



**CDMX**  
CIUDAD DE MÉXICO



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO  
FACULTAD DE MEDICINA  
DIVISIÓN DE ESTUDIOS DE POSGRADO**

**SECRETARÍA DE SALUD DEL DISTRITO FEDERAL  
DIRECCIÓN DE EDUCACIÓN E INVESTIGACIÓN  
SUBDIRECCIÓN DE POSGRADO**

**CURSO UNIVERSITARIO DE ESPECIALIZACIÓN EN  
MEDICINA LEGAL**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN: CLÍNICA**

**“INTERRELACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO  
FATALES Y EL ALCOHOL EN EL DISTRITO FEDERAL”**

**PRESENTADO POR: DR. JUAN MANUEL PEÑA GILES**

**PARA OBTENER EL DIPLOMA DE ESPECIALISTA EN MEDICINA LEGAL**

**DIRECTOR DE LA TESIS: DR. FERNANDO GARCÍA DOLORES**

**- 2017-**



Universidad Nacional  
Autónoma de México



**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.

**INTERRELACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO  
FATALES Y EL ALCOHOL EN EL DISTRITO FEDERAL**

**Autor: Dr. Juan Manuel Peña Giles**

**Vo. Bo.  
Dr. Víctor Hugo Soto Flores**



---

**Profesor titular del Curso de Especialización  
en Medicina Legal**

**Vo. Bo.  
Dr. Federico Miguel Lazcano Ramírez**



---

**Director de Educación e Investigación.**



**DIRECCION DE EDUCACIÓN  
E INVESTIGACIÓN  
SECRETARIA DE  
SALUD DEL DISTRITO FEDERAL**

**INTERRELACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO**

**INTERRELACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LOS HECHOS DE TRÁNSITO  
FATALES Y EL ALCOHOL EN EL DISTRITO FEDERAL**

**Autor: Dr. Juan Manuel Peña Giles**

**Vo. Bo.  
Dr. Fernando García Dolores**



---

**Director de la Tesis  
Jefe de Enseñanza e Investigación  
del  
Instituto de Ciencias Forenses  
del Distrito Federal**

*Para Adelita,  
que continúa enseñándome más que nadie en el mundo.*

## Índice

Resumen	
Introducción	01
Material y métodos	21
Resultados	24
Discusión	37
Conclusiones	43
Recomendaciones	45
Referencias	47

## Resumen y palabras clave

Los hechos de tránsito asociados a alcohol constituyen una de las principales causas de defunción mundialmente y México no es la excepción. Se realizó un estudio de las características de las defunciones registradas en el INCIFO de los años 2013 y 2014. Hubo 432 defunciones por hechos de tránsito asociadas al consumo de alcohol, 91.89% fueron hombres y 8.1% mujeres; la media de edad fue 35.9 años  $\pm$  14.5. La media de alcoholemia fue de 244.96 md/dL  $\pm$  110.9, con mas defunciones en septiembre y diciembre y en los días domingos y sábado en ese orden. Las delegaciones mas afectadas fueron Iztapalapa y Tlalpan y la variedad de accidente mas común fue el atropellamiento.

A pesar de la implementación de políticas públicas para regular el consumo de alcohol en conductores, las muertes por esta condición continúan siendo una de las mas frecuentes en la población joven de la Ciudad de México.

Palabras clave: alcohol, alcoholemia, hechos de transito fatales, conducir, Ciudad de México.

## Introducción

Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), en terminología química, los alcoholes constituyen un amplio grupo de compuestos orgánicos derivados de los hidrocarburos que contienen uno o varios grupos hidroxilo (-OH), dependiendo de la estructura química y de su origen, podemos clasificar a los alcoholes en diferentes grupos, sin embargo, en este caso el grupo que nos interesa es el etanol. <sup>1</sup> Es una sustancia derivada de la descomposición de carbohidratos vegetales, dicho proceso puede ser espontáneo, pero va acelerado por la acción catalítica de una levadura, la *Saccharomyces cerevisiae*. El efecto de esta levadura cesa cuando se alcanza una concentración del 10% de etanol, letal para ella. <sup>2</sup>

Esta sustancia no es producto normal del metabolismo humano por lo que el ingreso de elevadas cantidades provoca un desequilibrio metabólico. Lo cual lo hace perjudicial para el organismo.<sup>2</sup>

La forma más frecuente de consumo es por vía oral, aunque también puede ser inhalado, absorbido por vía cutánea (en una muy baja proporción), parenteral y rectal. En ayunas, la absorción es rápida en duodeno y yeyuno proximal; las bebidas de alta graduación permanecen más tiempo en el estómago porque incrementan el tono pilórico. Una vez absorbido el alcohol atraviesa el hígado y se detecta a los pocos minutos en la circulación sistémica, alcanzando el máximo hasta en media hora.<sup>2</sup>

En sistema nervioso central produce depresión no selectiva y presenta tolerancia cruzada con otros depresores. En fases iniciales se produce un



cuadro de pseudoexcitación por supresión de las inhibiciones, existe depresión del centro respiratorio y vasomotor; inhibe la secreción de hormona antidiurética y produce disminución de la temperatura.

Una vez absorbido el alcohol comienza su metabolismo en el organismo, sufre un proceso oxidativo casi exclusivo en el hígado y que utiliza una cadena enzimática que primero transforma el etanol en aldehído acético o acetaldehído y posteriormente en acetato. Las enzimas que intervienen en la transformación de etanol en acetato pertenecen a las familias de alcohol deshidrogenasa y la aldehído deshidrogenasa. Ambas utilizan como cofactor el par redox NAD/NADH.

Una vez metabolizado, el alcohol puede eliminarse por diferentes vías:

Eliminación pulmonar:

Del 2 al 5% del etanol absorbido se elimina por aire espirado, esto gracias a la volatilidad del alcohol.

Eliminación urinaria:

El alcohol difunde a través del glomérulo y no sufre proceso de reabsorción tubular. La concentración en la orina depende de la alcoholemia.

Eliminación por la saliva:

Se puede eliminar por saliva aunque la cantidad es ínfima.

El resto se metaboliza en otros órganos, especialmente el hígado. La capacidad metabólica hepática es saturable y cuando se alcanza este punto, la alcoholemia sube rápidamente. *La tasa metabólica del etanol habitualmente*

oscila en una persona sana que no bebe entre 60-150 mg/kg/hora. En bebedores excesivos aumenta la tasa de excreción de etanol.

Una vez dentro del organismo, se distribuye de manera diferente en los tejidos y fluidos conforme se va metabolizando (ver cuadro I).

**Cuadro I. Coeficientes de las concentraciones de alcohol en tejidos/sangre.**

Muestra	Coeficiente
Sangre	1
Cerebro	0.847
Corazón	0.61
Músculo	0.54
Hígado	0.38
Media de los tejidos corporales	0.67

Fuente: Calabuig G. Medicina Legal y Toxicología. España 2004.

En las primeras fases de la intoxicación existe un estado de estímulo intelectual que se debe a la depresión ejercida sobre los sistemas inhibidores de la formación reticular que controlan la actividad cortical.<sup>2</sup>

El efecto neurotóxico del etanol en sujetos no habituados se detecta con alcoholemias de 50 mg/dl. Si se consumen medicamentos con efecto sedante se incrementan los efectos embriagantes, por ejemplo: opio, cannabis y ácido gammahidroxibutírico. Por el contrario, cocaína, anfetaminas y MDMA reducen la sensación subjetiva de embriaguez.

La intoxicación etílica aguda tiene tres fases: excitación, embriaguez y comatosa. El efecto neurotóxico se va extendiendo de centros superiores a centros vegetativos: córtex, sistema límbico, cerebelo, formación reticular y bulbo.<sup>2</sup>

### **Fase de excitación.**

- Alcoholemia menor de 50 mg/100 ml. No hay alteraciones detectables, *puede haber ligera incoordinación motora.*
- Alcoholemia entre 50 y 75 mg/100 ml. Efecto ansiolítico, sensación de relajación. *Ligera pero evidente incoordinación motora y alteraciones sensoriales.*
- Alcoholemia entre 75 y 100 mg/100 ml. Tendencia subjetiva a la comunicación con los demás.
- Alcoholemia entre 100 y 150 mg/100 ml. Cambio evidente del estado anímico y la conducta. Descenso de la autocrítica, ataxia incipiente, nistagmus.
- Alcoholemia entre 150 y 200 mg/100 ml. Desinhibición, manifestación de los rasgos profundos de la personalidad: sociabilidad jocosa, agresividad, inhibición. Se observa disartria, ataxia y alteraciones en el curso del pensamiento.<sup>2</sup>

### **Fase de embriaguez.**

Se alcanza con alcoholemia entre 200 y 300 mg/100 ml. La disartria, con habla incoherente y entrecortada y *la ataxia con incapacidad para caminar son intensas. Es incapaz de ejecutar una conducta orientada a un objetivo.* Hay intensa sensación de vértigo náuseas y vómitos frecuentes.<sup>2</sup>

### **Fase comatosa.**

Se alcanza con alcoholemia que rebasan los 300 mg/ 100 ml. *Hay estupor creciente, incapacidad para la bipedestación, habla ininteligible y evolución*

*hacia el coma*, con hipotermia, bradicardia e hipotensión. En esta fase se puede producir la muerte por parada respiratoria. Su duración no suele exceder las 12 horas.<sup>2</sup>

Para el tratamiento del consumo de alcohol es necesario tratarlo en diferentes fases. En el síndrome de abstinencia se han utilizado diversos fármacos como los que se mencionan a continuación:

**Cuadro II. Tratamiento farmacológico del síndrome de abstinencia alcohólica**

Grupo de medicamentos	Fármaco
Benzodiacepinas	Diazepam Cloracepam Clordiazepoxido
Clormetiazol	
Antipsicoticos	Clásicos: haloperidol Atípicos: tiaprida
Beta-bloqueantes adrenérgicos: propranolol	
Agonistas alfa-2 adrenérgicos: clonidina	
Vitaminoterapia e hidratación	

Fuente: P. Lorenzo. Drogodependencias. Farmacología, Patología, Psicología, Legislación.

En la dependencia alcohólica, posterior al tratamiento del síndrome de abstinencia, es imprescindible una psicoterapia basada en terapia individual, familiar y grupal y es necesario realizar un seguimiento y evaluar el cumplimiento terapéutico. La base científica del uso de fármacos esta basada en los mecanismos implicados en la dependencia alcohólica. Lo podemos dividir en tres apartados:

- a) Fármacos actualmente disponibles y aprobados para el tratamiento de la dependencia alcohólica (fármacos aversivos - disulfiram- y fármacos anticraving -acamprosato y naltrexona-).

- b) Fármacos disponibles en clínica y que pueden ser eficaces en el tratamiento de la dependencia alcohólica (ondansetrón, baclofen y topiramato).
- c) Fármacos que han demostrado su eficacia para el tratamiento de la dependencia alcohólica en estudios de experimentación animal.<sup>2, 3</sup>

### **Cuadro III. Tratamiento farmacológico de la dependencia alcohólica**

---

Fármacos aversivos: disulfiram

Fármacos anti-craving: acamprosato, naltrexona

Antagonistas 5-HT<sub>3</sub>: ondansetrón

Agonista GABA-B: baclofén

Anticonvulsivante: topiramato

Antagonista CB<sub>1</sub>: rimonabant

Antagonista mGluR<sub>5</sub>: MPEP

Agonista mGluR<sub>2/3</sub>: LY354740

---

Fuente: P. Lorenzo. Drogodependencias. Farmacología, Patología, Psicología, Legislación.

