderse. (21)

Tabla 7. Datos que debe llevar la muestra para su remisión al laboratorio de Química Forense. (21)

| Todas las muestras deben identificarse con los siguientes datos: |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Fecha de toma de la muestra. |
| Hora de toma de muestra. |
| Lugar de la investigación. |
| Ubicación Criminalística de los indicios. |
| No. De Carpeta de Investigación. |
| No. llamado. |
| Indicar el tipo de tejido (área o región anatómica), si es el caso. |
| Nombre de la persona que hizo la toma de la muestra y que la autoridad de fe ministerial o judicial como Cadena de Custodia en el lugar de los hechos cuando ésta aplique. |
| Nombre de la persona a quien se le tomó la muestra (en caso de que esté identificada). |
| Nombre de la persona que recolecta la muestra. |

Durante la recepción y análisis de la muestra biológica (sangre) se deberán seguir los siguientes pasos:

1. Toda persona que reciba un indicio (muestra biológica, etc.), antes de hacerlo, debe revisar el recipiente y/o empaque en que remiten el o los indicios y dejará constancia del estado en que se encuentren, en el formato de registro de Cadena de Custodia.
2. El embalaje sólo lo podrá abrir el personal especializado para su estudio o análisis, salvo que en los sitios de recepción del indicio por motivos de seguridad, se tenga duda del contenido del embalaje, en cuyo caso se procederá a abrir el contenedor con la ayuda de personal especializado dejando adjunto al registro de continuidad un informe suscrito por quienes intervinieron, indicando las razones que motivaron este proceder y a detallar las condiciones en que encontraron y dejaron el indicio. La apertura del contenedor se hará por lado diferente a donde se encuentre el sello inicial.
3. Una vez verificado y analizado el indicio se introducirá preferentemente en el embalaje inicial si las condiciones del mismo lo permiten, en caso de utilizarse en nuevo embalaje se conservará el etiquetado y cinta de sello inicial. En caso de que se requiera cambiar el embalaje, este deberá llevar todos los datos correspondientes para su correcta identificación. Para sellar el embalaje se procederá a plasmar la firma y número de documento de identificación del

encargado de la recepción del indicio en la parte de su cierre y sobre ésta colocará la cinta de sello;

4. Ningún Servidor Público recibirá indicios que no estén embalados, sellados, etiquetados y con registro de Cadena de Custodia. Salvo que exista imposibilidad para ello, en cuyo caso se hará uso de los medios adecuados para tal fin, garantizando siempre el principio de autenticidad y originalidad del indicio.

5. Cuando existan evidentes muestras de alteración del etiquetado y/o embalaje, deberá documentarse fotográficamente;

6. En caso de recibir en el área o el laboratorio correspondiente, los indicios en mal estado o con alguna irregularidad, se debe informar inmediatamente a la autoridad competente y a su superior inmediato, dejando la constancia respectiva en el formato de registro de Cadena de Custodia.

(VER ANEXO 1)

7. El perito que reciba el empaque deja constancia del estado en que se encuentra y procede a la valoración y análisis del indicio;

8. Los remanentes del o los indicios analizados, serán remitidos al Agente del Ministerio Público Correspondiente.

9. Cuando fuere necesario, el laboratorio que haya recibido indicios para su estudio o análisis, podrá apoyarse con otro laboratorio de entidad pública y/o privada, mediante interconsulta o remisión, y siempre se deberán anexar los dictámenes sobre los estudios presuntivos y confirmativos que indiquen la naturaleza de la muestra biológica. (21)

Así también existen ciertas precauciones que se deben tener en cuanto al:

6.13. MANEJO DE LA MUESTRA DE SANGRE.

Existen actualmente enfermedades que pueden ser transmitidas a través de la sangre, como la Hepatitis B, SIDA, entre otras. De igual forma existen otras infecciones de origen bacteriano que pueden ser transmitidas en el contacto directo con fluidos corporales.

Los frascos de sangre, para Hemograma, pruebas Bioquímicas, Inmunológicas y otras deben venir correctamente tapados con su tapón de goma, y dispuestas en gradilla, de modo de mantenerse vertical. No deben envolverse los frascos con las solicitudes de exámenes, éstas deben venir en forma separada.

Toda muestra de sangre debe manipularse con guantes y transportarse en contenedores con tapa, especialmente diseñados y destinados sólo para ese propósito. Jamás debe transportarse una muestra dentro de un bolsillo o en la mano.

En caso de derrame de una muestra deben tomarse las siguientes medidas:

- Limpiar el derrame con material absorbente y eliminar, luego desinfectar con cloro 0,5% (usar guantes). (27)

7. DISEÑO EXPERIMENTAL

- **Material y Equipo necesario.**

MATERIAL DE PLÁSTICO:

1. Tubos de plástico estériles de 10 mL con tapa roscada.
2. Pipetas serológicas de bulbo desechables.
3. Cámaras de Conway.
4. Gradilla.

MATERIAL DE VIDRIO:

1. Celdas de cuarzo para Espectrofotómetro UV-VIS.
2. Matraz aforado de 500 mL.
3. Pipetas graduadas de 1, 5 y 10 mL.
4. Vasos de precipitados de 50 mL.

EQUIPO Y MATERIAL ESPECIALIZADO:

1. Centrifuga clínica 3000-5000 rpm.
2. Cronometro.
3. Espectrofotómetro UV.VIS.
4. Mufla.
5. Papel FTA.
6. Refrigerador 4°C.
7. Termómetro 100°C.

SOLUCIONES NECESARIAS.

1. Solución dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$) en Ácido sulfúrico concentrado. (Reactivo de Anstien's)
2. Solución saturada de carbonato de sodio.
3. Agua destilada.

MUESTRAS BIOLÓGICAS.

1. Muestras de sangre pertenecientes a los cadáveres femeninos y masculinos que llegaron al servicio Médico Forense de la Subdirección de Servicios Periciales Delegación Tlalnepantla, durante los años 2009, 2010 y hasta el mes de julio del año 2011.

PAPELERIA:

1. Etiquetas con adhesivo.
2. Marcadores indelebles

• **Procedimiento:**

Para el presente trabajo de tesis en primera instancia se procedió a realizar una verificación del método de Conway y del Espectrofotómetro UV-VIS, utilizados para la determinación y cuantificación de alcohol etílico en muestras de sangre en el laboratorio de Química Forense del Instituto de Servicios Periciales, Delegación Tlalnepantla.

Si se toma en cuenta que la solución de dicromato de potasio en ácido sulfúrico, en presencia de alcohol etílico origina la oxidación de este último en ácido acético, y el cromo pasa a Cr^{+3} , cambiando su color de anaranjado a verde-azulado, por lo que se procedió a calcular el máximo de absorbancia de este ión, realizando un barrido a la solución resultante de hacer reaccionar en un tubo de ensaye 2 mL de alcohol etílico grado HPLC (99%), con 3. mL de dicromato de potasio en solución ácida en el Espectrofotómetro Perkin-Elmer Lambda 2 UV/VIS, comenzando en la región visible de 500 nm a 700 nm.

