



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**ESCUELA TECNOLOGÍA MÉDICA**

**ESPECIALIDAD LABORATORIO CLÍNICO E  
HISTOPATOLÓGICO**

**TÍTULO:**

“DETERMINACIÓN DE ALCOHOL METÁLICO EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESAN AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO MEDIANTE EL MÉTODO DE CROMATOGRFÍA DE GASES DURANTE EL PERIODO SEPTIEMBRE – DICIEMBRE DEL 2011”.

**Tesina de grado previo a la obtención de Título de Licenciadas en Laboratorio Clínico e Histopatológico.**

**AUTORAS:**

Miryan Janeth Guilcapi Ortiz  
Mónica Alexandra Quito Chicaiza

**TUTOR:**

Dr. Wilson Moncayo.

**Riobamba, Mayo 2012**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**  
**ESCUELA TECNOLOGÍA MÉDICA**

**TEMA:**

“DETERMINACIÓN DE ALCOHOL METÁLICO EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESAN AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO MEDIANTE EL MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA DE GASES DURANTE EL PERIODO SEPTIEMBRE – DICIEMBRE DEL 2011”.

**Tesina de grado previo a la obtención de Título de Licenciadas en Laboratorio Clínico e Histopatológico.**

**APROBADO Y CALIFICADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

**NOTA:.....**

Presidente

Firma

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Miembro 1

Firma

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Miembro 2

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

### **DERECHOS DE AUTORÍA**

Nosotras Miryan Guilcapi y Mónica Quito somos responsables de las ideas, doctrinas, resultados y propuestas expuestas en nuestro trabajo investigativo, los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **DEDICATORIA**

Mi tesina la dedico con todo mi amor y cariño a mis padres que me dieron una educación y una carrera para mi futuro a mis hermanos que nunca dudaron en apoyarme y darme una ayuda necesaria para seguir adelante.

**Miryan**

## **DEDICATORIA**

A mis padres y hermanos, ustedes han velado por mí en todos los momentos, gracias por ser mi fuerza y mi sustento.

Con todo cariño este trabajo que representa mi mayor esfuerzo.

**Mónica**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecemos a DIOS creador del universo, por la bendición de guiarnos en esta carrera. A la Universidad Nacional de Chimborazo quien nos abrió sus puertas para formarnos como profesionales y mejores personas ante la sociedad. Agradecemos a nuestras familias por su apoyo incondicional, en especial a nuestros padres por creer y confiar siempre en nosotras, sustentándonos en todas las decisiones que hemos tomado en la vida. Con la gratitud sincera al Dr. Wilson Moncayo por su guía, comprensión, por sus consejos y por compartir desinteresadamente sus amplios conocimientos y experiencia en el desarrollo del trabajo. A todos nuestros profesores (as) que con paciencia y afecto nos han enseñado y guiado durante nuestros estudios.

Miryan Guilcapi Ortiz  
Mónica Quito Chicaiza

## **RESÚMEN**

En el presente trabajo investigativo se podrá encontrar de manera sencilla algunas temáticas que se refieren a la intoxicación producida por metanol, el cual es un compuesto que a concentraciones tóxicas en el cuerpo humano puede producir secuelas invalidantes o muerte si no es tratado oportunamente, para esto se empezará por dar a conocer su toxicocinética, lo que absorción, distribución, metabolismo, excreción o eliminación, siendo estos los procesos que experimenta, este tóxico dentro del organismo, seguidamente se aplica el procedimiento de destilación para la extracción o purificación del mismo, para su posterior análisis, a continuación se establece el método de cromatografía de gases, siendo un método cuantitativo de separación que permite obtener la concentración exacta del tóxico en estudio, que es uno de los pilares fundamentales para esta tesina y finalmente se realiza un análisis estadístico con los datos obtenidos de las muestras de sangre que ingresaron al laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística y en base a este estudio comparativo se presentan las respectivas conclusiones y recomendaciones.

## **SUMMARY**

In this research you will easily find some issues relating to poisoning caused by methanol, which is a toxic compound that in high concentrations in the human body can cause disabling consequences or even death if not treated early. This is why we will begin by showing its toxic kinetics, absorption, distribution, metabolism, excretion or elimination. This is the process that this toxic undergoes inside the body; consequently, the distillation process is applied for the extraction or purification and subsequent analysis. Afterwards, we establish the method of gas chromatography, which is a quantitative method of separation that allows you to obtain the exact concentration of the poison in the study which is one of the cornerstones for this dissertation. Finally, a statistical analysis is performed on data obtained from blood samples that entered the Forensic Chemistry Laboratory of the Department of Criminology, and based on this comparative study conclusions and recommendations are presented.