Determinación de la concentración de alcohol.

Existe una variedad de diferentes métodos de laboratorio para determinar concentraciones de alcohol en especímenes biológicos. Muchos de esos métodos incluyen ensayos enzimáticos y cromatografía de gases.

El cromatógrafo de gases separa los componentes de la mezcla, de tal manera que cada componente puede ser identificado. El instrumento opera sobre la teoría de que bajo condiciones controladas, diferentes compuestos químicos en una mezcla serán separados.<sup>4</sup>

El grado de separación se basa en la interacción de cada compuesto con la columna localizada dentro del instrumento, de acuerdo con las condiciones de éste, como temperatura y flujo de gas a través de la columna.<sup>4</sup>

El objetivo de toda prueba forense es proveer resultados precisos y de confianza, de tal modo que el instrumento debe estar instalado adecuadamente, ajustado para ser específico para el etanol y con pruebas de confianza para los desafíos del uso en el laboratorio.<sup>4</sup>

La mezcla es inyectada dentro del instrumento mediante un puerto de inyección, dicho puerto se mantiene a temperaturas altas lo que evapora la muestra. La muestra evaporada, es mezclada con un gas que la transporta, usualmente helio o nitrógeno. Este gas es alternativamente denominado “fase móvil”. Obliga a la muestra evaporada, pasar a través de la columna localizada en un horno que la calienta.<sup>4,5</sup>

Conforme los componentes van saliendo de la columna, comienzan a entrar al detector. Una señal electrónica es generada, de tal modo que el componente interactúa con el detector. El tamaño de la señal es proporcional a la cantidad del componente en particular en dicha muestra. Cuanto mas larga es la señal, mas alta es la concentración.<sup>4,5</sup>

Se utiliza un inyector especial conocido con el nombre de inyector de Headspace, el cual permite extraer de la matriz los elementos analizados. Este inyector facilita el tratamiento de extracción de las sustancias volátiles evitando las perdidas por extracciones convencionales, proporciona inyecciones más limpias, rápidas y reproducibles, respecto a la inyección directa.<sup>4,5</sup>

Los datos obtenidos son registrados marcando una señal del detector sobre el tiempo. Visualmente el detector muestra una curva gaussiana. La gráfica resultante se conoce como cromatograma.<sup>4</sup>

Para la determinación de etanol y sustancias volátiles en muestras de origen forense, se diluye la muestra 1 a 5 en una solución que contiene el estándar interno con el fin de homogeneizar la matriz de los diferentes tipos de sangre, esto ayuda a una extracción homogénea, sin importar la densidad de la sangre.<sup>5</sup>

Accidentes de tránsito y alcohol, panorama internacional.

A nivel mundial cada día cerca de 16 000 personas mueren a causa de todo tipo de traumatismos. Estos representan 12% de la carga mundial de morbilidad. En el orden de los traumatismos predominan los sufridos por colisiones de la vía pública, según los datos de la OMS, las muertes por traumatismos causados por el tránsito representan el 25%, de todas las defunciones por traumatismo.<sup>6</sup>

Los choques en la vía pública no solo representan una pesada carga para las economías nacionales y regionales sino también para los hogares, ya que la mayoría de las víctimas del tránsito son adultos jóvenes económicamente productivos.<sup>6</sup>

La relación de alcohol y hechos de tránsito fatales es de aproximadamente el 35% por año desde 1994 a nivel de Estados Unidos de América.<sup>7</sup> En Taiwán

en un periodo de 2006 a 2007, cerca del 60% de los hechos de tránsito fatales fueron causados por automóviles y 40% de motocicletas, ambos relacionados con el consumo de alcohol.<sup>8</sup>

En Bélgica y Países Bajos, de 2008 a 2010 se evaluó la prevalencia de alcohol en conductores con lesiones involucrados en hechos de tránsito que llegaron al servicio de urgencias, encontrando resultados positivos para alcohol en un 52.6% en Bélgica y 33.9% en Países Bajos. Demostrando que el alcohol continúa siendo una de las sustancias que más frecuentemente se asocia a lesiones por hechos de tránsito en esos sitios.<sup>9</sup>

El estudio Grand Rapids de Estados Unidos de América, mostró que los conductores que habían consumido alcohol corrían mayor riesgo de verse implicados en una colisión que los que no habían bebido, y que ese riesgo aumentaba rápidamente con la alcoholemia.

La presencia de alcohol en los accidentes de tránsito, es mucho más importante que las de cualquier otra droga, pero todo fármaco o sustancia ingerida que afecte al sistema nervioso central puede reducir las facultades de los conductores, sin embargo la relación directa con otras sustancias y fármacos de uso recreativo no son bien conocidas como el alcohol. No es fácil establecer la relación entre dosis de los fármacos o drogas y el mayor riesgo de colisión. Actualmente no existen pruebas concluyentes de que el uso de fármacos implique un riesgo significativo de colisión, sin embargo hay pruebas de que entre los conductores ha aumentado la ingesta de sustancias psicoactivas,



tanto con fines medicinales como recreativos, y a menudo en combinación con alcohol.<sup>6, 10, 11, 12</sup>

En los países y regiones de ingresos bajos, los peatones, pasajeros, los ciclistas, los usuarios de vehículos motorizados de dos ruedas y los ocupantes de autobuses y minibuses se cuentan entre las principales víctimas de los hechos de tránsito.<sup>6</sup>

El factor de riesgo que representa el alcohol en las colisiones que involucran a peatones ha sido bien documentado durante decenios en los países de ingresos altos, sin embargo, el riesgo que suponen los peatones con facultades disminuidas por el alcohol es de distinto orden que el de los conductores alcoholizados, quienes entrañan un riesgo mayor para si mismos y para los demás.<sup>6</sup>

Para los países de ingresos bajos y medios es importante la vulnerabilidad de los usuarios de la vía pública, por la mayor variedad de vehículos y por la intensidad de la circulación, así como por la falta de separación entre estos y los otros usuarios de la vía pública. Es preocupante la coexistencia de usuarios no motorizados, lentos y vulnerables, así como de motocicletas, con vehículos motorizados veloces.<sup>6</sup>

Un análisis de 38 estudios, encontró que en 75% de ellos, la mortalidad más elevada correspondía a los peatones, que representan entre 41 y 75% de todas las víctimas mortales de tránsito.<sup>6</sup>

El alcohol en las colisiones que involucran a peatones mostró que de 20 a 30% de las víctimas presentaban un grado de alcoholemia superior a 150 mg/dL, y la presencia de alcohol era mayor en las víctimas mortales.<sup>6</sup>

Con respecto a las edades y sexo en donde mas frecuentemente se presentan defunciones por hechos de tránsito asociados a alcohol, puede observarse de manera general que los hombres son el grupo más vulnerable y los jóvenes aún mas. Los infractores más jóvenes se encuentran en una edad entre 15-20 años.<sup>6, 13, 10</sup>

La edad legal para el consumo de alcohol es un factor variable de país a país ya que en Estados Unidos de América es de 21 años, comparado con 18 en México y otros países, lo cual tiene un impacto en la relación entre conducir bajo efectos del alcohol en grupos de individuos jóvenes.<sup>14</sup>

En Suecia de 2000 a 2007 se evaluó la relación de niveles de alcohol en sangre en personas detenidas por conducir bajo la influencia de alcohol, encontrándose una media de 174 mg/dL, la mayoría de los infractores fueron hombres (89.5%) con una media de edad de  $39 \pm 14.6$ , las mujeres constituyeron un 10.5% con una media de edad de  $41.8 \pm 13.6$ .<sup>10, 15, 24</sup>

Wayne Jones et al en 2013 evaluaron en Suecia y Wisconsin las diferencias de concentraciones de alcohol en sangre en conductores detenidos; en Suecia el 91% eran hombres, 9% mujeres, mientras que en Wisconsin fue de 65% hombres y 35% mujeres con una media de edad para ambos casos entre 43 y 45 años. Los días de la semana donde se realizaron la mayoría de los arrestos fue jueves y viernes en Suecia, viernes y domingo en Wisconsin.<sup>14</sup>

En Nueva Zelanda la edad más frecuente donde se presentaron accidentes fue de 20-29 años y 18% de estas, asociadas al consumo de alcohol. Todos estos hechos fueron más frecuentes en hombres y con una relación únicamente a alcohol de 14%.<sup>16</sup>

En Shanghai, en un periodo de 2009 a 2011, de 803 defunciones por accidentes de tránsito, predominantemente fueron hombres, la mayoría de los accidentes ocurrieron en horarios nocturnos.<sup>17</sup>

Con respecto a los conductores muertos en colisión, se estima que los adolescentes al volante corren un riesgo de colisión más de cinco veces mayor que el de los conductores de 30 años de edad y más, cualquiera que sea la alcoholemia. En Nueva Zelanda en el periodo de 2004-2009 se buscó la incidencia de consumo de alcohol y otras drogas en muertes asociadas a hechos de tránsito, obteniendo 1046 muestras para análisis, de las cuales 48% presentaban alcohol y otras drogas que potencialmente pueden disminuir la capacidad para conducir de manera segura. *Las concentraciones de alcohol en 351 muestras positivas para alcohol presentaban niveles de 5 a 354 mg/dL (media de 152 mg/dL).*<sup>16</sup>

Durante un periodo de 2005-2010, la administración de caminos públicos de Noruega analizo los hechos de tránsito fatales, tomando muestras para la búsqueda de alcohol y otras drogas, de las cuales 33.9% presentaron niveles de alcohol superiores a 50 mg/dL, sin embargo se determinó que el exceso de velocidad es una de las principales razones para hechos de tránsito y que junto con no usar el cinturón de seguridad son una de las principales razones de

mueres en los hechos de tránsito. Estos comportamientos se deben, en la mayoría de los casos, a conductas de riesgo o negligencias como resultado del abuso de alcohol o de otras drogas.<sup>18</sup>

Las habilidades requeridas para conducir con seguridad, disminuyen considerablemente por el consumo de alcohol.<sup>17</sup>

En Suecia, de 693 casos, la media de concentración de alcohol en sangre fue de 36 mg/dL, y 90% de los cuales presentaban niveles entre 21 mg/dL a 49 mg/dL.<sup>13</sup>

Es importante conocer que los niveles de alcohol en sangre que usualmente se reportan son menores a niveles presentados ante-mortem debido al metabolismo del etanol activo hasta el momento de la muerte.<sup>19</sup>

En muchas partes del mundo, los resultados de estudios mencionados sirvieron de base para fijar los límites legales de contenido de alcohol en sangre y en el aliento, que es generalmente de 80 mg/dL. Sin embargo, recientemente se llevó a cabo un importante estudio de casos y controles, con técnicas analíticas más sólidas que el Grand Rapids, el cual corroboró los resultados anteriores y mostraron que el riesgo de colisión aumenta con la alcoholemia y que el riesgo relativo de verse envuelto en una colisión comienza a aumentar sensiblemente con una alcoholemia de 40 mg/dL, el riesgo de defunción aumenta sensiblemente al pasar de una alcoholemia nula a una superior a 100 mg/dL.<sup>6</sup>