Se hicieron reaccionar en un tubo de ensaye 3 mL de soluciones estándar de alcohol etílico a concentraciones (17 concentraciones diferentes) con 2.5 mL de solución ácida de dicromato de potasio respectivamente y se les realizó un barrido entre las longitudes de onda visible de 500 nm a 700 nm en un Espectrofotómetro Perkin-Elmer Lambda 2 UV/VIS, para observar el comportamiento de absorción para cada concentración y verificar el máximo de absorbancia del alcohol etílico en este equipo.

Al finalizar los barridos correspondientes con cada una de las 17 diferentes concentraciones se obtuvieron los mismos resultados con los que ya contaba el laboratorio de Química forense en sus lineamientos establecidos para esta técnica, verificando de este modo que el equipo que se utilizaría para realizar el presente estudio estaba en condiciones aceptables, en la tabla No. 8 se observan las concentraciones emitidas por el Espectrofotómetro UV-vis para cada una de las concentraciones que se realizaron.

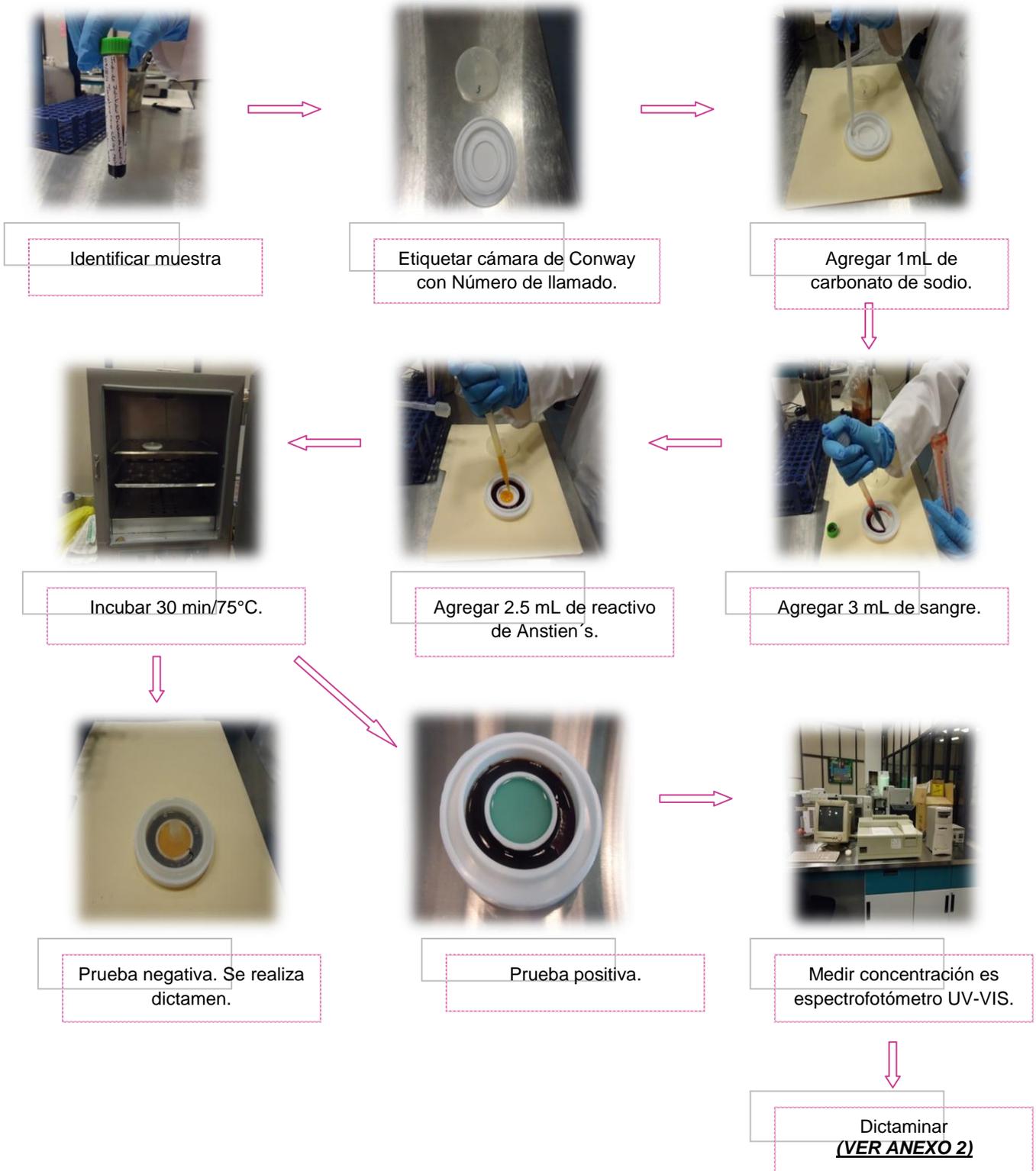
Para optimizar los tiempos de incubación, se utilizó una mufla, a la que se le verificó la temperatura en 75° C a fin de obtener un calentamiento uniforme, esto se realizó debido a que la reacción en la Cámara de Conway se lleva a cabo a esta temperatura.

Para la verificación de la reacción de microdifusión, se colocaron 2.5 mL de solución de dicromato de potasio en la cámara interna, 3 mL de soluciones estándar de alcohol etílico grado HPLC (99 % Pureza) a diferentes concentraciones (5, 8, 9, 10, 11, 13, 18, 23, 28, 33, 37, 38, 39, 40, 41, 42 y 43 µL) en la cámara media, así como solución saturada de carbonato de sodio en la cámara externa, esto último para sellar y evitar la difusión en agua y favorecer la saturación, al incubarse media hora a 75°C se observaron los cambios de color característicos en la solución de Dicromato de potasio con la presencia de alcohol etílico, que posteriormente se verificaron con el espectrofotómetro UV-VIS .

Tabla 8. Concentraciones de alcohol etílico obtenidas en el Espectrofotómetro UV-VIS. (23)

| MUESTRA | CANTIDAD ADICIONADA DE ALCOHOL ETILICO GRADO HPLC | AFORO CON SANGRE | CONCENTRACIÓN FINAL DE ALCOHOL ETILICO mg/dl |
|---------|---------------------------------------------------------|------------------|----------------------------------------------------|
| 1 | 5 µL | 10 mL | 39.5 mg/dl |
| 2 | 8 µL | 10 mL | 63.2 mg/dl |
| 3 | 9 µL | 10 mL | 71.1 mg/dl |
| 4 | 10 µL | 10 mL | 79.0 mg/dl |
| 5 | 11 µL | 10 mL | 86.9 mg/dl |
| 6 | 13 µL | 10 mL | 102.7 mg/dl |
| 7 | 18 µL | 10 mL | 142.2 mg/dl |
| 8 | 23 µL | 10 mL | 181.7 mg/dl |
| 9 | 28 µL | 10 mL | 221.2 mg/dl |
| 10 | 33 µL | 10 mL | 260.7 mg/dl |
| 11 | 37 µL | 10 mL | 292.3 mg/dl |
| 12 | 38 µL | 10 mL | 300.2 mg/dl |
| 13 | 39 µL | 10 mL | 308.1 mg/dl |
| 14 | 40 µL | 10 mL | 316.0 mg/dl |
| 15 | 41 µL | 10 mL | 323.9 mg/dl |
| 16 | 42 µL | 10 mL | 331.8 mg/dl |
| 17 | 43 µL | 10 mL | 339.7 mg/dl |