## ÍNDICE GENERAL

|  |          |
|--|----------|
| PORTADA .....                              | I        |
| ACTA DE CALIFICACIÓN .....                 | II       |
| DERECHOS DE AUTORÍA.....                   | III      |
| DEDICATORIA .....                          | IV       |
| AGRADECIMIENTO .....                       | V        |
| RESUMEN .....                              | VI       |
| SUMMARY .....                              | VII      |
| ÍNDICE GENERAL .....                       | VIII     |
| ÍNDICE DE CUADROS .....                    | XI       |
| ÍNDICE DE GRÁFICOS.....                    | XI       |
| ÍNDICE DE TABLAS .....                     | XII      |
| INTRODUCCIÓN.....                          | XIII     |
| <b>CAPITULO I.....</b>                     | <b>1</b> |
| 1. PROBLEMATIZACIÓN .....                  | 1        |
| 1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....        | 1        |
| 1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA .....         | 2        |
| 1.3 OBJETIVOS .....                        | 2        |
| 1.3.1 OBJETIVO GENERAL .....               | 2        |
| 1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....           | 4        |
| 1.4 JUSTIFICACIÓN .....                    | 4        |
| <b>CAPÍTULO II.....</b>                    | <b>5</b> |
| 2. MARCO TEÓRICO.....                      | 5        |
| 2.1 POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL ..... | 5        |
| 2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....            | 5        |
| 2.2.1 CONCEPTO .....                       | 5        |

|                   |   |    |
|-------------------|---|----|
| 2.2.2             | GENERALIDADES .....                                   | 5  |
| 2.2.3             | PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS.....                    | 6  |
| 2.2.4             | TOXICOCINÉTICA.....                                   | 9  |
| 2.2.5             | TOXICOCINÉTICA DEL ALCOHOL METÍLICO .....             | 11 |
| 2.2.6             | USOS .....  | 12 |
| 2.2.7             | TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN .....                       | 13 |
| 2.2.8             | OBTENCIÓN DEL METANOL .....                           | 13 |
| 2.2.9             | DOSIS TÓXICA .....                                    | 14 |
| 2.2.10            | SIGNOS Y SÍNTOMAS.....                                | 15 |
| 2.2.11            | TRATAMIENTO.....                                      | 16 |
| 2.2.12            | DESTILACIÓN .....                                     | 18 |
| 2.2.13            | CROMATOGRAFÍA DE GASES .....                          | 22 |
| 2.2.14            | CADENA DE CUSTODIA.....                               | 30 |
| 2.2.15            | NORMAS DE BIOSEGURIDAD. ....                          | 31 |
| 2.2.16            | CONTROL DE CALIDAD.....                               | 33 |
| 2.3               | DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS. ....                  | 36 |
| 2.4               | HIPÓTESIS Y VARIABLES .....                           | 41 |
| 2.4.1             | HIPÓTESIS.....  | 41 |
| 2.4.2             | VARIABLES .....                                       | 41 |
| 2.5               | OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.....                  | 42 |
| CAPÍTULO III..... |   | 43 |
| 3.                | MARCO METODOLÓGICO .....                              | 43 |
| 3.1               | MÉTODO .....  | 43 |
| 3.1.1             | TIPO DE INVESTIGACIÓN .....                           | 43 |
| 3.1.2             | DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN .....                      | 43 |
| 3.2               | POBLACIÓN Y MUESTRA.....                              | 43 |
| 3.3               | TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS ..... | 43 |

|                  |  |    |
|------------------|--|----|
| 3.4              | TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS ..... | 43 |
| 3.4.1            | DETERMINACIÓN DE METANOL POR CROMATOGRAFÍA DE GASES.....       | 44 |
| 3.4.2            | CÁLCULOS. ....   | 54 |
| 3.4.3            | RESULTADOS .....   | 56 |
| 3.5              | INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. ....                             | 58 |
| CAPÍTULO IV..... |  | 73 |
| 4.               | CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....                           | 73 |
| 4.1              | CONCLUSIONES .....   | 73 |
| 4.2              | RECOMENDACIONES .....  | 73 |
|                  | BIBLIOGRAFÍA .....   | 75 |
|                  | ANEXOS .....   | 76 |