En Australia en 1981 se realizó un estudio donde se encontró que el riesgo de participar en una colisión es 1.83 veces superior con una alcoholemia de 50 mg/dL que con una alcoholemia nula, sin embargo Hurst et al, reexaminaron los

datos del estudio Grand Rapids y llegaron a la conclusión de que los riesgos asociados a una baja alcoholemia eran más importantes de lo que se creyó de manera inicial. Esto junto a las conclusiones de diferentes estudios experimentales y del comportamiento sirvió como fundamento para que muchos países redujeran sus límites de alcoholemia legal a 50 mg/dL.<sup>6, 10, 11, 12, 20</sup>

El consumo de alcohol y las acciones legales para prevenir y controlar su uso presentan diferencias de país a país, por ejemplo, en Suecia y otros países el arresto se realiza después de presentar positividad en pruebas de alcohol en aire espirado, mientras que en Estados Unidos de América, los sospechosos primero deben realizar pruebas de sobriedad para evidenciar la incapacidad para conducir y posteriormente se realizan mediciones de alcohol en aire espirado.<sup>14</sup>

En diversos países de ingresos bajos, la policía a menudo no cuenta con los medios, en recursos humanos y materiales, para controlar de modo sistemático la alcoholemia en los conductores, aun allí donde existen límites legales.<sup>6</sup> Las investigaciones han indicado que la mejor estrategia coherente y eficaz que disuade a las personas de conducir cuando han bebido es hacer que los conductores perciban un mayor riesgo de verse sorprendidos en falta. Tal percepción se considera un elemento más disuasivo que la imposición de una pena severa e inmediata.<sup>6</sup> Con respecto a la localización de las lesiones en las personas involucradas en los hechos de tránsito, un estudio realizado en el departamento de Rhone, Francia de 2009 a 2004 se describen las siguientes

localizaciones: involucraron únicamente tórax (30%), cráneo (23%), tórax y cráneo (18%), lesiones abdominales (10%) y lesiones raquimedulares (9%).<sup>21</sup>

Accidentes de tránsito y alcohol, panorama nacional.

Según el último Censo de Población y vivienda 2010, en México existen 112 336 538 habitantes, de los cuales 48.83% son hombres y 51.16% son mujeres. De esta manera, en la Ciudad de México viven 8 851 080 personas, de los cuales 47.83% son hombres y 52.16% son mujeres.

El total de defunciones para ese mismo año en el Ciudad de México fue de 592 018; de estas defunciones 56.65% fueron hombres, 43.35% mujeres y 322 no especificados. Los grupos de edad que resultaron más vulnerables fueron los grupos: de 15-29 años (6.33%), de 30 a 64 años (31.45%) y de 65 y más años (54.80%).<sup>22</sup>

Para el 2013 las cinco principales causas de defunción fueron las siguientes:

- 1.- Enfermedades del corazón
- 2.- Diabetes mellitus
- 3.- Tumores malignos
- 4.- Accidentes, de los cuales, los más frecuentes son los accidentes de tráfico de vehículos de motor
- 5.- Enfermedades del hígado<sup>22</sup>

Con respecto a los accidentes de tránsito, que como se mencionó anteriormente, corresponden la cuarta causa mas frecuente de defunción; en el

año 2010 se reportaron un total de 427 267 *accidentes* a nivel nacional, de los cuales se desprenden los siguientes tipos:

Colisión con vehículo automotor (71.32% ).

Colisión con peatón o atropellamiento (4.15%).

Colisión con objeto fijo (11.39%).

Volcadura (2.16%).

Colisión con motocicleta (4.95%).

Colisión con ciclista (1.34%).

La cantidad de hombres involucrados en los hechos de tránsito fue de 328 330, de mujeres fue 58 443 mujeres y en 40 494 no se conoce el sexo debido a que se fugaron.

De los hechos de tránsito reportados en 2010, 5 671  *fueron fatales*, 94 334 no fatales y en 327 262 solo se reportaron daños. La *mortalidad* de los hechos de tránsito a nivel nacional anteriormente descritos para el año 2010 fue la siguiente: Total 4 708, colisión con vehículo automotor 22%, colisión con peatón o atropellamiento 22.57%, colisión con objeto fijo 12.93%, volcadura 15.78%, colisión con motocicleta 9.81% y colisión con ciclista 4.84%.<sup>22</sup>

En ese mismo año, de todos los accidentes de tránsito reportados, 33 160 se asociaron con el consumo de alcohol (valorándose por la presencia de aliento alcohólico) que corresponden al 7.76%. La mortalidad asociada a estos fue de un total de 4 708, solamente 418 casos se asociaron con el consumo de alcohol, lo que equivale al 8.87% de esa mortalidad.<sup>22</sup>

En la Ciudad de México el total de accidentes de tránsito fue de 14 729.<sup>22</sup> En el 2011 en México se encontraban 33 262 998 vehículos registrados. Se estima que los costos totales que general los accidentes de tránsito en México superan los 120 mil millones de pesos anualmente.<sup>23</sup>

En la Ciudad de México desde el inicio en el año 2003 del programa “Conduce sin alcohol” conocido como alcoholímetro, a la fecha, ha disminuido en 30% el índice de accidentes fatales asociados con el consumo de alcohol, principalmente entre jóvenes.<sup>23</sup>

Como podemos observar en lo anteriormente expuesto, los accidentes de tránsito constituyen una de las principales causas de defunción en la población en general y en este caso en particular, es de interés valorar aquellas que además se encuentran relacionadas a un consumo de alcohol. <sup>22</sup>

La venta, distribución y el consumo de alcohol en México, se encuentra regulado por la Ley General de Salud, que en el capítulo III, sobre bebidas alcohólicas menciona:

Artículo 217.- Para los efectos de esta ley, *se consideran bebidas alcohólicas aquellas que contengan alcohol etílico en una proporción de 2% y hasta 55% en volumen.* Cualquiera otra que contenga una proporción mayor no podrá comercializarse como bebida.

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



Artículo 220.- *En ningún caso y de ninguna forma se podrá expender o suministrar bebidas alcohólicas a menores de edad.*<sup>24</sup>

De este modo, se busca controlar el acceso al consumo de esta sustancia en la población general, estas acciones encaminadas a disminuir las alteraciones en la salud, sociales y materiales que puede provocar el consumo perjudicial de las bebidas alcohólicas. La asociación entre el consumo de alcohol y los accidentes de tránsito es un problema de salud que, como se mencionó previamente, afecta a la población mexicana. Por tal motivo, también se encuentra legislado en el nuevo reglamento de tránsito de la Ciudad de México, que entró en vigor en diciembre de 2015 y que menciona lo siguiente:

Capitulo II. De la *conducción de vehículos bajo los efectos del alcohol* deriva lo siguiente en el artículo 50.- *Queda prohibido conducir vehículos motorizados cuando se tenga una cantidad de alcohol en la sangre superior a 0.8 gramos por litro (80 mg/dL) o de alcohol en aire espirado superior a 0.4 miligramos por litro.*

Los conductores de vehículos destinados al servicio de transporte público de pasajeros, transporte escolar o de personal, vehículos de emergencia, de transporte de carga o de transporte de sustancias tóxicas o peligrosas, no deben presentar ninguna cantidad de alcohol en la sangre o en aire espirado, síntomas simples de aliento alcohólico.<sup>25</sup>

La intoxicación etílica aguda es tan frecuente y la población está tan habituada a ella que su atención suele ser asumida fácilmente por los dispositivos

sanitarios existentes, aunque con frecuencia el personal sanitario no suele plantearse las complicaciones que de esta situación puedan derivarse.<sup>19</sup>

En México, según la última Encuesta Nacional de Adicciones del 2011, se ha mostrado un incremento en todas las formas de consumo de alcohol comparado con las realizadas en 2002 y 2008; presentando un consumo alto del 32.8%, consumo consuetudinario de 5.4% y dependencia en 6.2% del total de la población estudiada; sin embargo en los hombres estos porcentajes son más elevados que en las mujeres.<sup>26</sup>

En la población adolescente se encontró que el consumo de alcohol aumento significativamente, comparado a las encuestas de años previos, sobre todo en el índice de dependientes se registró un incremento significativo, que paso de 2.1% a 4.1%. El uso de alcohol en la población adulta fue mayor que en la adolescente y aumentó significativamente de 2002 a 2011.<sup>26</sup>

La *cerveza* sigue siendo la bebida de preferencia de la población total e incremento significativamente de 2002 a 2008, manteniendo su lugar en 2011, siendo consumida por más de la mitad de la población masculina (53.6%) y una tercera parte de la población femenina (29.3%). El segundo lugar lo ocupan los *destilados*, este grupo de bebidas ha incrementado su consumo, significativamente entre 2008 y 2011, ganando un lugar importante también entre los adolescentes. Los aguardientes y el alcohol de 96° consumido como bebida alcohólica ha disminuido significativamente a partir de 2002. La edad de inicio para consumo de alcohol en hombres se presenta a los 17 años o menos

en un porcentaje del 64.9%, mientras que en las mujeres es predominantemente de 18 a 25 años con un 46.1%.<sup>26</sup>

Por lo anteriormente expuesto, es importante conocer las características e interrelación de los accidentes de tránsito fatales ocurridos en la Ciudad de México asociados a alcohol en el 2013 y 2014, para poder lograr esto es necesario determinar el número de defunciones por accidentes de tránsito en la Ciudad de México en un periodo comprendido entre 2013 y 2014, identificar el tipo de accidente de tránsito que produjo la muerte, las concentraciones de alcohol en sangre, la edad y el sexo de las personas que murieron, el día de la semana, la Delegación política donde ocurrió la defunción y saber si hubo positividad para otra droga en sangre en las defunciones por accidentes de tránsito asociadas a alcohol.

## Material y métodos

Se realizó un estudio en el Instituto de Ciencias Forenses (INCIFO), con la información generada en el laboratorio de Química Forense, de tipo observacional, descriptivo, transversal y retrospectivo.

Se revisaron los registros de defunciones de los años 2013 y 2014, asociadas a accidentes de tránsito y posteriormente se seleccionaron aquellas que tuvieron positividad para alcohol, las muestras de aquellas defunciones registradas, fueron procesadas en un Cromatógrafo de gases Agilent Technologies 6890N con Headspace Agilent Technologies G188 con los que cuenta el INCIFO (ver figura 1), los cuales se encuentran con los estándares normativos e institucionales adecuados para su funcionamiento.



Figura 1. Cromatógrafo de gases y Headspace, INCIFO, 2016.

Se incluyeron todos los casos que se encontraron registrados en el Instituto, sin importar el sexo ni la edad de los cadáveres y que tuvieran determinación de alcohol en sangre realizado por el laboratorio de química del INCIFO.

Los casos que no se tomaron en consideración, fueron aquellos en donde hubo diferencia entre el tiempo del accidente y el de defunción, es decir, si presentaron un periodo de tiempo en el que el alcohol pudiera haberse metabolizado y con ello modificar el valor de dicha sustancia en la sangre; si hubo tratamiento hospitalario previo a la muerte o si se utilizó algún otro fluido corporal o tejido para determinar la concentración de alcohol.