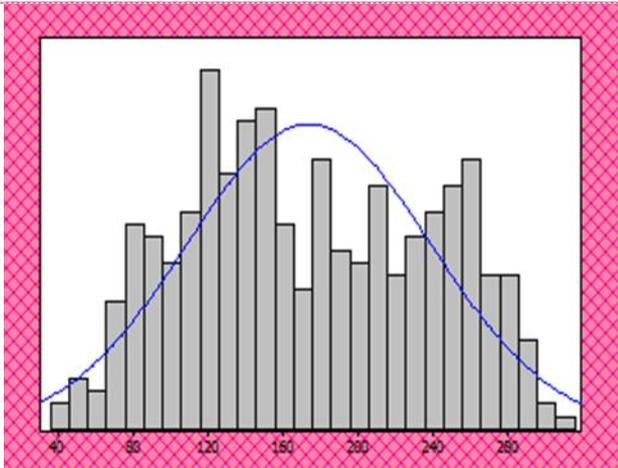
Una vez verificados los métodos a utilizar se procedieron a analizar cada una de las muestras de sangre pertenecientes a los cadáveres atendidos por el Servicio Médico Forense del Instituto de Servicios Periciales Delegación Tlalnepanltla, durante los años 2009, 2010 y hasta el mes de julio del año 2011, siendo un total de 9,345 muestras procesadas de la siguiente manera:



8. **RESULTADOS**

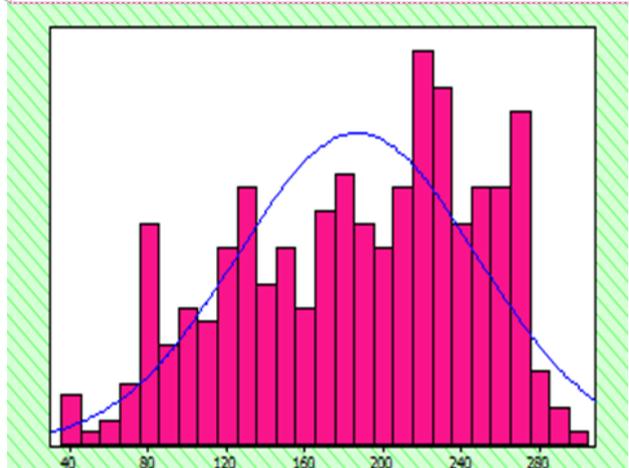
Los siguientes resultados fueron obtenidos utilizando el programa Minitab 16.1 Statistical Software Service Pack 1 para datos estadísticos.

Grafico 5. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo masculino del año 2009.



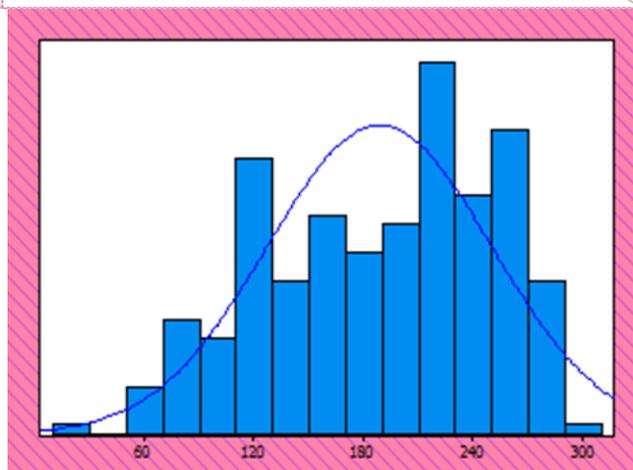
| | |
|-----------|----------|
| Media | 173.22 |
| Desv.Est. | 65.25 |
| Varianza | 4258.00 |
| Asimetría | 0.09603 |
| Kurtosis | -1.06559 |
| N | 389 |

Grafico 6. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo masculino del año 2010.



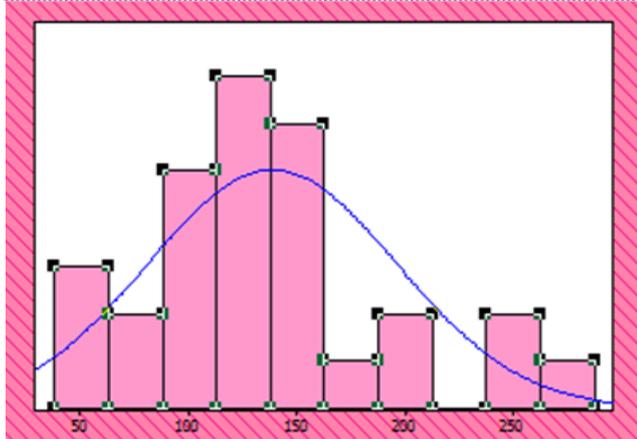
| | |
|-----------|-----------|
| Media | 186.41 |
| Desv.Est. | 61.48 |
| Varianza | 3779.53 |
| Asimetría | -0.377461 |
| Kurtosis | -0.859224 |
| N | 390 |

Grafico 7. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo masculino del año 2011.



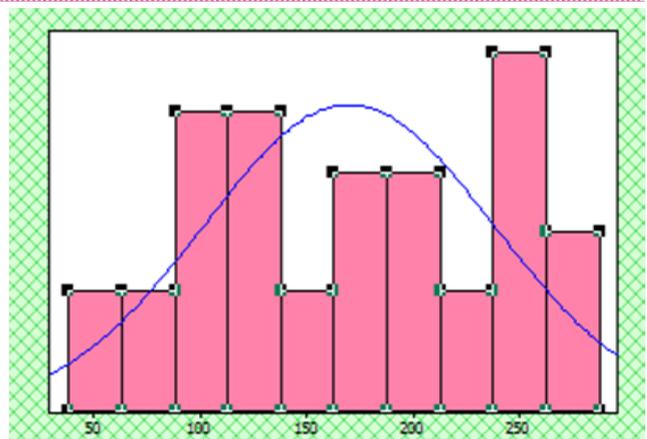
| | |
|-----------|-----------|
| Media | 188.53 |
| Desv.Est. | 61.58 |
| Varianza | 3792.47 |
| Asimetría | -0.363164 |
| Kurtosis | -0.893583 |
| N | 250 |

Grafico 8. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo femenino del año 2009.



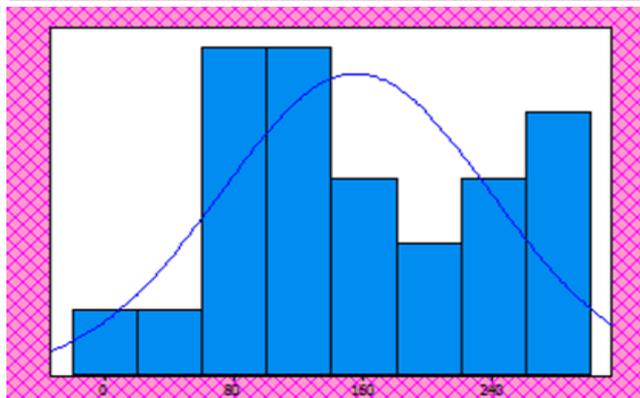
| | |
|-----------|----------|
| Media | 138.36 |
| Desv.Est. | 57.60 |
| Varianza | 3318.25 |
| Asimetría | 0.717774 |
| Kurtosis | 0.465124 |
| N | 29 |

Grafico 9. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo femenino del año 2010.