## ÍNDICE DE CUADROS

|  |   |
|--|---|
| CUADRO 1. CARACTERISTICAS DEL METANOL..... | 7 |
|--|---|

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

|   |    |
|---|----|
| GRÁFICO 1. TOXICINÉTICA.....                        | 11 |
| GRÁFICO 2. MANIFESTACIONES CLÍNICAS .....           | 15 |
| GRÁFICO 3. PROCESO DE DESTILACIÓN .....             | 19 |
| GRÁFICO 4. DESTILACIÓN FRACCIONADA .....            | 20 |
| GRÁFICO 5. DESTILACIÓN AL VACÍO.....                | 21 |
| GRÁFICO 6. DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR .....  | 22 |
| GRÁFICO 7.CROMATÓGRAFO .....                        | 22 |
| GRÁFICO 8. PARTES DEL CROMATÓGRAFO DE GASES .....   | 23 |
| GRÁFICO 9. GAS INERTE.....                          | 24 |
| GRÁFICO 10. SISTEMA DE INYECCIÓN DE MUESTRA .....   | 25 |
| GRÁFICO 11. COLUMNAS CROMATOGRÁFICAS .....          | 26 |
| GRÁFICO 12. DETECTOR.....                           | 27 |
| GRÁFICO 13. SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS.....       | 28 |
| GRÁFICO 14. CROMATOGRAMA .....                      | 28 |
| GRÁFICO 15. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE SANGRE ..... | 44 |
| GRÁFICO 16. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA .....      | 45 |
| GRÁFICO 17. RECEPCIÓN DE LA MUESTRA .....           | 45 |
| GRÁFICO 18. DESTILACIÓN.....                        | 46 |
| GRÁFICO 19. DETERMINACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO .....  | 48 |
| GRÁFICO 20. DETERMINACIÓN DE METANOL.....           | 49 |
| GRÁFICO 21. CROMATOGRAFÍA DE GASES .....            | 51 |

## ÍNDICE DE TABLAS

|  |    |
|--|----|
| TABLA 1. METANOL SEPTIEMBRE- DICIEMBRE DEL 2011..... | 58 |
| TABLA 2. METANOL SEPTIEMBRE 2011 .....               | 59 |
| TABLA 3. METANOL OCTUBRE 2011 .....                  | 60 |
| TABLA 4. METANOL NOVIEMBRE 2011 .....                | 61 |
| TABLA 5. METANOL DICIEMBRE 2011 .....                | 62 |
| TABLA 6. ETANOL SEPTIEMBRE- DICIEMBRE DEL 2011 ..... | 63 |
| TABLA 7. ETANOL SEPTIEMBRE 2011 .....                | 64 |
| TABLA 8. ETANOL OCTUBRE 2011.....                    | 65 |
| TABLA 9. ETANOL NOVIEMBRE 2011.....                  | 66 |
| TABLA 10. ETANOL DICIEMBRE 2011 .....                | 67 |
| TABLA 11 . METANOL SEXO FEMENINO.....                | 68 |
| TABLA 12. METANOL SEXO MASCULINO.....                | 69 |
| TABLA 13. ETANOL SEXO FEMENINO .....                 | 70 |
| TABLA 14. ETANOL SEXO MASCULINO .....                | 71 |
| TABLA 15. METANOL POSITIVO/ CONCENTRACIONES .....    | 72 |

## INTRODUCCIÓN

El alcohol metílico también conocido como metanol, alcohol de madera, se produce durante la obtención de licor en alambiques clandestinos los cuales no garantizan una temperatura estable a lo largo del proceso de destilación generando así un licor contaminado (mezcla de etanol y metanol), que en última instancia va al consumidor.

La prevalencia del consumo del metanol en la población es un factor de riesgo que incide negativamente en el orden público y privado ya que éste se encuentra ampliamente aceptado por nuestra sociedad sin que por otro lado se perciba claramente cuáles son los riesgos que ocasiona que desde el punto de vista sanitario son tanto de índole físico como psíquico comúnmente se encuentra presente en delitos como la violencia intrafamiliar, sexuales, hurtos, homicidios y en mayor número de casos en accidentes de tránsito sin embargo existe varias intoxicaciones accidentales a causa del desconocimiento acerca del manejo, control y manipulación de este alcohol, en concreto la afectación del sistema nervioso central por parte del alcohol dará lugar a trastornos psiquiátricos así como a modificaciones de conducta, que traen consigo una problemática social.