Las variables utilizadas para este estudio consistieron en el tipo de accidente de tránsito registrado, positividad en determinación de alcoholemia y su concentración en mg/dL, la edad y sexo de las personas finadas, el día de la semana en la que ocurrió la defunción, la delegación donde ocurrió el fallecimiento, así como si hubo positividad para otra droga. Como se menciona en la introducción, se utilizó la clasificación de intoxicación etílica propuesta por Lorenzo et al, misma que no se utiliza en el INCIFO de la Ciudad de México pero que se consideró importante para poder clasificar a los casos incluidos.

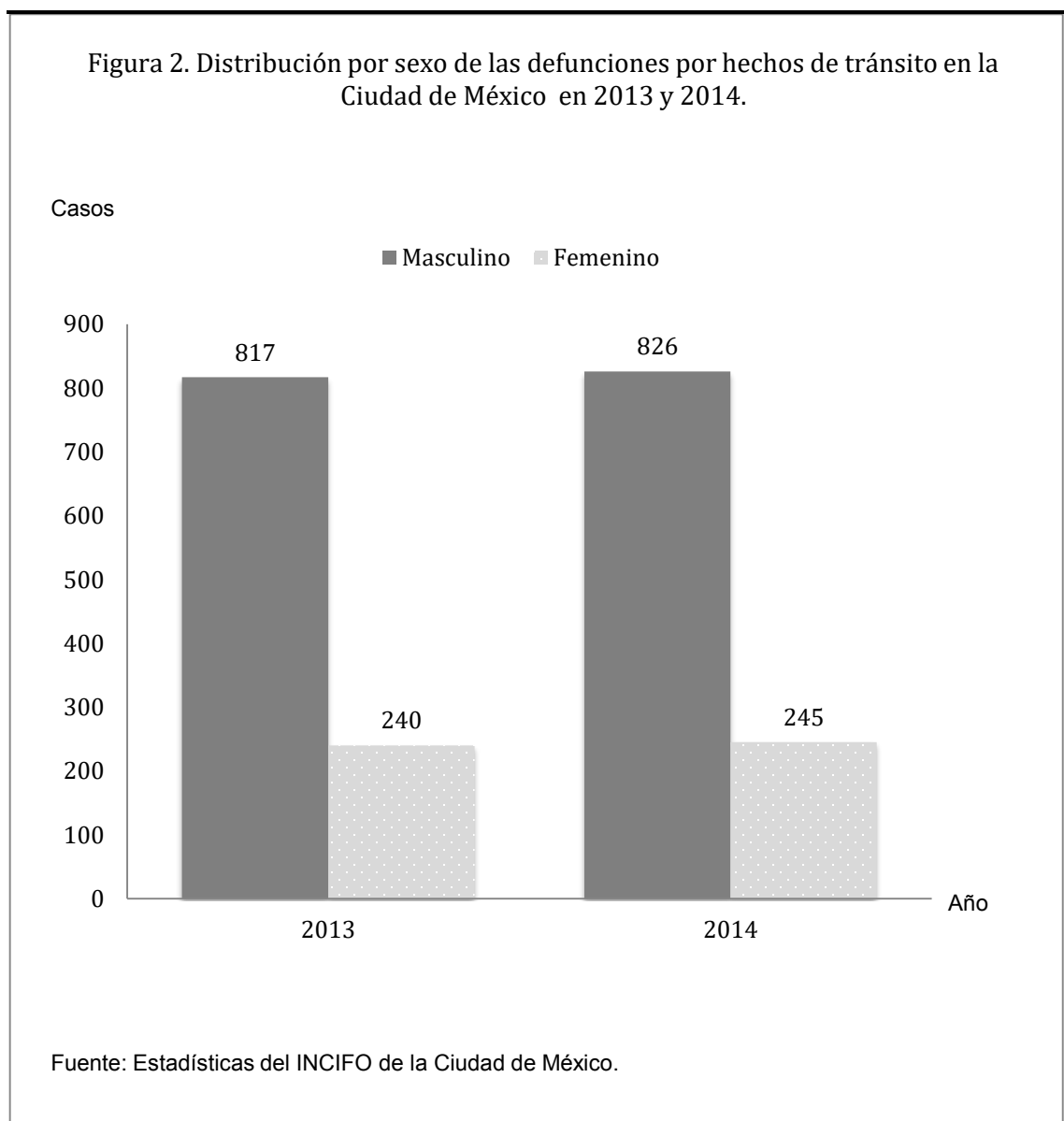
Para el estudio se acudió al Instituto, al área de archivo para obtener el registro de las defunciones por accidentes de tránsito y posteriormente en el laboratorio de química forense para revisar las libretas de registro de alcohol y químico toxicológico, en donde se seleccionaron los casos con positividad para alcohol. Toda la información se recabó en la cédula de recolección de datos y posteriormente, se elaboró una base de datos en Excel; después se realizó su

procesamiento estadístico en el programa *Statistical Package for the Social Science* o SPSS versión 20, se usaron figuras y cuadros, así como medidas de tendencia central (media, rango y desviación estándar).

Al ser una investigación sin riesgo bioético, no fue necesario aplicar ninguna medida para prevenirlos.

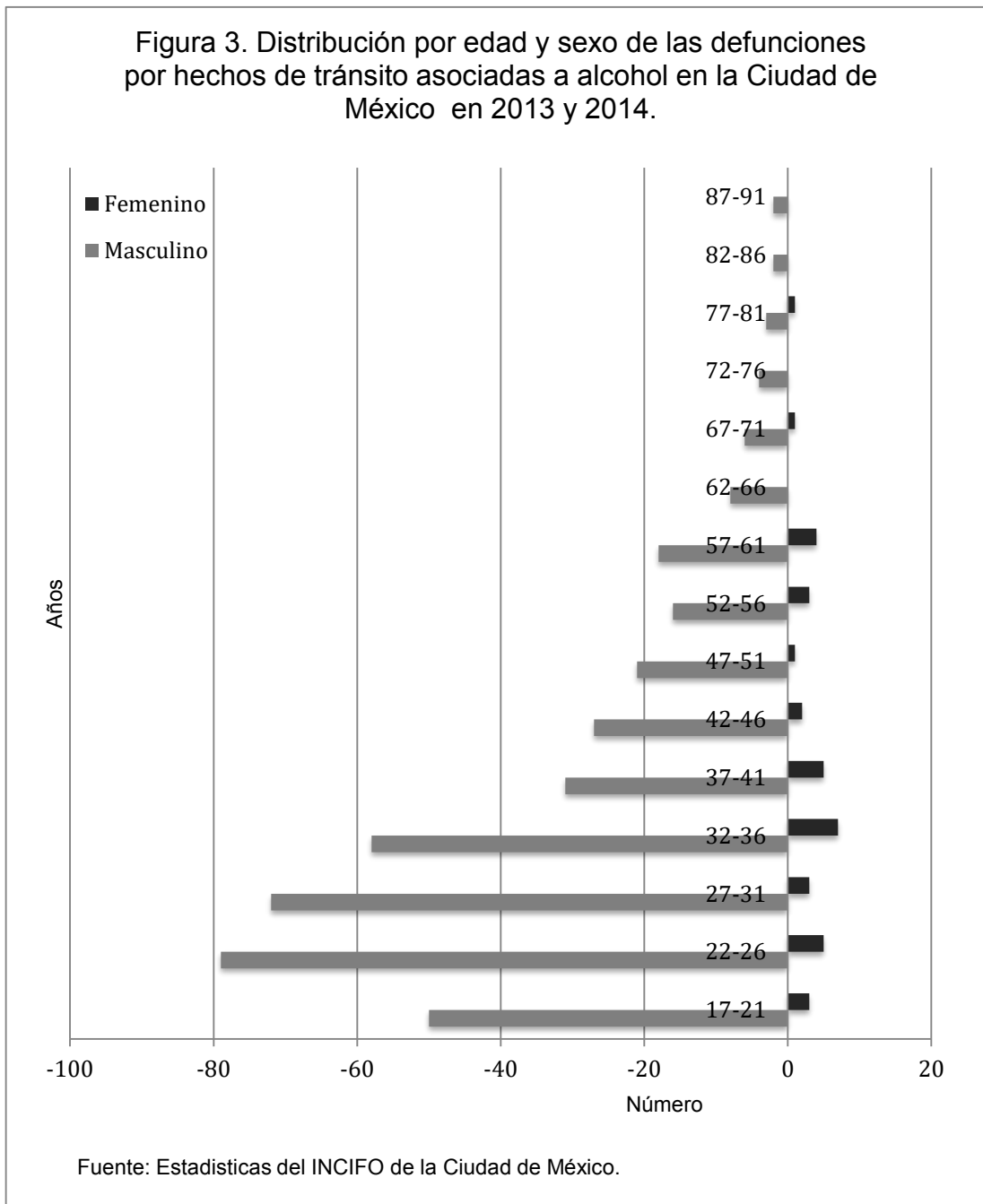
## Resultados

A través del censo realizado en el INCIFO del periodo de tiempo estudiado, se registraron 2128 defunciones asociadas exclusivamente a accidentes de tránsito, de las cuales el 77.2% fueron hombres y el 22.7% mujeres (ver figura 2).



En la figura 3 se puede observar que de las 2128 defunciones, el 20.3% estuvieron asociadas al consumo de alcohol que son 432 casos, de los cuales 397 fueron hombres (91.89%), mientras que 35 (8.1%), fueron mujeres.

Figura 3. Distribución por edad y sexo de las defunciones por hechos de tránsito asociadas a alcohol en la Ciudad de México en 2013 y 2014.





Dentro del total de las personas que murieron en ese periodo, tenemos que se encontraban en un rango de 17 a los 89 años, una media de 35.9 años  $\pm$  14.5. Los hombres se encontraban entre los 17 y 89 años, con una media de 35.6 años  $\pm$  14.5 mientras que las mujeres se encontraban entre los 18 y 77 años, con una media de 39.5 años  $\pm$  14.7.

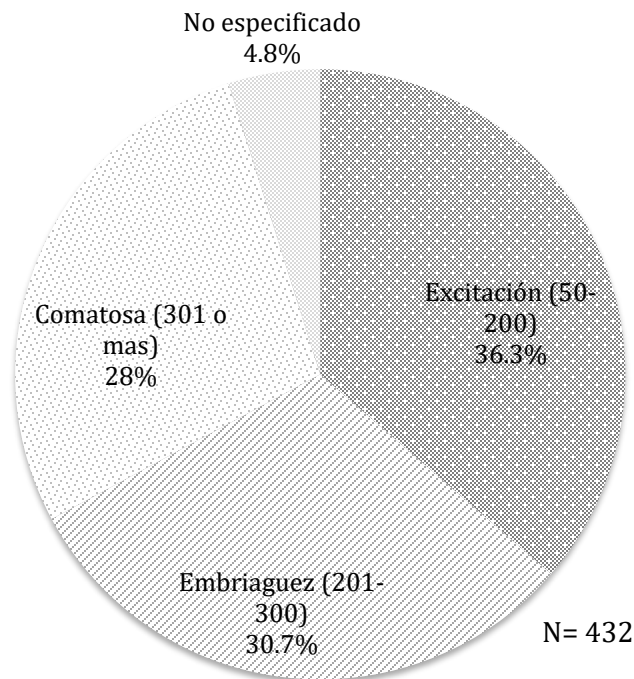
Como puede observarse en la figura 3, el grupo de edad en el que se concentró la mayoría de las defunciones fue entre los 22 y 26 años en los hombres con 79 casos que son el 18.2% del total de las defunciones y en las mujeres hubo 7 casos en el grupo de 32 a 36 años lo que corresponde a 1.6%.