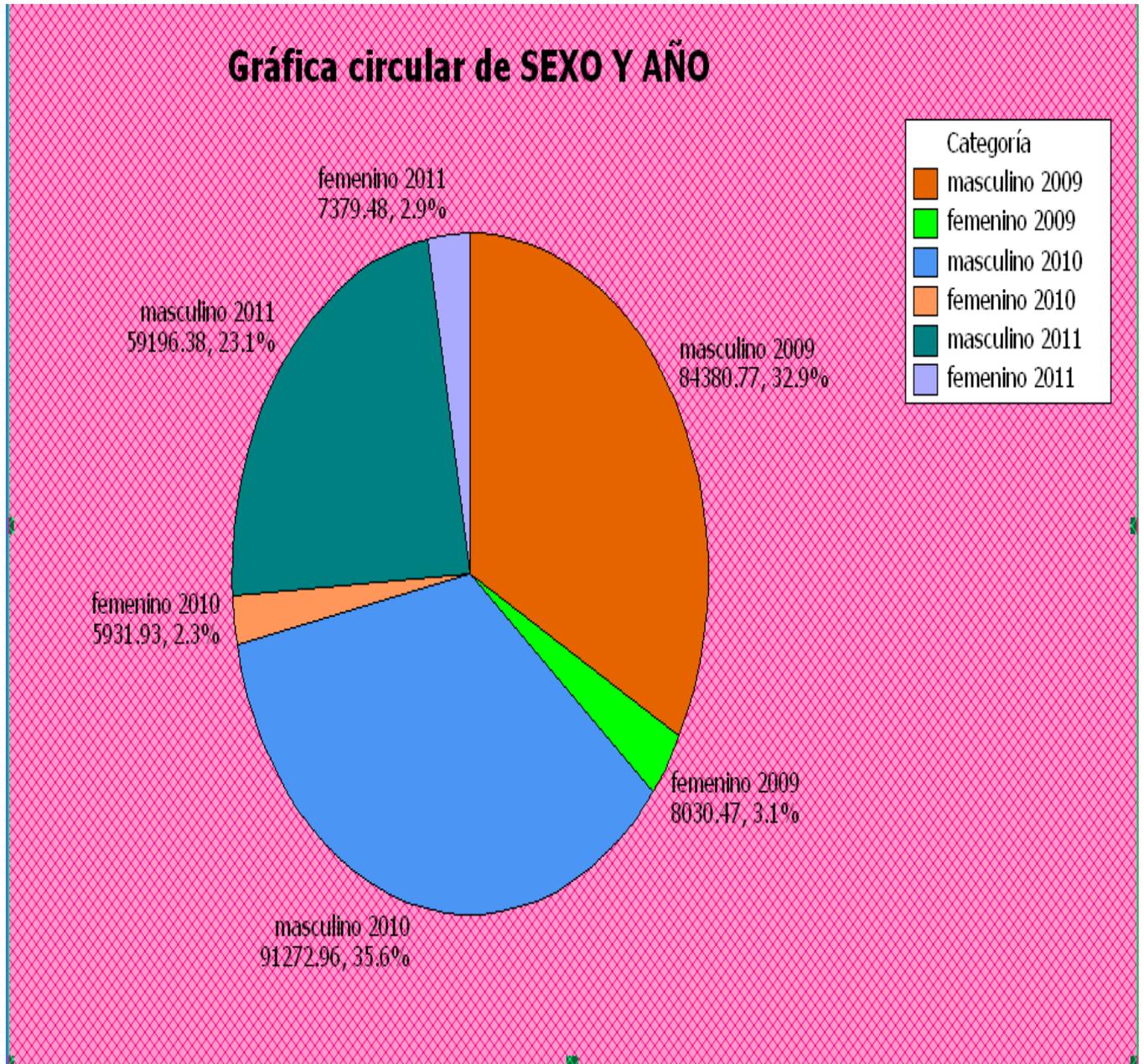
| | |
|-----------|----------|
| Media | 169.48 |
| Desv.Est. | 68.13 |
| Varianza | 4642.32 |
| Asimetría | -0.04329 |
| Kurtosis | -1.27908 |
| N | 35 |

Grafico 10. Resultados estadísticos de la concentración de alcohol en sangre en cadáveres del sexo femenino del año 2011.



| | |
|-----------|----------|
| Media | 154.97 |
| Desv.Est. | 83.35 |
| Varianza | 6946.41 |
| Asimetría | 0.20918 |
| Kurtosis | -1.21189 |
| N | 24 |

Gráfico 11. Gráfico circular de la concentración de alcohol en sangre de occisos del sexo masculino y femenino de los años 2009, 2010 y 2011.



Como en la experiencia propia se observó que en el ámbito pericial (Procuraduría de Justicia) no se cuenta con un formato de cadena custodia adecuado para el tratamiento de muestras de sangre u algún otro fluido biológico o bien fragmento de órgano (en caso de no contar con ningún fluido), en este presente trabajo de tesis se recomienda utilizar el formato de cadena custodia ilustrado en el **anexo 3**, exclusivamente para trabajar con muestras biológicas provenientes de cadáveres y que van a ser remitidas al laboratorio de Química Forense para su estudio Toxicológico.

9. DISCUSIÓN

El consumo de bebidas alcohólicas es un hábito ampliamente extendido y culturalmente aceptado en la mayoría de las sociedades occidentales. En la actualidad, en estas sociedades, beber alcohol no es un hábito exclusivo de la población adulta. Los jóvenes también lo hacen y cada día son más los adolescentes que acostumbran hacerlo, especialmente durante el tiempo que dedican al ocio durante el fin de semana. (28)

Según la Secretaría de Salud, el abuso del alcohol y los accidentes, son los responsables de 70% de las muertes por accidentes de tránsito y la principal causa de fallecimiento entre los 15 y 30 años de edad. Arturo Cervantes Trejo, director general del Centro de Prevención y Accidentes de la Secretaría de Salud, informó que 27 mil mexicanos mueren cada año por accidentes de tránsito y la mayoría se debe a que se encontraban bajo los efectos del alcohol. Y agregó que de los 46 decesos diarios, 15 son peatones atropellados por un automovilista alcoholizado. (28)

No obstante, afirmó que entre los programas que mejores resultados han dado tanto en la capital del país como en el Estado de México, están los operativos para evitar la provisión de alcohol en bares a menores de edad, las reformas al reglamento de tránsito, los radares para detectar a quienes conducen con exceso de velocidad y en primer lugar el alcoholímetro que se implementa en avenidas principales. (28)

Por su parte, Gustavo Bergonzoli Peláez, representante de la Organización Panamericana de la Salud en México (OPS), enfatizó que el abuso de consumo de alcohol es una prioridad, ya que tan sólo en 2010 “2.3 millones de personas fallecieron prematuramente, directa o indirectamente, por esta causa”, señaló. Además, agregó, que en la capital del país y el Estado de México, cada año más de 70 mil jóvenes entre 15 y 29 años fallecen también por causas atribuidas al alcohol, debido a que es la droga preferida en menores de 25 años. (28)

Indicó que el nivel del consumo de alcohol en América Latina es hasta 40% superior a las cifras mundiales, con un promedio per cápita por habitante de 8.7 litros por año, mientras que a nivel mundial es de 6.6 litros.