De este modo la importancia del alcohol en nuestra sociedad es innegable, es lógico actuar para encontrar soluciones, lo más habitual es informar acerca del uso correcto del alcohol metílico, dando a conocer sus efectos dañinos y de tal manera minimizar las intoxicaciones a causa del consumo del mismo, por lo que es de gran valor que las autoridades competentes garanticen el seguimiento de las normas sobre la expedición de estas bebidas, conformando un acuerdo entre la sociedad y las autoridades para alcanzar responsabilidad, erradicando muertes a causa del metanol.

## **CAPITULO I**

### **1. PROBLEMATIZACIÓN**

#### **1.1 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

En las últimas décadas los casos de intoxicación por alcohol metílico se han ido incrementando, debido a que existe un desconocimiento total por parte de las personas acerca del uso del metanol que produce efectos nocivos para la salud, siendo un compuesto altamente tóxico ya que después de su ingestión pone la vida del individuo en peligro.

La falta de información por parte de las autoridades competentes y el desconocimiento total de cada uno de los individuos por el manejo del alcohol metílico especialmente en el sector rural, en mayor índice con respecto al sector urbano, hace que se presenten una gran cantidad de intoxicaciones por ingerir este alcohol.

Existe un sinnúmero de fabricantes o sectores destinadas a la elaboración del alcohol etílico que no brindan una información adecuada acerca del manejo, elaboración, control y manipulación de los diferentes procesos de destilación y que no presentan registros sanitarios, siendo estos aspectos los más importantes los que podrán dar origen a productos adulterantes; siendo el principal el metanol, el cual es un tóxico que causa daños permanentes en el organismo del ser vivo, incluso llegando a producir en ciertas ocasiones ceguera permanente, debido a las reacciones de oxidación formándose el ácido fórmico y posteriormente el formaldehído que es una sustancia que ataca directamente a las células de la retina del ojo y produce ceguera, convulsiones o muerte del individuo a causa de esta sustancia altamente tóxica.

Debido a la toxicidad del metanol, ya que el consumo de bebidas alcohólicas fermentadas alcanza niveles considerables de intoxicación en las comunidades rurales pues éstas son generalmente elaboradas de forma casera, sin un estricto registro de la fermentación, producción y contaminación con metanol, es necesario realizar un control de calidad de estos productos para determinar la presencia y concentración del metanol como contaminante. Además, hasta la fecha no se han efectuado estudios acerca de la presencia de metanol en bebidas alcohólicas fermentadas tradicionales o populares del Ecuador.

El presente trabajo investigativo permitirá dar a conocer el procedimiento adecuado para la determinación del metanol y de esta manera contribuir al desarrollo de la sociedad para así erradicar las falencias que se tiene por su desconocimiento.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Para qué determinamos el alcohol metílico en muestras de sangre, que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Provincia de Chimborazo, mediante el método de cromatografía de gases durante el período septiembre – diciembre del 2011?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar el alcohol metílico en muestras de sangre que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Provincia de Chimborazo mediante el método de cromatografía de gases durante el período septiembre – diciembre del 2011.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Conocer la toxicocinética (metabolismo, absorción, distribución, excreción o eliminación) del alcohol metílico en el organismo del ser vivo.
- ✓ Extraer el alcohol metílico mediante el método de destilación.
- ✓ Determinar la concentración del tóxico en sangre por el método de cromatografía de gases.

### **1.4 JUSTIFICACIÓN**

En el Ecuador se han observado datos estadísticos alarmantes relacionados a numerosas muertes por la ingesta de alcohol metílico. Gran parte de estas principalmente han sucedido al no poder realizar un diagnóstico oportuno y el desconocimiento de su correcta manipulación. La determinación de metanol constituye un recurso de gran importancia para el diagnóstico inmediato, porque a través de su análisis se podrá afirmar la presencia o ausencia del tóxico.

El interés de realizar este estudio es identificar el conocimiento de la población frente al uso del alcohol metílico, y de tal modo poder brindar una correcta información para su manipulación efectiva y así evitar intoxicaciones por este tóxico, ya que es una sustancia altamente nociva para la salud, provocando ceguera y posteriormente el fallecimiento del quien lo consume.