Con respecto a las concentraciones de alcohol registradas, estas se encontraron entre 50 mg/dL y 568 mg/dL, con una media de 244.96 mg/dL  $\pm$  110.9. En 21 casos solamente se registró la positividad para alcohol, sin determinar la concentración del mismo.

De acuerdo a la concentración de alcohol en la sangre se pueden encontrar diferentes etapas de intoxicación etílica, las cuales se dividen en fase de excitación, de embriaguez y comatosa. En la figura 4 se puede observar que se encontró que hubo 157 casos en los que, previo a su defunción, presentaron niveles de alcohol compatibles con una fase de excitación, que corresponde al 36.34% y aquí se concentraron la mayoría de las defunciones, en la fase de

embriaguez fueron 133 casos con 30.78% y en la fase comatosa 121 que corresponde al 28%.

Figura 4. Grado de alcoholemia y etapa clínica de las defunciones por hechos de tránsito asociadas a alcohol en la Ciudad de México en 2013 y 2014.



Fuente: Estadísticas del INCIFO de la Ciudad de México.

Las concentraciones de alcohol en los tres grupos de edad con mayor porcentaje de población fueron las siguientes: de los 22 a 26 años, con un rango de 50 a 494 mg/dL, con una media de  $251.7 \pm 102.2$ ; de los 27 a los 31 años, con un rango de 78 a 550 mg/dL, con una media de  $233.5 \pm 101.08$  y de

los 32 a los 36 años, con un rango de 52 a 506 mg/dL, con una media de 227.4 ± 110.87.

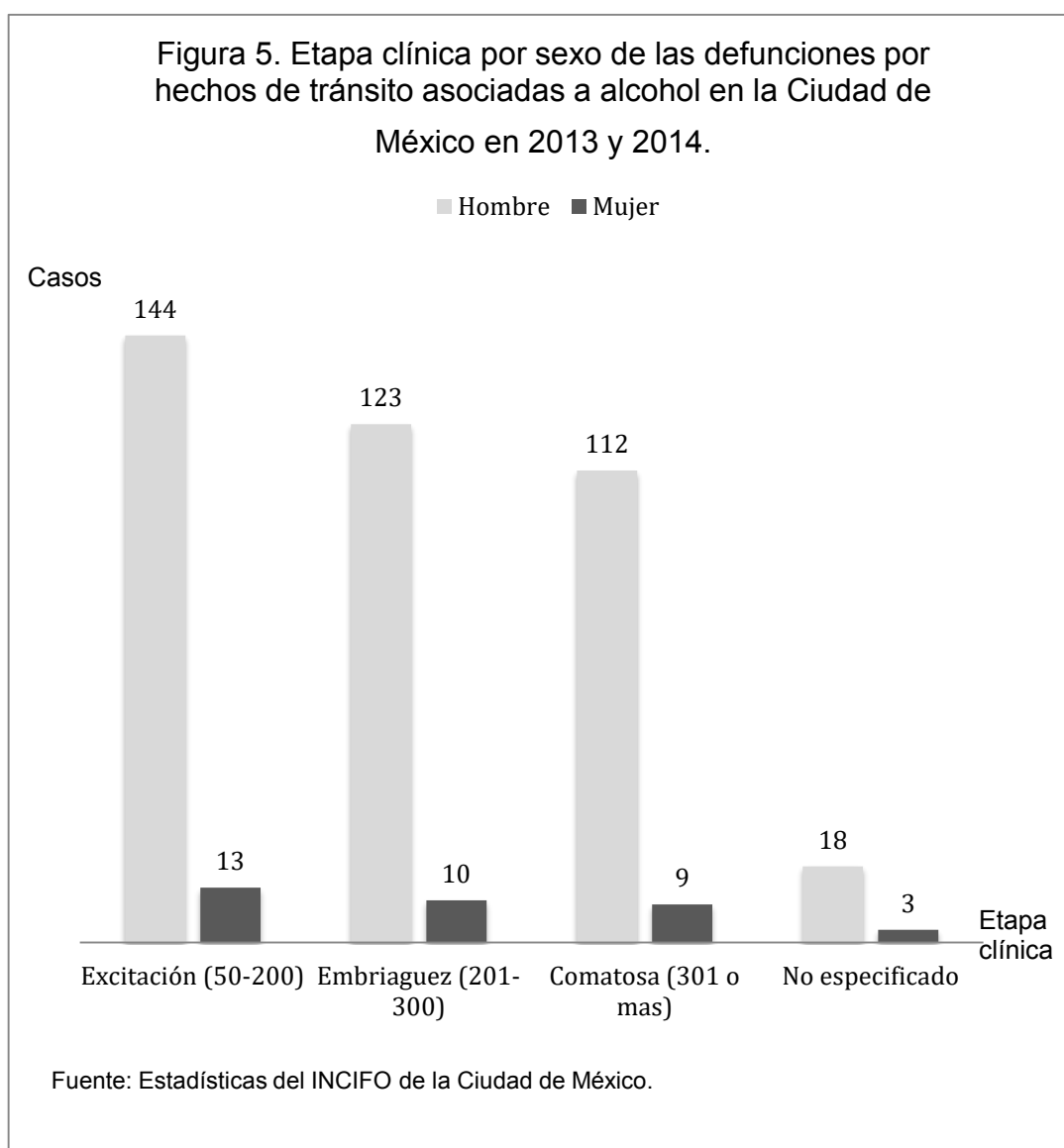
Los tres grupos de edad en donde se observó una mayor media en el nivel de consumo fueron: de los 52 a los 56 años, con un rango entre 95 y 550 mg/dL, con una media de 342.25 ± 111.84; de los 62 a los 66 años, con un rango de 137 a 468 mg/dL, una media de 300.6 ± 106.36 y de los 57 a los 61 años, con un rango de 71 a 531 mg/dL, una media de 282.13 ± 113.17, tal como puede observarse en el cuadro IV.

Cuadro IV. Alcoholemia por grupos de edad de las defunciones por hechos de tránsito asociadas a alcohol en la Ciudad de México en 2013 y 2014.

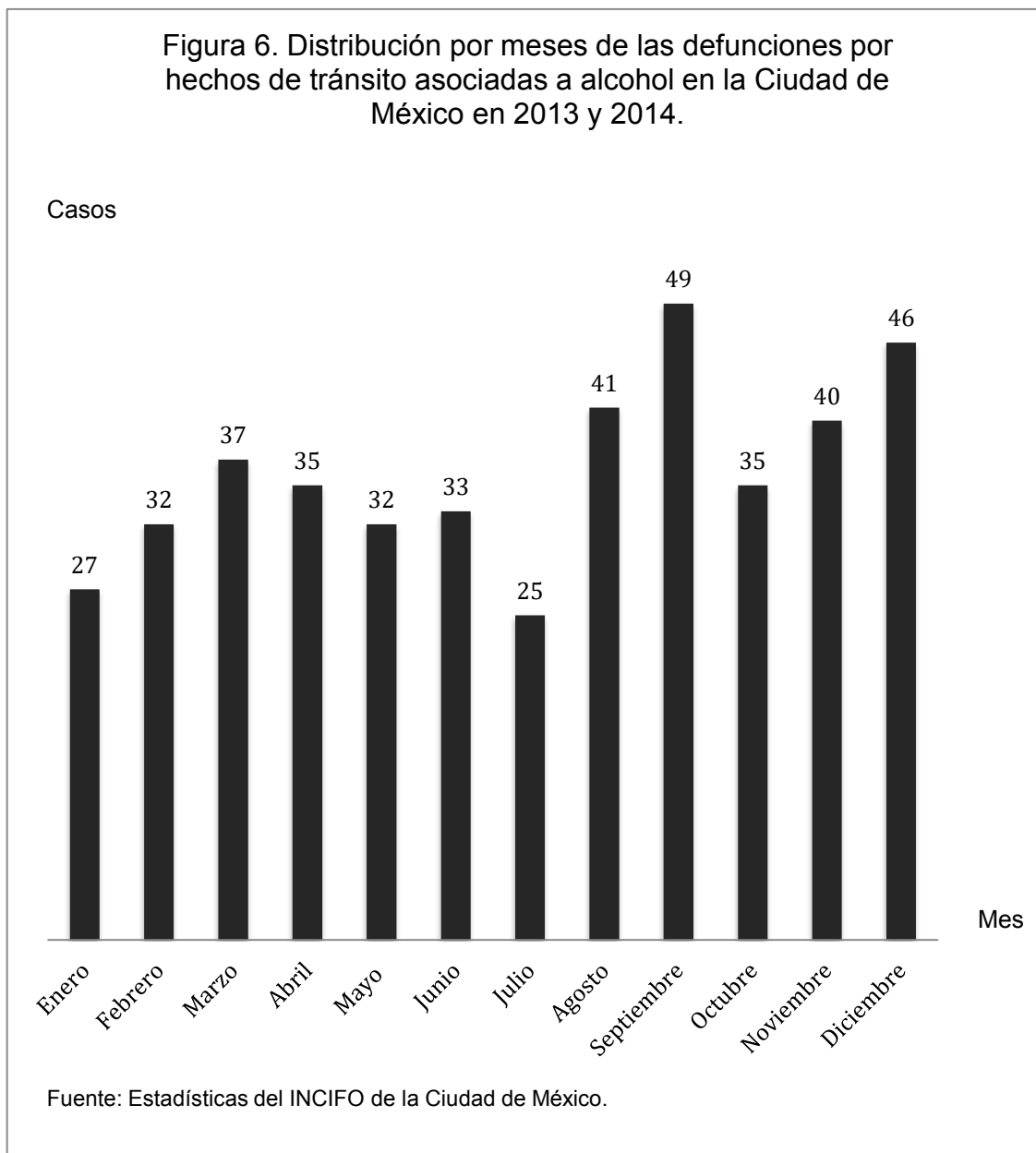
Edad	Casos	Mínimo	Máximo	Media	Desviación Estándar
17-21	53	59.7	484	208.84	98.2
22-26	84	50	494	251.75	102.23
27-31	75	78	550	233.5	101.08
32-36	65	52	506	227.46	110.87
37-41	36	79	468	253.87	102.32
42-46	29	77	568	256.57	144.21
47-51	22	50	498	241.8	128.59
52-56	19	95	550	342.25	111.84
57-61	22	71	531	282.13	113.17
62-66	8	137	468	300.62	106.36
67-71	7	78	415	260.57	118.53
72-76	4	89	373	232.5	136.84
77-81	4	144	315	245.25	73.31
82-86	2	236	382	309	103.23
87-91	2	120	165	142.5	31.81

Fuente: Estadísticas del INCIFO de la Ciudad de México.