En su oportunidad, José Díaz Casillas, subsecretario de Prevención de Accidentes, comentó que dentro de los resultados que ha dado el alcoholímetro en cuatro años “está la revisión de

700 mil personas y la detención de 23 mil que han sido presentadas ante un juez y remitidas, como una medida preventiva para evitar accidentes por manejar en estado de ebriedad". (28)

El cinco por ciento de las muertes de jóvenes de entre 15 a 29 años de edad se debe al consumo de alcohol, del que sufren dependencia 140 millones de personas, según los datos de la Organización Mundial de la Salud (OMS). (28)

El alcohol provoca 1,8 millones de muertes en todo el mundo, lo que supone el cuatro por ciento de la morbilidad mundial, aunque la proporción más alta se registra en América y en Europa. (28)

Según los datos de la OMS, el alcohol provoca entre el 20 y el 30 por ciento de los cánceres de esófago, hepatitis, epilepsia, accidentes de circulación y homicidios, así como otros traumatismos intencionados. (28)

La importancia de la determinación de alcohol etílico en sangre *post mortem* en la Región Norte del Estado de México, radica en que este es un tóxico de muy fácil acceso para la población y por ende, según las estadísticas de la Secretaría de Salud, está altamente relacionado con las muertes, accidentes, homicidios y atentados en el Estado de México.

Las pruebas para el presente trabajo de tesis se realizaron en cámaras de Conway, pues uno de los objetivos consiste en determinar el contenido de alcohol etílico en muestras biológicas; en este caso sangre de cadáveres que llegaron al Servicio Médico Forense durante los años 2009, 2010 y hasta el mes de julio del año 2011, por lo que se comenzó por verificar el correcto funcionamiento de los equipos que se emplearían para el ensayo así como la adecuada limpieza de las cámaras cada vez que se realizaba una medición.

La calibración del espectrofotómetro UV/VIS, marca PERKIN ELMER, modelo lambda 20, se realizó con soluciones estándar de alcohol etílico grado HPLC (99%) y de dicromato de potasio en solución acuosa observando el pico de máxima absorbancia en la región de 540 a 620 nm con un máximo a 595 nm.

Una vez que las cámaras estaban limpias y totalmente secas se procedió a realizar el ensayo en ellas, empleando la técnica descrita anteriormente, y tomando en cuenta la difusión de alcohol que existe no solo hacia la solución de dicromato de potasio sino también hacia el agua que pudiera estar presente en la muestra se utilizó una solución saturada de carbonato de sodio

para controlar la liberación del alcohol y permitir que este reaccione con el dicromato de potasio y así evitar variaciones en las mediciones.

Durante todo el tiempo que se llevo a cabo el estudio, se pudo percatar que la remisión de las muestras al laboratorio de Química Forense no se realiza de la manera adecuada, ya que los envases en que llegan en ocasiones no eran los adecuados, ante esta circunstancia se recomendaría usar tubos de ensaye de plástico con tapa roscada con una capacidad de 10 mL nuevos, llenándolos totalmente y sellándolos de manera adecuada para evitar posibles derrames y contaminación de la muestra. Así como remitirlas con su correspondiente formato de cadena de custodia llenado adecuadamente, hay que recordar que entre más datos se recaben del occiso (a), como por ejemplo edad, sexo, delito o hecho en el cual falleció, dicha persona, se podrá llevar a cabo un estudio más amplio y confiable, el formato de cadena custodia como ya se menciona es de suma importancia para poder asegurar la confiabilidad de los resultados emitidos por el Perito Químico en un juzgado.

Se procedió a la realización del método empleando muestras de sangre de cadáveres que llegaban al servicio Médico forense de la región Norte del Estado de México y remitidas al laboratorio de Química Forense en la Subdirección de Servicios Periciales Delegación Tlalnepantla, siempre a la par con un blanco para poder comparar si había un cambio en la coloración del reactivo de dicromato de potasio.

Durante la evaluación con fluidos biológicos positivos (muestras de sangre) se realizaron las determinaciones de la concentración de alcohol etílico presente en las muestras recolectadas, empleando un espectrofotómetro UV-VIS utilizando la técnica ya descrita.

En total se analizaron 9,345 muestras de sangre de las cuales 4,850 dieron alcoholemia positiva, lo que indica que casi la mitad de personas que fallecen están bajo el influjo del alcohol.

Lamentablemente no se pudo hacer un estudio más amplio ya que en el laboratorio solo contábamos con los datos de sexo de cadáveres y en algunos casos se especificaba la edad y el hecho en el que perdieron la vida, por ello solo se evaluó este parámetro para poder determinar el incremento que se ha dado en el consumo de este tóxico en la región Norte del Estado de México y las muertes producidas bajo el influjo de este tóxico y así poder determinar la situación actual del consumo de alcohol en este sector de la población. **(Ver las propuestas)**

Observando en los gráficos de resultados para concentraciones de alcohol en sangre de cadáveres del sexo masculino en el año 2009 una media de la concentración de 173.22 mg/dl, para el año 2010 una media de 186.41 mg/dl y para el año 2011 un valor de 188.53 mg/dl, existiendo una diferencia estadísticamente significativa en la concentración de este tóxico en los tres años mencionados, ya que se observa el incremento del consumo de alcohol en cadáveres del sexo masculino conforme pasa el tiempo.

En los gráficos que reportan los resultados para cadáveres del sexo femenino se observa una media para el año 2009 de 138.36 mg/dL, para el 2010 un valor de 169.48 m/dL y para el 2011 un valor de 154.97 mg/dL, lo que demuestra una diferencia estadísticamente significativa en el año 2010 ya que se dio un incremento importantísimo en el consumo de este tóxico en el sector femenino, lo que concuerda con las estadísticas emitidas por la SS, en las que se revelan que del año 1998 al 2002 la tendencia en el consumo de alcohol por parte del sector femenino pasó de 18% a un 25%. Y aunque para el año 2011 la media de la concentración de alcohol se ve disminuida aun así es preocupante el número de muertes que son acaecidas bajo el influjo del alcohol.

Observando la grafica de pastel para los tres años y lo dos géneros, arroja los resultados de frecuencia por sexo y cada uno de los años, donde se aprecia que efectivamente el mayor número de muertes ocurridas con alcoholemias positivas en la Región Norte de México es en el año 2010 viendo una disminución para el año 2011 pero aun así se nota que la concentración de alcohol en sangre hasta el mes de julio del año 2011 es mayor que la del año 2009 para cadáveres del sexo femenino, mientras que para los del sexo masculino se observa un incremento del consumo de alcohol en el año 2010 mientras que para el año 2011 se noto una importante baja en el consumo de este tóxico.