La determinación del metanol es un aspecto muy importante dentro de las intoxicaciones, es por ello que se emplea el método de cromatografía de gases para hallar la concentración exacta del tóxico; y de tal modo contrarrestar daños irreversibles.

Debido a la falta de información acerca de la manipulación adecuada del alcohol metílico por parte de las Instituciones de Salud y Educativas, siendo esta investigación la única que favorezca a la Universidad Nacional de Chimborazo y a la comunidad en

general la misma que ayudará a evitar el mal manejo del metanol ya que por medio de este trabajo podemos brindar información óptima sobre el uso y aplicación apropiada de este alcohol.

## **CAPÍTULO II**

### **2. MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL**

La presente investigación estará fundamentada en una teoría del conocimiento siendo la del pragmatismo, ya que esta teoría incluye la teórica y la práctica.

#### **2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA**

### **ALCOHOL METÍLICO**

#### **2.2.1 CONCEPTO**

El metanol es un líquido incoloro, volátil, inflamable, con olor leve a alcohol en estado puro, cuyo sabor es muy similar al del etanol. Se caracteriza por ser volátil, inflamable y es soluble en agua, alcohol, cetonas y ésteres. Es un compuesto que a concentraciones tóxicas en el cuerpo humano puede producir secuelas invalidantes o muerte si no es tratado oportunamente.

El metanol, o alcohol de madera es otra neurotoxina potencial que encuentra uso extenso en la industria como un solvente.

#### **2.2.2 GENERALIDADES**

También se conoce como alcohol de madera, alcohol industrial, metanol o carbinol. Tiene diferentes aplicaciones, dentro de las cuales se pueden enumerar: su uso como anticongelante para radiadores, para líquido de frenos, para gasolina y diesel; como

---

Manual de Toxicología, CASARETT Y DOULL, 5ta edición, Editorial Mc Graw Hill, México 2001.

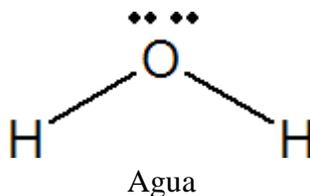
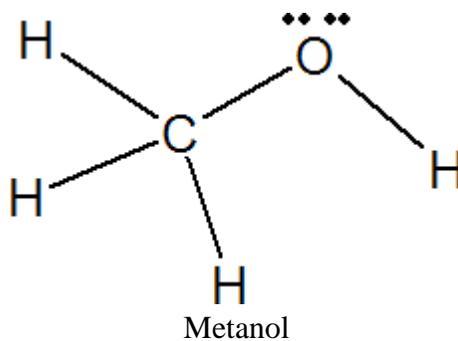
solvente industrial, combustible en estufas, mecheros y teas; solvente de tintas, pinturas y colorantes; resinas, adhesivos, desnaturalante para etanol que no es para consumo humano, entre otros.

### 2.2.3 PROPIEDADES Y CARACTERÍSTICAS.

El metanol, también llamado alcohol metílico, alcohol de madera, carbinol y alcohol de quemar, es el primero de los alcoholes. Su fórmula química es  $\text{CH}_3\text{OH}$ .

El metanol es un líquido volátil, incoloro, con olor característico, soluble en agua, alcoholes, cetonas, esterés e hidrocarburos halogenados.

La estructura química del metanol es muy similar a la del agua, con la diferencia de que el ángulo del enlace C-O-H en el metanol ( $108.9^\circ$ ) es un poco mayor que en el agua ( $104.5^\circ$ ), porque el grupo metilo es mucho mayor que un átomo de hidrógeno.



---

CÓRDOVA, D., TOXICOLOGÍA. (4ª ed.) Barcelona, España, Editorial Manual Moderno, pág. 379-386.