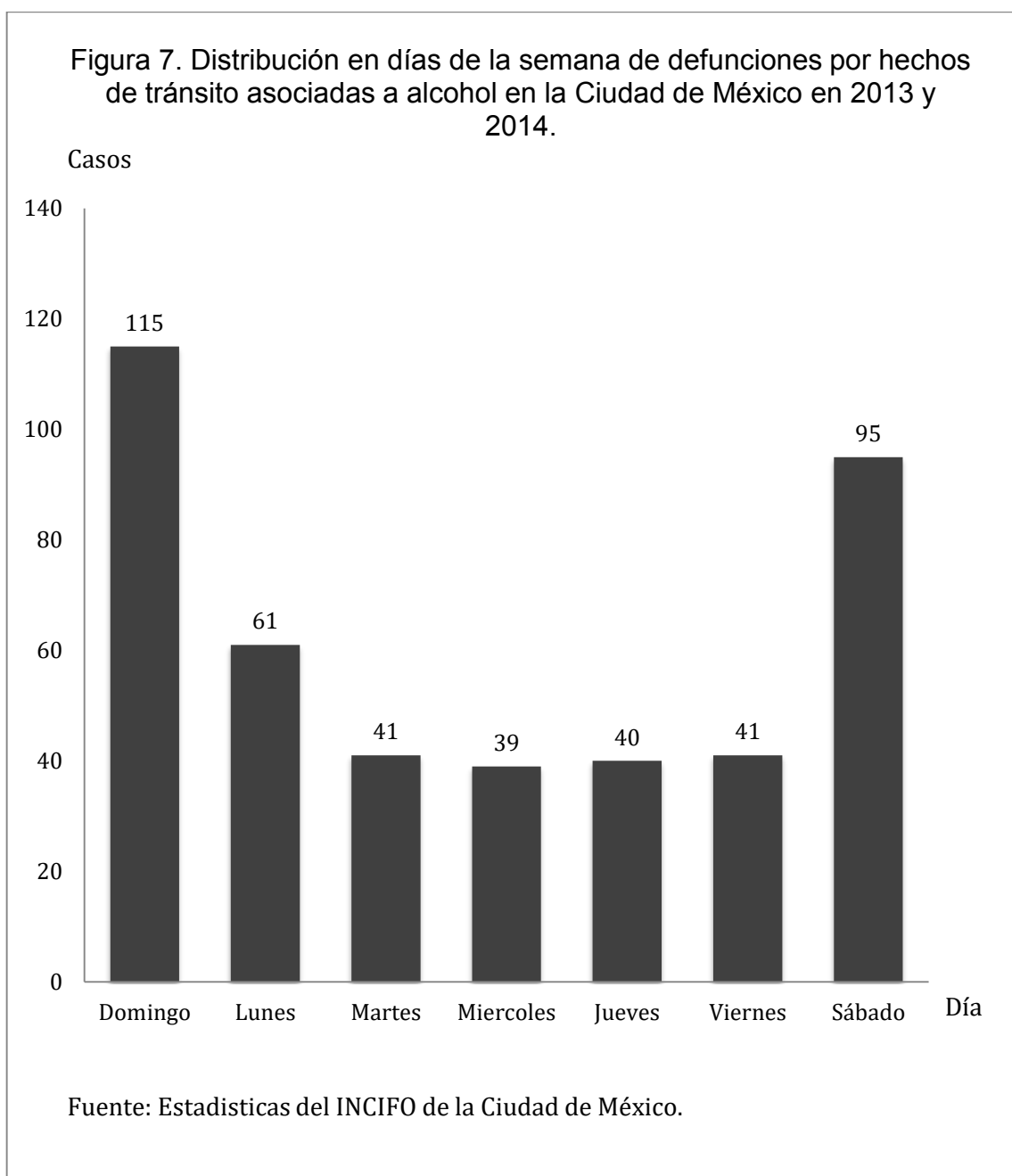
Con respecto al sexo y la etapa de intoxicación etílica, observamos que la mayoría de los hombres y mujeres se encontraban en la fase de excitación, que corresponde al 33.3% y 3% de la población general; en la fase de embriaguez se encontraban 28.47% hombres y 2.31% en mujeres. (Ver figura 5).



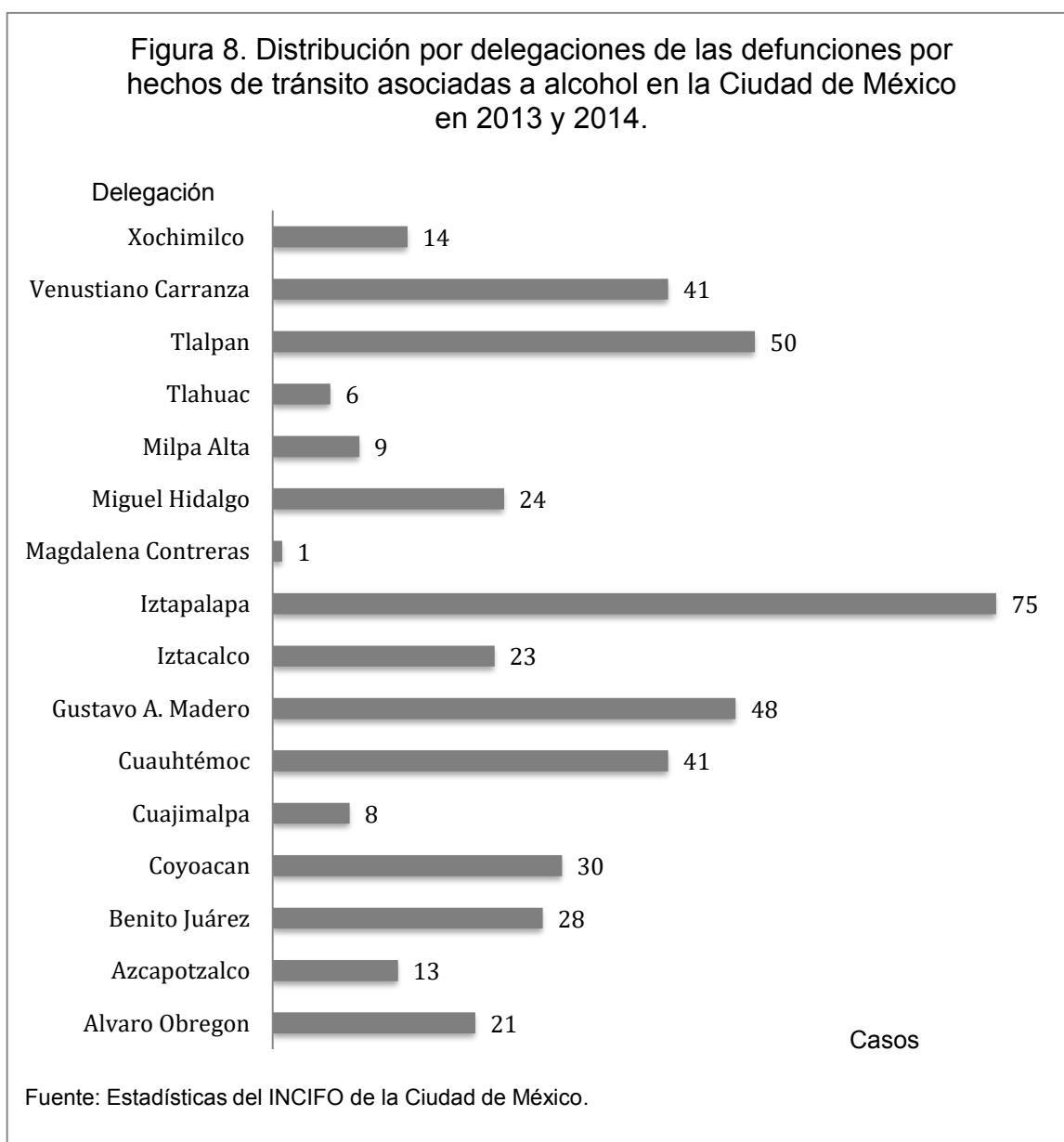
En la figura 6 se muestra la distribución con respecto a los meses, se pudo observar que la mayoría de las defunciones se encontró en septiembre con 49 casos que representa el 11.3%, diciembre con 46 casos o 10.64% y agosto con 41 casos con 9.49% .



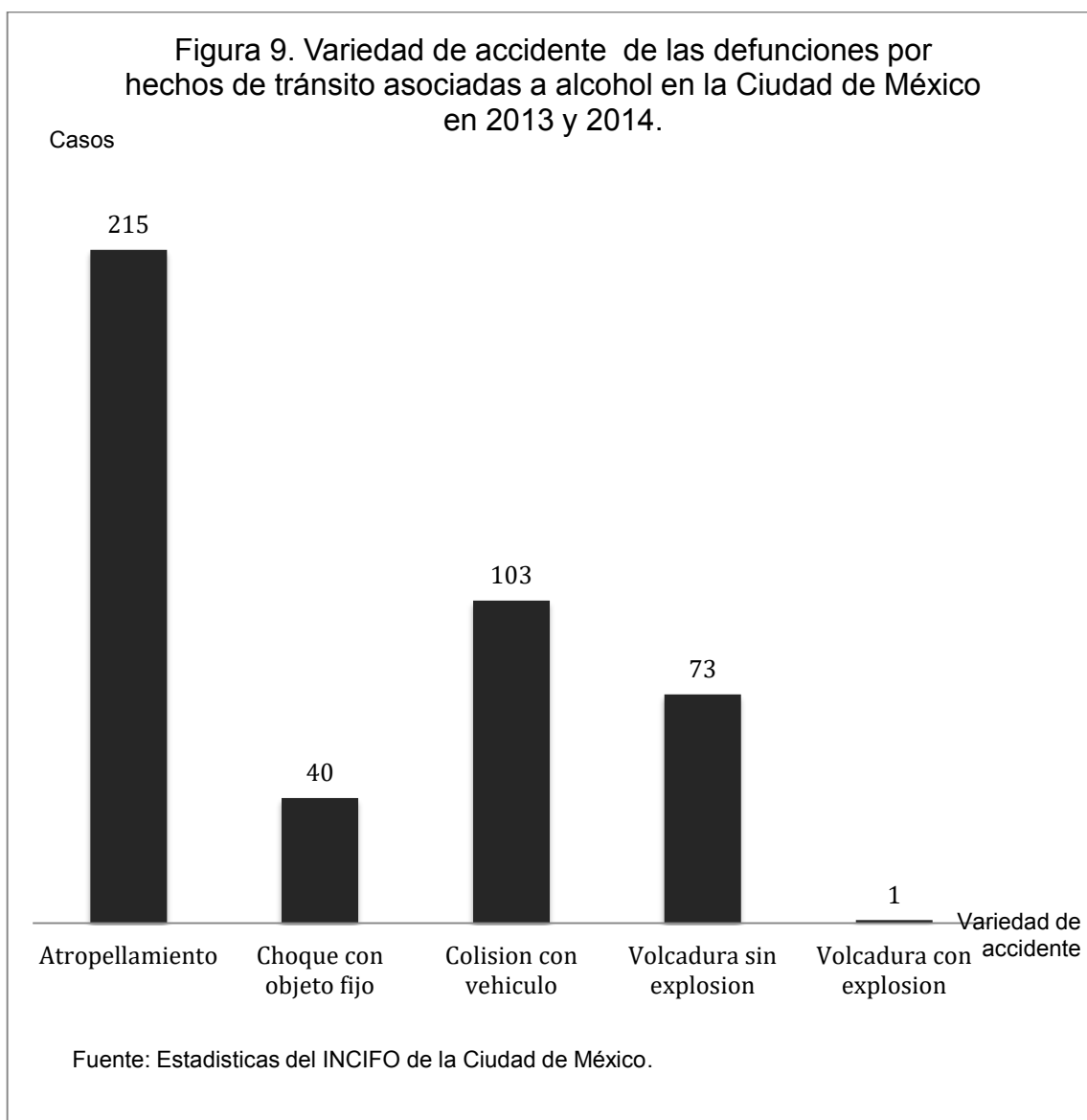
Con respecto a los días de la semana, en la figura 7 se observan los días donde hubo mayor número de defunciones, que fueron los siguientes: domingo con 115 casos (26.62%), sábado con 85 casos (21.99%) y lunes 61 casos (14.12%).