Los cadáveres que normalmente llegan al servicio médico forense del Instituto de Servicios Periciales Delegación Tlalnepantla, con alcoholemias positivas generalmente pierden la vida en hechos violentos es decir; accidentes de tránsito terrestre, disparos por arma de fuego, heridas producidas por arma blanca, riñas, atropellamientos, ahorcamientos y otro porcentaje menor es por caídas, esto es provocado debido a que muchas veces el victimario o el mismo occiso están bajo los influjo del alcohol y como sabemos este es un depresor del Sistema Nervioso Central así como que causa euforia en las personas que lo beben por depresión del sistema límbico ocasionando una desinhibición del bebedor, esto da pie a que se sigan haciendo campañas

para el control del consumo de bebidas alcohólicas y sobre todo en las personas jóvenes ya que éstas son las más susceptibles a estar rodeados por este toxico en su entorno.

Es importante dar la información adecuada y completa a la población para evitar un mayor incremento en la mortalidad por esta causa, así como para disminuir los delitos que se comenten por personas que son alcohólicas ya que estos van en incremento y la mayoría de ellos (p.ej. violaciones) son en contra de niños no mayores de 11 años sin importar si existe un lazo familiar al alcohólico.

Con respecto al seguimiento del formato de cadena custodia, se puede decir que el procedimiento que actualmente se sigue es de verdad desalentador ya que en ocasiones tanto el contenido de esta como la firma de las personas que intervienen en todo el recorrido de la muestra desde su toma hasta su análisis no es el adecuado, por ello se sugiere seguir las recomendaciones de la presente tesis para el adecuado seguimiento de la cadena de custodia ya que si se siguen cometiendo estos errores a la larga se creara un vicio y no será fácil de corregir ni de defender un dictamen emitido por un Perito Químico ante un Juez. **(Ver anexo 3)**

También se recomienda utilizar tubos de plástico limpios y adecuados ya que la mayoría de la muestras que llegaban al laboratorio de Química Forense estaban embaladas en frascos que no eran los adecuados, así como las etiquetas no eran legibles, se desprendían fácilmente o de plano la muestra de sangre se derramaba ya que la tapa no cerraba bien.

10. CONCLUSIONES

- Se realizó la determinación de alcohol en sangre *postmortem* utilizando un método colorido (cámara de Conway) y su cuantificación por espectrofotómetro UV-VIS.
- Con los datos obtenidos se realizó una evaluación con el programa de estadística Minitab 16.1 Statistical Software Service Pack 1 en la cual se observó el incremento del consumo de alcohol etílico en la Región Norte del Estado de México, de acuerdo a los valores de la media analizados y ya discutidos con anterioridad.
- Se realizó un procedimiento adecuado para el seguimiento de una cadena custodia que en el ámbito pericial cuando se trabaja con fluidos biológicos (sangre) para evitar cualquier tipo de contaminación de la muestra y una alteración de resultados, para que de esta manera el Q.F.B. que labore en algún servicio forense sea capaz de emitir un dictamen confiable así como un formato adecuado para trabajar con muestras biológicas.
- De acuerdo a todos los resultados de la media analizados en cada uno de los años, se puede decir que la situación actual del consumo de alcohol en la región Norte del Estado de México va en incremento ya que como se observa en las graficas el aumento de las occisas femeninas se va incrementando conforme pasa el tiempo, lo que es preocupante, se recomienda seguir difundiendo programas para la prevención del consumo de este toxico en los jóvenes de esta Región para que así se reduzcan las estadísticas que reportan la muerte, accidentes, homicidios y atentados reportadas por la Secretaría de Salud y se tenga una mayor cultura de la convivencia sin un consumo excesivo de bebidas embriagantes.

11. PROPUESTA

Aunque los resultados son totalmente confiables utilizando el espectrofotómetro UV-VIS sería importante contar con un cromatógrafo de gases y de ser posible, acoplado a masas en el Laboratorio de Química Forense de la Subdirección de Servicios Periciales Delegación Tlalnepantla, ya que es una herramienta esencial en este tipo de laboratorios para poder defender el dictamen que se emite en un juicio oral y sea imposible que sea desvirtuado por un Perito particular, por ser un equipo de mayor sensibilidad.

Esto se debe a que la aplicación principal del Cromatógrafo de gases es el análisis cuantitativo general de mezclas multicomponentes en este caso se analizaría la sangre, es una técnica de

separación muy eficiente, también tiene una aplicación amplia a los materiales volátiles, análisis de multicomponentes, alta sensibilidad en casos especiales, no necesita de una muestra muy grande para llevar a cabo el análisis (1 mg).

Los cromatogramas emitidos por este equipo se utilizan a menudo como criterio de pureza de compuestos orgánicos. Los contaminantes, si están presentes, se manifiestan por la aparición de picos adicionales; las áreas de estos picos proporcionan una estimación aproximada del grado de contaminación. La cromatografía de gases es un medio excelente para confirmar la presencia o ausencia de un supuesto componente en una mezcla, siempre que se disponga de un patrón. Tras la adición del compuesto conocido a la muestra, el cromatograma no debe presentar ningún pico nuevo, y debe observarse el aumento de alguno de los picos existentes. La prueba es particularmente convincente si el resultado se repite con columnas diferentes y a distintas temperaturas. (30)