En condiciones normales es un líquido incoloro, de escasa viscosidad y de olor y sabor frutal penetrante, miscible en agua y con la mayoría de los solventes orgánicos, muy tóxico e inflamable. El olor es detectable a partir de los 2 ppm. Es considerado como un producto petroquímico básico, a partir del cual se obtienen varios productos secundarios. Las propiedades físicas más relevantes del etanol, en condiciones normales de presión y temperatura, se listan en el siguiente cuadro:

#### **CUADRO 1. CARACTERISTICAS DEL METANOL**

|                            |           |
|----------------------------|-----------|
| <b>PESO MOLECULAR</b>      | 32 g/mol  |
| <b>DENSIDAD</b>            | 0.79 kg/l |
| <b>PUNTO DE FUSIÓN</b>     | -97 °C    |
| <b>PUNTO DE EBULLICIÓN</b> | 65 °C     |

**Fuente:** <http://www.textoscientificos.com/quimica/metanol>.

De los puntos de ebullición y de fusión se deduce que el metanol es un líquido volátil a temperatura y presión atmosféricas. Esto es destacable ya que tiene un peso molecular similar al del etano (30 g/mol), y éste es un gas en condiciones normales.

La causa de la diferencia entre los puntos de ebullición entre los alcoholes y los hidrocarburos de similares pesos moleculares es que las moléculas de los primeros se atraen entre sí con mayor fuerza. En el caso del metanol estas fuerzas son de puente de hidrógeno, por lo tanto esta diferencia es más remarcada.

El metanol y el agua tienen propiedades semejantes debido a que ambos tienen grupos hidroxilo que pueden formar puente de hidrógeno. El metanol forma puente de hidrógeno con el agua y por lo tanto es miscible (soluble en todas las proporciones) en este solvente. Igualmente el metanol es muy buen solvente de sustancias polares, pudiéndose disolver sustancias iónicas como el cloruro de sodio en cantidades apreciables.

De igual manera que el protón del hidroxilo del agua, el protón del hidroxilo del metanol es débilmente ácido. Se puede afirmar que la acidez del metanol es equivalente a la del agua. Una reacción característica del alcohol metílico es la formación de metóxido de sodio cuando se lo combina con este.

El metanol es considerado como un producto o material inflamable de primera categoría; ya que puede emitir vapores que mezclados en proporciones adecuadas con el aire, originan mezclas combustibles. El metanol es un combustible con un gran poder calorífico, que arde con llama incolora o transparente y cuyo punto de inflamación es de 12,2 °C.

Al ser considerado como inflamable de primera categoría, las condiciones de almacenamiento y transporte deberán ser extremas. Está prohibido el transporte de alcohol metílico sin contar con los recipientes especialmente diseñados para ello. La cantidad máxima de almacenamiento de metanol en el lugar de trabajo es de 200 litros.

Las áreas donde se produce manipulación y almacenamiento de metanol deberán estar correctamente ventiladas para evitar la acumulación de vapores. Además los pisos serán impermeables, con la pendiente adecuada y con canales de escurrimiento. Si la iluminación es artificial deberá ser antiexplosiva, prefiriéndose la iluminación natural. Así mismo, los materiales que componen las estanterías y artefactos similares deberán ser antichispos. Las distancias entre el almacén y la vía pública serán de tres metros para 1000 litros de metanol, aumentando un metro por cada 1000 litros más de metanol. La distancia entre dos almacenes similares deberá ser el doble de la anterior.

Para finalizar con las propiedades y características podemos decir que el metanol es un compuesto orgánico muy importante ya que el grupo hidroxilo se convierte con facilidad en cualquier otro grupo funcional. Así el metanol se oxida para obtener formaldehído

(formol) y ácido fórmico; mientras que por su reducción obtenemos metano. Igualmente importantes son las reacciones de éter y esterificación.

#### **2.2.4 TOXICOCINÉTICA**

Entendemos por toxicocinética al estudio cuantitativo de los procesos que experimenta, en función del tiempo, un xenobiótico en un organismo vivo.

El tránsito por el organismo de un producto capaz de originar intoxicaciones sistémicas incluye la concatenación de una serie de procesos, como son los siguientes: absorción, distribución, fijación y excreción, a lo largo de todos los cuales la molécula toxica experimenta numerosas transformaciones bioquímicas.

**ABSORCIÓN.-** Consiste en el paso de un xenobiótico desde el exterior a los flujos biológicos (sangre, linfa, LCR); para ello el producto en disolución ha de atravesar una serie de membranas a partir de las vías de absorción que limitan con el medio externo.

Por la piel, mucosa gastrointestinal y membrana alveolar son absorbibles los compuestos liposolubles, sustancias apolares, siéndolo muy difícilmente las sustancias hidrosolubles, polares y en estado ionizado.

El alcohol puede absorberse a través de la mucosa bucal (sublingual) con mayor o menor eficiencia.