Las cinco delegaciones en donde ocurrieron la mayoría de las defunciones fueron las siguientes: Iztapalapa tuvo 75 casos que corresponden al 17.36%, Tlalpan 50 casos que es 11.57%, Gustavo A. Madero con 48 casos que es el 11.11% y Cuauhtémoc y Venustiano Carranza con 41 casos cada una que corresponde al 9.49%. (Ver figura 8)



Con respecto al tipo de accidente se encontró que dentro de los atropellamientos hubo 215 casos que corresponde al 49.76%, los choques con objeto fijo (bardas, muros, arboles, postes, etc) 40 casos o 9.25%, colisión con vehículo 103 casos que son el 23.84%, volcadura sin explosión 73 casos que corresponden al 16.89% y finalmente volcadura sin explosión con 1 caso que es el 0.23%, tal como se muestra en la figura 9.





Se observó además, que en los atropellamientos las concentraciones de alcohol iban de los 56 a los 562 mg/dL, una media de  $254.69 \pm 113.92$ ; en choque con objeto fijo las concentraciones de alcohol iban de los 80 a los 550 mg/dL, con una media de  $235.44 \pm 108.1$ ; en las colisiones con vehículo las concentraciones de alcohol iban de los 50 a los 550 mg/dL, con una media de  $250.78 \pm 115.92$ ; en el grupo de volcaduras sin explosión las concentraciones de alcohol iban de los 50 a los 515 mg/dL, con una media de  $214.47 \pm 92.19$ . En el grupo de volcaduras con explosión solamente se encontró un caso con una alcoholemia de 236 mg/dL (Ver cuadro V).

Cuadro V. Variedad de accidente y alcoholemia de defunciones por hechos de tránsito, en la Ciudad de México en 2013 y 2014.

Variedad	Min	Max	Media	Desviación Estándar	Casos	%
Atropellamiento	56	562	254.69	113.92	215	49.76
Choque con objeto fijo	80	550	235.44	108.1	40	9.25
Colisión con vehículo	50	550	250.78	115.92	103	23.84
Volcadura sin explosión	50	515	214.47	92.19	73	16.89
Volcadura con explosión	236	236	236	0	1	0.23

Fuente: Estadísticas del INCIFO de la Ciudad de México.

En el cuadro VI se observan las variedades de los accidentes de tránsito y la fase de embriaguez en la que se encontraban en el momento de la defunción; de los 215 casos de atropellamiento, 71 casos (33%) estuvieron en una fase de excitación, en la fase de embriaguez se encontraron 63 casos y en la fase comatosa hubieron 68 casos (31.62%); hubo 13 casos en donde la concentración de alcohol no fue reportada, que corresponden a un 6%.

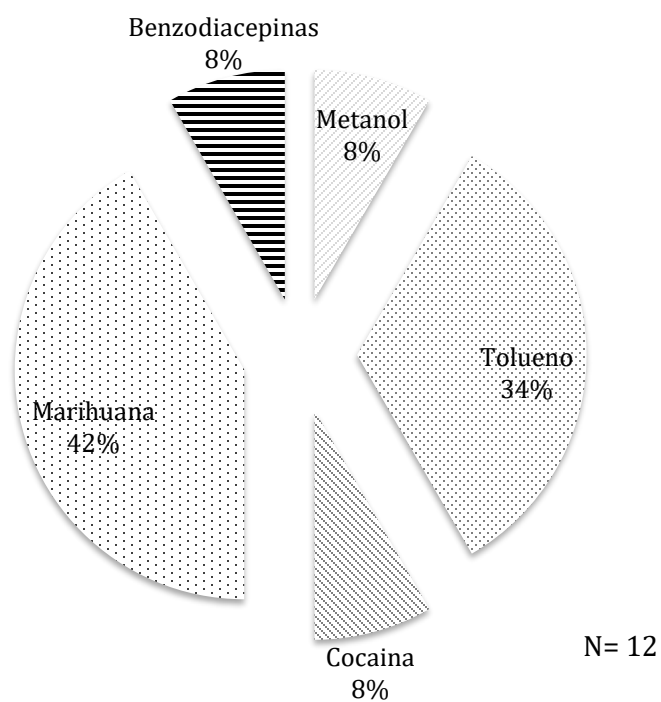
Cuadro VI. Variedad de accidente y etapa clínica de defunciones por hechos de tránsito, en la Ciudad de México en 2013 y 2014.

Variedad	Grado de Embriaguez	Casos	%
Atropellamiento	Excitación	71	33.02
	Embriaguez	63	29.3
	Comatosa	68	31.62
	NE	13	6
Choque con objeto fijo	Excitación	14	35
	Embriaguez	14	35
	Comatosa	8	20
	NE	4	10
Colisión con vehículo	Excitación	38	36.89
	Embriaguez	31	30.09
	Comatosa	31	30.09
	NE	3	2.91
Volcadura con explosión	Excitación	34	46.57
	Embriaguez	24	32.87
	Comatosa	14	19.17
	NE	1	1.36

Fuente: Estadísticas del INCIFO de la Ciudad de México.

Finalmente, hubo 12 casos registrados en los que se reporto, además de alcohol, positividad para otras drogas, de los cuales la marihuana fue la más frecuente, con 5 casos (41.66%), seguida de tolueno con 4 casos (33.3%), además de metanol, benzodiazepinas y cocaína con 1 caso (8.33%) cada una. (Ver figura 10)

Figura 10. Asociación con otras drogas en las defunciones por hechos de tránsito asociadas a alcohol en la Ciudad de México en 2013 y 2014.



Fuente: Estadísticas del INCIFO de la Ciudad de México.

## Discusión

En el presente estudio, se contó con un total de 2 128 defunciones relacionadas exclusivamente a accidentes de tránsito, el 20.3% estuvieron asociadas al consumo de alcohol, que corresponde a 432 casos.

Según la última Encuesta Nacional de Adicciones, el consumo de alcohol ha incrementado en la población en general y a pesar de que con la implementación del programa conduce con alcohol ha reducido el índice de accidentes, las muertes por hechos de tránsito asociadas a alcohol continúan siendo una de las principales causas de morbilidad y mortalidad.<sup>23, 26</sup>

La mayoría de estas personas fallecidas fueron hombres en un 91.89%. Como se describe en otros estudios realizados a nivel internacional los hombres poseen un riesgo mayor de sufrir accidentes de tránsito con y sin alcohol, pero cuando se asocia este último, podemos ver incrementada la posibilidad. La relación de las defunciones con respecto al sexo en el presente estudio es de 9:1 de hombres sobre las mujeres, al igual que lo reportado en la literatura internacional.<sup>10, 13-7</sup>

Las edades de las personas están entre los 17 y los 89 años, con una media de 35.9 años  $\pm$  14.5. Los hombres se encontraban entre los 17 y 89 años, con una media de 35.6 años  $\pm$  14.5; mientras que las mujeres se encontraban entre los

18 y 77 años, con una media de 39.5 años  $\pm$  14.7. Dentro de estos, el grupo de edad en el que se concentró la mayoría de las defunciones fue entre los 22 y 26 años. Tal como menciona la Encuesta Nacional de Adicciones, el incremento de alcohol ha sido de manera global, pero predominantemente en la población joven tanto en hombres como en mujeres, lo cual se asocia con los grupos de edad mas afectados.<sup>26</sup>

Wayne J. Et al y Martínez X. Et al, en Suecia y España reportaron en conductores detenidos por conducir bajo los efectos del alcohol, que el grupo mas joven estaba entre los 15 y 20 años, con medias de edad, similares a las del presente estudio. Según la OPS, las colisiones entre los hombres de 16 a 20 años, son tres veces más frecuentes que para cualquier otro grupo de edad, sin embargo, en el presente estudio, dicho grupo ocupó el quinto lugar de defunciones, tal caso podría estar en relación a las características sociodemográficas de la Ciudad de México, es decir, la edad legal para el consumo de alcohol y conducción, el acceso a vehículos motorizados y las características de los usuarios de los servicios de transporte.<sup>6, 10, 13, 23</sup>

Todo lo anterior resulta de gran importancia debido a que la mayoría de las defunciones se encuentran en población joven y económicamente activa tanto por los costos totales generados por las consecuencias de esos accidentes a nivel nacional, como por la economía familiar y la dinámica de hogar.<sup>6, 23</sup>

Con respecto a las concentraciones de alcohol registradas, estas se encontraron entre 50 y 568 mg/dL, con una media de 244.96 mg/dl  $\pm$  110.9.

Según lo reportado en otros estudios las concentraciones de alcohol medidas siempre serán menores que las que presentaba el individuo antes de su defunción, esto debido a que aún persiste cierto grado de metabolismo, a pesar de ello, resultan útiles para poder establecer una concentración cercana a la presentada ante-mortem; se ha demostrado además que con alcoholemias entre 40-50 mg/dL incrementa el riesgo de sufrir accidentes de tránsito, mientras que con niveles por encima de 100 mg/dl, el riesgo de morir por accidentes de tránsito aumenta sensiblemente, incrementando considerablemente conforme aumenta también la alcoholemia.<sup>6, 10-12, 18-20</sup>

La etapa clínica de intoxicación etílica mencionada en la introducción no se utiliza en México de manera común, sin embargo en este caso, se utilizó como parámetro para poder clasificar la etapa en la que se encontraba la persona antes de su defunción, observando que en la fase de excitación se encontraron el 36.34%, en la fase de embriaguez 30.78% y en la fase comatosa 28%. Los hallazgos del presente estudio se relaciona con lo mencionado anteriormente, acorde con diferentes estudios internacionales.

Las concentraciones de alcohol en la población general del presente estudio presentaban rangos amplios, sin embargo pudo observarse que en los grupos

de edad más joven, la media era menor, con desviaciones estándar amplias; mientras que en los grupos de mayor edad, la media de concentración fue más alta, con desviaciones estándar menores. Tal condición puede estar asociada al patrón de consumo de las personas y el grado de dependencia que incrementa conforme incrementa la edad, tal como lo menciona Reyes E. en su tesis, sin embargo el poder aseverarlo no es posible por las características del presente estudio.<sup>27</sup>

En la distribución de las defunciones con respecto a los meses, pudo observarse que la mayoría se concentro en septiembre y diciembre, lo cual, al estar hablando de hechos de tránsito asociados a alcohol, puede estar relacionado con el consumo de alcohol en los días feriados en México, que predominantemente se encuentran en esos meses, donde se acostumbra consumir bebidas alcohólicas de manera regular y con poca moderación.