12. ANEXOS



GOBIERNO DEL ESTADO DE MÉXICO

**ANEXO 1. FORMATO DE CADENA DE CUSTODIA
(ÚNICAMENTE EJEMPLO)**



| | |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.- NÚMERO DE CARPETA DE INVESTIGACIÓN: 483310551114520 | 2.- LUGAR DE LA INVESTIGACIÓN: ANFITEATRO ANEXO A LA AGENCIA DEL MINISTERIO PÚBLICO DE TLALNEPANTLA DE BAZ. ESTADO DE MÉXICO |
| 3.- FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: 13 DE JUNIO DE 2011 / 03:30 hrs | 4.- NÚMERO DE INDICIOS: 1 |
| 5.- TIPO DE INDICIO: BIOLOGICO | |
| 6.- DESCRIPCIÓN DE INDICIO (BREVE): SANGRE PARA ESTUDIO TOXICOLOGICO, OBTENIDA DURANTE LA PRÁCTICA DE LA NECROPCIA DEL OCCISO DESCONOCIDO MASCULINO DE 20 A 25 AÑOS DE EDAD. | |
| 7.- DESCRIPCIÓN DE EMBALAJE Y COMO SE DEBE (N) PRESERVAR EL (LOS) INDICIO (S): TUBO DE PLASTICO TRANSPARENTE CON TAPA DE ROSCA, DENTRO DE BOLSA DE PLÁSTICO TRANSPARENTE, CONSERVAR EN LA NEVERA A UNA TEMPERATURA NO MAYOR A 4° C HASTA SU TRASLADO AL LABORATORIO CORRESPONDIENTE. | |
| 8.- OBSERVACIONES: REMITIR AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE PARA SU ANALISIS. | |
| 9.- NOMBRE, FIRMA Y NÚMERO DE GAFETE DE QUIEN RECOLECTA EL (LOS) INDICIO (S): MÉDICO LEGISTA LIDIA CARRILLO DIAZ. SP-432 | |
| <p style="text-align: center;">ENTREGA</p> <p style="text-align: center;">LIDIA CARRILLO DIAZ</p> <p>NOMBRE: _____</p> <p style="text-align: center;">MÉDICO LEGISTA</p> <p>CARGO: _____</p> <p style="text-align: center;">SP-432</p> <p>No. DE GAFETE: _____</p> <p style="text-align: center;">13 JUNIO 2011/03:30 Hrs.</p> <p>FECHA Y HORA: _____</p> <p>FIRMA: _____</p> | <p style="text-align: center;">RECIBE</p> <p style="text-align: center;">FRANCISCO DIAZ ORDAZ</p> <p>NOMBRE: _____</p> <p style="text-align: center;">AGENTE DEL MINISTERIO PÚBLICO</p> <p>CARGO: _____</p> <p style="text-align: center;">MP-689</p> <p>No. DE GAFETE: _____</p> <p style="text-align: center;">13 JUNIO 2011/03:30 Hrs.</p> <p>FECHA Y HORA: _____</p> <p>FIRMA: _____</p> |
| <p style="text-align: center;">ENTREGA</p> <p style="text-align: center;">FRANCISCO DIAZ ORDAZ</p> <p>NOMBRE: _____</p> <p style="text-align: center;">AGENTE DEL MINISTERIO PUBLICO</p> <p>CARGO: _____</p> <p style="text-align: center;">MP-689.</p> <p>No. DE GAFETE: _____</p> <p style="text-align: center;">13 JUNIO 2011/ 06:50 HRS.</p> <p>FECHA Y HORA: _____</p> <p>FIRMA: _____</p> | <p style="text-align: center;">RECIBE</p> <p style="text-align: center;">DIANA GISSEL MORA SANTAMARÍA</p> <p>NOMBRE: _____</p> <p style="text-align: center;">PERITO QUÍMICO</p> <p>CARGO: _____</p> <p style="text-align: center;">SP-632</p> <p>No. DE GAFETE: _____</p> <p style="text-align: center;">13 JUNIO 2011/ 06:50 HRS.</p> <p>FECHA Y HORA: _____</p> <p>FIRMA: _____</p> |



PROCURADURÍA GENERAL DE JUSTICIA
DIRECCIÓN GENERAL DEL INSTITUTO DE SERVICIOS PERICIALES

MORELOS ORIENTE NO. 1300 ESQ. JAIME NUNÓ, COL. SAN SEBASTIAN

TOLUCA, ESTADO DE MÉXICO, C.P.50090
TELS. (01 722) 226.16.00, 226.17.00 EXT. 3466 Y 346



ANEXO 2. DICTAMEN DE ALCOHOLEMIA (ÚNICAMENTE EJEMPLO)

Gobierno del Estado de México
Procuraduría General de Justicia

INSTITUTO: SERVICIOS PERICIALES.
SUBDIRECCION: TLALNEPANTLA.
SECCION: QUÍMICA.
LLAMADO: 213300300-Q- 063.

CARPETA DE
INVESTIGACIÓN: 241970550001912.

“2011. AÑO DEL CAUDILLO VICENTE GUERRERO”.

Tlalnepantla de Baz, Méx., a 09 de septiembre de 2011.

LIC. ROBERTO CAMACHO MORAN.
AGENTE DEL MINISTERIO PÚBLICO ADSCRITO
A LA UNIDAD TRES INVESTIGADOR EN
CUAUTITLAN, MÉXICO.
P R E S E N T E:

La perito Oficial en Materia de Química Forense, adscrita al Instituto de Servicios Periciales del Estado de México, en atención a oficio folio 180019120911, de fecha 09 de septiembre de 2011 y recibido el día 09 de septiembre de 2011, a las 16:45 horas., con formato de cadena de custodia, ante usted rinden el siguiente:

D I C T A M E N

I.- ESTUDIO SOLICITADO: Identificar la presencia de Alcohol Etílico, en UNA muestra remitida a este laboratorio, relacionada con la presente carpeta de investigación y etiquetada como; OCCISA SANDRA VERA GARCIA.

Muestra tomada por el (la) Perito Médico Legista ADRIAN OLVERA VERA.

II.- ELEMENTO DE ESTUDIO: Una muestra de (sangre), recibida en un frasco de plástico con tapa.

III.- TÉCNICAS EMPLEADAS:

- Microdifusión en Cámara de Conway.
- Espectrofotometría de Luz UV/VIS.

IV.- RESULTADO

Con una alícuota del fluido biológico antes descrito, se procedió a realizar una Microdifusión en Cámara de Conway, obteniendo resultado: POSITIVO, para la presencia de ALCOHOL.

Con el producto obtenido de la reacción llevada a cabo en la Cámara de Conway, se le efectuó un barrido en la región de luz ultravioleta-visible, en donde SI SE identificó la presencia de alcohol etílico, con una concentración de 224.55 mg/dL.

Con base en lo antes expuesto, se formula la siguiente:

V.- CONCLUSION

UNICA.- EN LA MUESTRA DE (SANGRE), PERTENECIENTE A LA OCCISA SANDRA VERA GARCIA; SI SE IDENTIFICO LA PRESENCIA DE ALCOHOL ETÍLICO, CON UNA CONCENTRACIÓN DE 224.55 mg/dL.

NOTA: De acuerdo a la Norma Oficial Mexicana NOM-087-ECOL-SSA1-2002, la muestra de sangre solo permanecerá resguardada en el laboratorio por 15 días.

Se anexa muestra de sangre de la occisa en papel FTA, para resguardo y formato de cadena de custodia.

A T E N T A M E N T E

PERITO OFICIAL EN MATERIA DE QUIMICA FORENSE.

P. Q.F.B. DIANA GISSEL MORA SANTAMARÍA.

ANEXO 3. FORMATO DE CADENA CUSTODIA ADCUADO PARA TRABAJAR CON MUESTRAS BIOLÓGICAS PARA ESTUDIOS TOXICOLÓGICOS.