La mayor absorción ocurre en el estómago o intestino, dependiendo de la estructura química del producto.

**DISTRIBUCIÓN.-** Aunque grasas y proteínas pueden ser transportadas por el sistema linfático, el papel principal lo juega la sangre.

---

GARCIA A Alejandro, Toxicología general apuntes básicos. Edición 1975

Una vez el tóxico en la sangre, esta lo distribuye por todo el cuerpo. Como un adulto tiene seis litros de sangre y el volumen minuto cardíaco es aproximadamente de seis litros resulta que en un minuto toda la sangre ha recorrido, al menos una vez, todo el sistema vascular.

**FIJACIÓN.-** La sangre distribuye a los xenobióticos por todos los tejidos del organismo, que, de acuerdo con sus afinidades fisicoquímicas. Los retienen en mayor o menor grado. Esta retención puede ser de dos tipos:

- ✓ En los tejidos sensibles al fármaco, o lugares de acción(localización)
- ✓ En los tejidos de acumulación o almacenamiento, lo que supone una retención que impide ejercer la acción principal del fármaco.

**ELIMINACIÓN.-** La excreción de, los tóxicos se efectúa por medio de la orina, bilis, heces y una proporción de los compuestos volátiles, por el aire expirado; menores cantidades se eliminan por la leche, el sudor y la saliva.

## **VÍAS DE EXCRECIÓN**

**Pulmones:** Tóxicos gaseosos y volátiles, hidrocarburos de bajo punto de ebullición, alcoholes, cetonas, aminas y algunas grasas.

**Jugo Gástrico:** Bases, alcaloides (nicotina, estricnina).

**Bilis:** Compuesto de alto peso molecular, generalmente como conjugados de su metabolitos.

**Leche:** Sustancias liposoluble e hidrosolubles, alcohol nicotina, plaguicidas orgánicos.

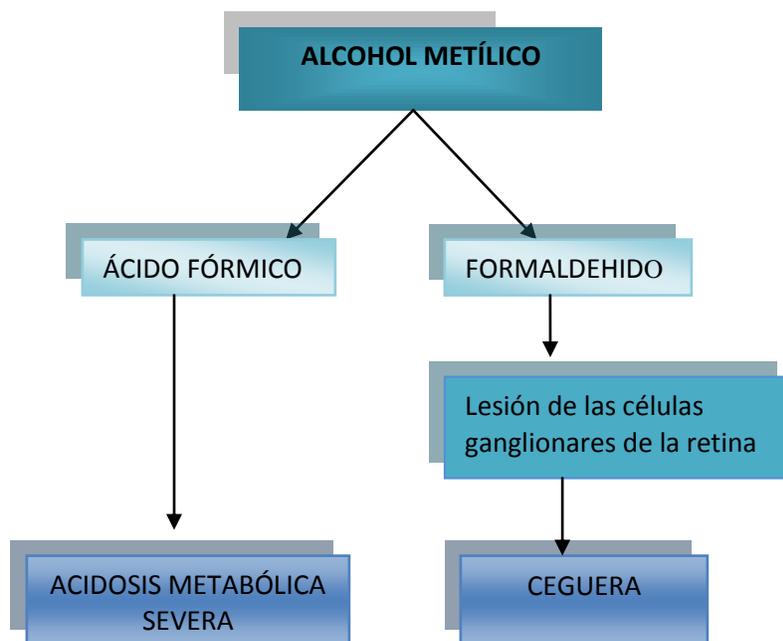
**Orina, saliva, lágrimas y sudor:** Sustancias hidrosolubles de bajo peso molecular, sale metálica, ácidos bases, alcoholes, cianatos.

**Heces:** Compuestos ingeridos pero no absorbidos los excretados por la bilis: en pequeña proporción, por difusión de los vasos sanguíneos intestinales.

**Pelo:** Xenobióticos (orgánicos e inorgánicos) presentes en la sangre en el momento del nacimiento del pelo se fijan a la matriz de éste, y reflejan u perfil cronológico de la exposición o consumo.

## 2.2.5 TOXICOCINÉTICA DEL ALCOHOL METÁLICO

**GRÁFICO 1. TOXICINÉTICA**



**Fuente:** <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Gutierrez-Intoxicacion-Metanol.pdf>.

**ABSORCIÓN:** El metanol se absorbe por vía oral, piel, mucosas intactas y por vía pulmonar; perfunde rápidamente todos los órganos, especialmente aquellos ricos en agua como cerebro, humor acuoso y riñón.