Los días de la semana en donde se presentaron la mayoría de las defunciones fueron los siguientes: domingo (26.62%), sábado (21.99%) y lunes (14.12%); en México no existen estudios que muestren los días donde mas frecuentemente se detienen conductores bajo los efectos del alcohol, sin embargo, el programa conduce sin alcohol, implementado desde 2003, se realiza principalmente los fines de semana y días festivos, esto por ser los días en los que más comúnmente se consume alcohol. Wayne J. y Harding P. mencionan que los arrestos en conductores que habían consumido bebidas alcohólicas, se

presento mayormente en los días jueves y viernes en Suecia, mientras que en Wisconsin fueron los viernes y domingos. Lo anterior podría estar en relación a que la mayoría de las defunciones estén presentándose en días donde el programa conduce sin alcohol no se implemente tan extensamente como en los días viernes.<sup>28</sup>

Las delegaciones en donde ocurrieron la mayoría de las defunciones fue Iztapalapa (17.36%), Tlalpan (11.57%) y Gustavo A. Madero (11.11%). Esto asociado a la afluencia de vehículos en dichas delegaciones, así como a la cantidad de población que habita y transcurre por las mismas.<sup>22</sup>

Dentro de las personas que fallecieron en los hechos de tránsito asociados a alcohol, los peatones bajo los efectos del alcohol fueron los que predominantemente fallecieron involucrados en hechos de tránsito (atropellamiento) más frecuentemente (49.7%), seguidos de los choques con objeto fijo y colisión con vehículo. Según lo observado en otros estudios internacionales los peatones son, junto a los ciclistas, la población mas vulnerable, y ocupan los primeros lugares de defunciones por hechos de tránsito asociadas a alcohol, alcanzando hasta un 75%. El hecho de que los peatones consuman alcohol, incrementa las posibilidades de que se conviertan en víctimas mortales. Sin embargo, a pesar de que el grupo mas vulnerable y con mayor numero de defunciones fue el de los peatones, resulta importante mencionar que en conjunto el resto de los demás accidentes donde tiene que



ver la relación de conducir bajo efectos de alcohol, posee el mayor porcentaje de defunciones.<sup>6, 16</sup>

Hubo 12 casos en los que además de alcohol, se reportó positividad para otras drogas, donde la marihuana y tolueno fueron las más frecuentes, tales asociaciones podrían estar relacionadas con la disminución de las habilidades para conducir sin embargo, dadas las características del presente estudio, tal relación no puede confirmarse o negarse.<sup>6, 10-12</sup>

## Conclusiones

En este estudio las defunciones por hechos de tránsito asociados a alcohol en la Ciudad de México representan el 20.3% de las defunciones por hechos de tránsito. Los hombres presentaron un mayor riesgo, ya que constituyeron el 91.89% de las defunciones, y la media de edad fue 35.9 años  $\pm$  14.5; las defunciones en el grupo de edad de 17 a 21 años ocupó el quinto lugar, a diferencia de lo reportado a nivel internacional.

El grupo más vulnerable en los hechos de tránsito y asociados a alcohol son los peatones (atropellamientos), seguidos de los choques con objetos fijos, concentraciones de alcohol por arriba de 50 mg/dL incrementan la posibilidad de presentar un accidente de tránsito; conforme aumenta el nivel de alcohol, también incrementa la posibilidad de morir en dichos accidentes, la media de concentración de alcohol en sangre que se encontró fue de 244.96 mg/dL  $\pm$  110.9.

A mayor edad, se encontraron menos defunciones, sin embargo la media de concentración de alcohol fue mayor que en los grupos más jóvenes. Los meses de septiembre y diciembre son los que presentaron mayor número de defunciones; con respecto a los días de la semana los domingos, sábados y lunes son los días con mayores defunciones.

La mayoría de las defunciones se presentó en las delegaciones Iztapalapa, Tlalpan y Gustavo A. Madero. No es posible conocer si la asociación de alcohol con otras drogas incrementa la posibilidad de sufrir un accidente de tránsito,

debido a que la cantidad de casos fue muy reducida además de que queda fuera del alcance del presente estudio.

## Recomendaciones

Las políticas de seguridad y salud enfocadas a los accidentes de tránsito y el consumo de alcohol, deben ser prioridad en las acciones tomadas por las instituciones encargadas de tales problemas, además de que estas deben incidir directamente en la población más vulnerable, que en este caso es la población joven y sobre todo los hombres.

Además de implementar medidas en los conductores, debe darse importancia a que la mayoría de defunciones tanto en México como en otros países corresponde a los peatones que han consumido alcohol, por lo que resulta prioritario hacer consciencia en estos grupos de la importancia del consumo de alcohol y el uso adecuado de las banquetas, señalizaciones, puentes peatonales para poder transitar con mayor seguridad en la calle.

Reducir los niveles de alcohol permitidos para conducir de 80 a 50 mg/dL, como en otros países (China entre ellos) podría beneficiar esta problemática. La posibilidad de hacer el programa conduce sin alcohol algo permanente, aplicable en cualquier hora y cualquier día de la semana, podría contribuir a disminuir los accidentes de tránsito. En otros países, además de medir el alcohol en aire espirado, los oficiales de tránsito se encuentran capacitados y habilitados para que en caso de que se considere necesario, se realicen pruebas clínicas de coordinación para poder determinar si el conductor se

encuentra bajo los efectos del consumo de alcohol. Tal situación ayudaría en la Ciudad de México a reducir aún más, los accidentes y la mortalidad por hechos de tránsito.

El aplicar mayores medidas en las delegaciones con mayor población y mayor circulación es una condición necesaria para poder contribuir a mejorar este problema.

## Referencias

1. Baum S. *Introducción a la química orgánica y biológica*. México: Editorial CECSA; 1981.
2. Lorenzo P, Ladero J, Leza J, Lizasoain I. *Drogodependencias. Farmacología, Patología, Psicología, Legislación*. 3a ed. España: Editorial Médica Panamericana; 2009.
3. Calabuig G. *Medicina Legal y toxicología*. 6a ed. España: Editorial Elsevier; 2004.
4. Bartell D, McMurray M, ImObersteg A. *Attacking and Defending Drunk Driving Tests*. James Publishing Incorporated. USA
5. Bernal E, Waldo A. *Manual de procedimiento. Determinación de etanol y sustancias volátiles en muestras de origen forense por cromatografía de gases con inyección por Headspace*. Instituto de Ciencias Forenses, México 2012.
6. Peden M, Scurfield R, Sleet D, Mohan D, Hyder A, Jarawan E, Mathers C. *Informe mundial sobre prevención de los traumatismos causados por el tránsito*. Organización Panamericana de Salud. Washington, D.C., E.U.A. 2004.
7. Maistros A, Schneider W, Savolainen P. A comparison of contributing factors between alcohol related single vehicle motorcycle and car crashes. *Journal of Safety Research*. 2014; 49. 129-135.

8. Huang W, Lai C. Survival risk factors for fatal injured car and motorcycle drivers in single alcohol-related and alcohol-unrelated vehicle crashes. *Journal of Safety Research*. 2011; 42. 93-99.
9. Legrand S, Houwing S, Hagenzieker M, Varstraete A. Prevalence of alcohol and other psychoactive substances in injured drivers: Comparison between Belgium and the Netherlands. *Forensic Science International*. 2013; 220. 224-231.
10. Martínez X, Plasencia A, Rodríguez-Martos A, Santamariña E, Martí J, Torralba L. Características de los lesionados por accidente de tráfico con alcoholemia positiva. *Gac Sanit* 2004; 18(5):387-90.
11. Fabbri A, Marchensi G, Morselli Labate AM, Rossi F, Cicognani A, Dente M, et al. Blood alcohol concentration and management of road trauma patients in emergency department. *J. Trauma* 2001; 50: 521-18.
12. Zador P, Krawchuck J, Voa R. Alcohol-related relative risk of driver fatalities and driver involvement in relation to driver age and gender. An update using 1996 data. *J. Stud. Alcohol* 2000; 61:387-95.
13. Wayne, J. Holmgren A. Age and gender differences in blood-alcohol concentration in apprehended drivers in relation to the amounts of alcohol consumed. *Forensic Science International*. 2009; 188. 40-45.
14. Wayne J, Harding P. Driving under the influence with blood alcohol concentrations over 0.4 g%. *Forensic Science International*. 2013; 231. 349-353.

15. Hasselberg M, Laflamme L. How do car crashes happen among young drivers aged 18-20 years? typical circumstances in relation to license status, alcohol impairment and injury consequences. *Accident Analysis and Prevention*. 2009; 41. 734-738.
16. Poulsen H, Moar R, Troncoso C. The incidence of alcohol and other drugs in drivers killed in New Zealand road crashes 2004-2009. *Forensic Science International*. 2013; 223. 364-370.
17. Rao Y, Zhao Z, Zhang Y, et al. Prevalence of blood alcohol in fatal traffic crashes in Shanghai. *Forensic Science International*. 2013; 224.117-122.
18. Bogstrand S, Larsson M, Holtan A, Staff T, Vindenes V, Gjerde H. Associations between driving under the influence of alcohol or drugs, speeding and seatbelt use among fatally injured car drivers in Norway. *Accident Analysis and Prevention*. 2015; 78. 14-19.
19. Jones A. Evidence based survey of the elimination rates of ethanol from blood with applications in forensic casework. *Forensic Science International*; 2010. 200. 1-20.
20. Compton R, Berning A. Drug and alcohol crash risk. (Traffic Safety Facts Research Note. DOT HS 812 117). Washington DC: National Highway Traffic Safety Administration. 2015.
21. Ndiaye A, Chambost M, Chiron M. The fatal injuries of car drivers. *Forensic Science International*. 2009; 184. 21-27.
22. [www.inegi.org.mx](http://www.inegi.org.mx)



23. Documento Accidentes y alcohol. Gobierno del Estado de México. Centro Estatal de Vigilancia Epidemiológica y Control de Enfermedades.
24. [www.salud.gob.mx/unidades/cdi/legis/lgs/LEY\\_GENERAL\\_DE\\_SALUD.pdf](http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/legis/lgs/LEY_GENERAL_DE_SALUD.pdf)
25. [www.consejeria.df.gob.mx/portal\\_old/uploads/gacetas/0dfe0f2c2727da104e72f26974d2ad23.pdf](http://www.consejeria.df.gob.mx/portal_old/uploads/gacetas/0dfe0f2c2727da104e72f26974d2ad23.pdf)
26. Encuesta Nacional de Adicciones, 2011.
27. Reyes E., Correlación entre niveles de alcohol en aire espirado y en sangre venosa VS cuadro clínico de intoxicación alcohólica en un contexto de dependencia. Universidad Nacional Autónoma de México. México, 2016.
28. [www.ssp.df.gob.mx/programas.html](http://www.ssp.df.gob.mx/programas.html)
29. Roldan J, Frauca C, Dueñas A. Intoxicación por alcoholes. Anales Sis San Navarra 2003; 26 (Supl. 1): 129-139.
30. Diagnóstico y tratamiento de la intoxicación aguda por alcohol etílico en el adulto en el segundo y tercer nivel de atención. México: Secretaría de Salud, 2013.
31. [www.lionlaboratories.com/testing-for-alcohol/the-lion-units-converter/](http://www.lionlaboratories.com/testing-for-alcohol/the-lion-units-converter/)