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.- NÚMERO DE CARPETA DE INVESTIGACIÓN: | 2.- LUGAR DE LA RECOLECCIÓN DE LA MUESTRA: |
| 3.- FECHA Y HORA DE RECOLECCIÓN: | 4.- NÚMERO DE INDICIOS: |
| 5.- TIPO DE INDICIO: <p style="text-align: center;">BIOLOGICO</p> Sangre <input type="checkbox"/> Orina <input type="checkbox"/> Contenido Gástrico <input type="checkbox"/> Fragmento de: Hígado <input type="checkbox"/> Pulmón <input type="checkbox"/> Riñón <input type="checkbox"/> Otro: _____ | |
| 6.- NOMBRE DEL OCCISO: _____ 7.- EDAD: _____ 8.- SEXO: _____ 9.- CAUSA DE MUERTE: _____ 10.- HECHO EN EL QUE PERDIERE LA VIDA _____ 11.- CRONOTANATOLÓGICO _____ | |
| 12.- DESCRIPCIÓN DE EMBALAJE: Frasco de plástico <input type="checkbox"/> Frasco de vidrio <input type="checkbox"/> Tubo de ensaye <input type="checkbox"/> Otro: _____ | |
| 13.- Estudios que se recomienda realizar con la (las) muestras recabadas: Determinación de Alcohol: <input type="checkbox"/> Determinación de metabolitos de drogas <input type="checkbox"/> Determinación de grupo y factor sanguíneo <input type="checkbox"/> Carboxihemoglobina <input type="checkbox"/> Determinación de tóxicos comunes <input type="checkbox"/> Determinación de medicamentos <input type="checkbox"/> | |
| 14.- OBSERVACIONES: POR TRATARSE DE UNA MUESTRA BIOLÓGICA SE RECOMIENDA RECABAR LA MUESTRA DE SANGRE, ORINA Y CONTENIDO GÁSTRICO EN UN TUBO DE ENSAYE DE PLÁSTICO DE 10 ml, ESTE SE TENDRÁ QUE LLENAR HASTA EL TOPE EVITANDO DEJAR CÁMARA DE AIRE. EN EL CASO DE FRAGMENTOS DE ÓRGANO SE DEBERÁN EMBALAR EN FRASCOS DE PLÁSTICO ESTERILES Y CON TAPA DE ROSCA PARA EVITAR POSIBLES CONTAMINACIONES. SE DEBERÁ REMITIR AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE PARA SU ANÁLISIS INMEDIATAMENTE DESPUÉS DE SU RECOLECCIÓN PARA EVITAR LA DEGRADACIÓN DE LA MUESTRA O EN SU DEFECTO SE DEBERÁ CONSERVAR EN LA NEVERA A UNA TEMPERATURA NO MAYOR A 4° C HASTA SU TRASLADO AL LABORATORIO CORRESPONDIENTE. SI ES POSIBLE AREGAR 50 mg DE OXALATO POTÁSICO COMO ANTICOAGULANTE Y 50 mg DE FLUORURO SÓDICO COMO CONSERVANTE. MEZCLAS BIEN LA MUESTRA DESPUÉS DE TAPAR. | |
| 14.- NOMBRE, FIRMA Y NÚMERO DE GAFETE DE QUIEN RECOLECTA LA MUESTRA: | |
| ENTREGA | RECIBE |
| NOMBRE: _____ CARGO: _____ No. DE GAFETE: _____ FECHA Y HORA: _____ FIRMA: _____ OBSERVACIONES: _____ | NOMBRE: _____ CARGO: _____ No. DE GAFETE: _____ FECHA Y HORA: _____ FIRMA: _____ OBSERVACIONES: _____ |

REFERENCIAS

1. BOWMAN W.C. Rand M.J. Farmacología. Bases Bioquímicas y Patológicas: Aplicaciones Clínicas, 2a ed. Ed. Interamericana. México. 1984. pp 8.10-8.14, 42.2-42.21.
2. Código de Procedimientos de los Estados Unidos Mexicanos, México: 2011.
3. CORDOBA. D., Toxicología, Ed. El Manual Moderno, Bogotá: 2010.
4. CLARK W G. Goth Farmacología clínica. 12ª ed. Ed. Medica Panamericana. México 1988. Pp 240-245.
5. DIAZ. V., Tesis. Implementación y Estandarización de un método colorimétrico para la determinación de alcohol etílico en fluidos biológicos (saliva, sangre y orina), Facultad de Estudios Zaragoza, México: 2008.
6. ELLERHORN J.M. Barceloux G.D. Medical toxicology, Diagnosis and treatment of human poisoning. Ed. ELSEVIER. USA. 1988. pp 782-797.
7. FLORES J. Farmacología humana. 2a ed. Ed. Científicas y Técnicas S.A. Barcelona. 1992. pp 419-423.
8. GARRIOT, J. C. Medicolegal aspects of alcohol determination in biological specimens. PSG. Littleton, 1987.
9. GISBERT. C., et al., Medicina Leal y Toxicología, Ed. Elsevier, 6ª edición, España: 2005.
10. GOSSEL T. A. & Bricker J. D. Principles of Clinical Toxicology. 2a ed. Ed. Raven Press. New York. 1990 pp 65-72.
11. GONZALEZ. G.R., Consumo de alcohol y Salud Pública, Departamento de Salud Pública, Facultad de Medicina, UNAM. México: 2011.
12. GUYTON. A.C., Fisiología Médica, Ed. Elsevier, 11ª edición, Madrid España: 2010.
13. HENRY J.B. Diagnóstico y tratamiento clínicos por el laboratorio. 9ª ed. Ed. Científicas y técnicas. México 1993 pp 62-92.
14. HOLFORD NH. "Clinical Pharmacokinetics of ethanol". *Clinical Pharmacokinet.* **13**(5): 273-292 (1987).
15. <http://www.uv.es/recrim>.: junio: 2011.
16. http://www.vulgaris_medical.net.: enero 2012.
17. JONES AW. Ethanol distribution ration between urine and capillary blood in controlled experiments and in apprehended drinking drivers. Edit. J Forensic Sci. 21-34, E.U.: 2002.
18. JULKUNEN RJ. Et al., "First pass metabolism of alcohol etílico: an important determination of blood levels after alcohol consumption". *Alcohol.* **2**(3): 437-441 (1995).
19. KALANT H; KHANNA J.M., "Principios de Farmacología Médica". 6ª ed. Ed. Oxford. México 2006. pp 303-316.

20. Legislación General de Salud. México: 2010.
21. Manual, Curso en Ciencias Forense, Procuraduría General de Justicia del Estado de México. México: 1997.
22. PAILLE. F., et al., La intoxicación aguda alcohólica y de drogas. Hospital General Massachussts.:1993.
23. Programa de Adicciones. Alcoholismo y abuso de bebidas alcohólicas, Secretaría de Salud, México.:2011.
24. Procuraduría General de Justicia del Estado de México, Manual de Toxicología. México.:2009.
25. REPETTO, M., Ampliación de Toxicología de Posgrado. Área de Toxicología. Universidad de Sevilla. España.:2009.
26. REPETTO, M., Toxicología de Posgrado. Editorial Díaz de Santos. Universidad de Sevilla. España.:2010.
27. SALCEDO. C.M., Manejo de la evidencia física de posible fuente biológica. Universidad del Valle. México. 2008.
28. Secretariado Técnico del Consejo Nacional contra las Adicciones. Prevención de adicciones, Secretaría de Salud. México.: 2011.
29. Sociedad Española de Toxicomanías. Manual SET de alcoholismo. Madrid.: 2003.
30. SKOOG. D.A., et al., Análisis instrumental. Editorial Learning, 6ª edición. México. 2008.
31. URÍA. H., et al., Validación del Dictamen de embriaguez y su correlación con el de alcoholemia por el método de WIDMARK y el de Microdifusión, Universidad del Valle de Bolivia, 2010.
32. VILLANUEVA Cañadas, E. Estudio toxicológico y médico-legal del alcohol. En GISBERT Calabuig, J.A. Medicina Legal y Toxicología, 4ª ed. Salvat Editores, Barcelona, (1991).