**DISTRIBUCIÓN:** El metanol es metabolizado en el hígado, en la mitocondria del hepatocito, por el alcohol deshidrogenasa a formaldehído y subsecuentemente por el aldehído-deshidrogenasa a ácido fórmico.

La acidosis sistémica es causada por el ácido fórmico y por el ácido láctico que se genera por el estado de deterioro generalizado del paciente; mientras que la ceguera es causada principalmente por el formaldehído.

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

**EXCRECIÓN:** La vida media oscila entre 2 y 24 horas. Apenas cerca del 3% es excretado sin cambios por el riñón y menos del 10% a través del pulmón.

### 2.2.6 USOS

Producto del cual la industria química es su principal consumidor:

- ✓ Fabricación de formaldehído, hormonas, pinturas, resinas de ésteres metílicos, productos farmacéuticos,
- ✓ Solvente en extracción de aceites animales y vegetales
- ✓ Alcohol de quemar madera (utilización doméstica).
- ✓ Como disolvente de lacas, barnices y pinturas.
- ✓ Como intermediario de síntesis en la fabricación de algunas materias plásticas y de algunos compuestos orgánicos (ésteres, formol, aldehídos), etc.
- ✓ Como anticongelante.

---

GISBERT CALABUIG, J.A. Y VILLANUEVA, E, medicina legal y toxicología (5ª ed.)Barcelona, España: Masson (capítulo 65).(1999).

### **2.2.7 TRANSPORTE Y DISTRIBUCIÓN**

En todas las etapas del transporte y de la distribución, el metanol se debe almacenar con seguridad y manejar responsablemente. Esto reduce al mínimo el riesgo para la población y para el medio ambiente, y preserva la calidad del producto.

Los modos más comunes del transporte a granel del metanol por todo el mundo son por: navío, lancha a remolque, ferrocarril, camión y gasoductos.

Al transferir o almacenar metanol, es preferible usar sistemas dedicados exclusivamente.

Los sistemas no dedicados deben lavarse con un chorro de agua y ser puestos a prueba antes de utilizarlos, para asegurar la integridad del producto.

El equipo se debe marcar claramente indicando que es sólo para el servicio del metanol. Cuando no esté en uso, el equipo debe protegerse contra la contaminación.

### **2.2.8 OBTENCIÓN DEL METANOL**

Originariamente se producía metanol por destilación destructiva de astillas de madera. Esta materia prima condujo a su nombre de alcohol de madera. Este proceso consiste en destilar la madera en ausencia de aire a unos 400 °C formándose gases combustibles (CO, C<sub>2</sub>H<sub>4</sub>, H<sub>2</sub>), empleados en el calentamiento de las retortas; un destilado acuoso que se conoce como ácido piroleñoso y que contiene un 7-9% de ácido acético, 2-3% de metanol y un 0.5% de acetona; un alquitrán de madera, base para la preparación de antisépticos y desinfectantes; y carbón vegetal que queda como residuo en las retortas.

Actualmente, todo el metanol producido mundialmente se sintetiza mediante un proceso catalítico a partir de monóxido de carbono e hidrógeno. Esta reacción emplea altas temperaturas y presiones, y necesita reactores industriales grandes y complicados.



La reacción se produce a una temperatura de 300-400 °C y a una presión de 200-300 atm. Los catalizadores usados son ZnO o Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>.

El gas de síntesis (CO + H<sub>2</sub>) se puede obtener de distintas formas. Los distintos procesos productivos se diferencian entre sí precisamente por este hecho. Actualmente el proceso más ampliamente usado para la obtención del gas de síntesis es a partir de la combustión parcial del gas natural en presencia de vapor de agua.



Sin embargo el gas de síntesis también se puede obtener a partir de la combustión parcial de mezclas de hidrocarburos líquidos o carbón, en presencia de agua.



En el caso de que la materia prima sea el carbón, el gas de síntesis se puede obtener directamente bajo tierra. Se fracturan los pozos de carbón mediante explosivos, se encienden y se fuerzan aire comprimido y agua. El carbón encendido genera calor y el carbono necesarios, y se produce gas de síntesis. Este proceso se conoce como proceso in situ. Este método no tiene una aplicación industrial difundida.

### **2.2.9 DOSIS TÓXICA**

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

---

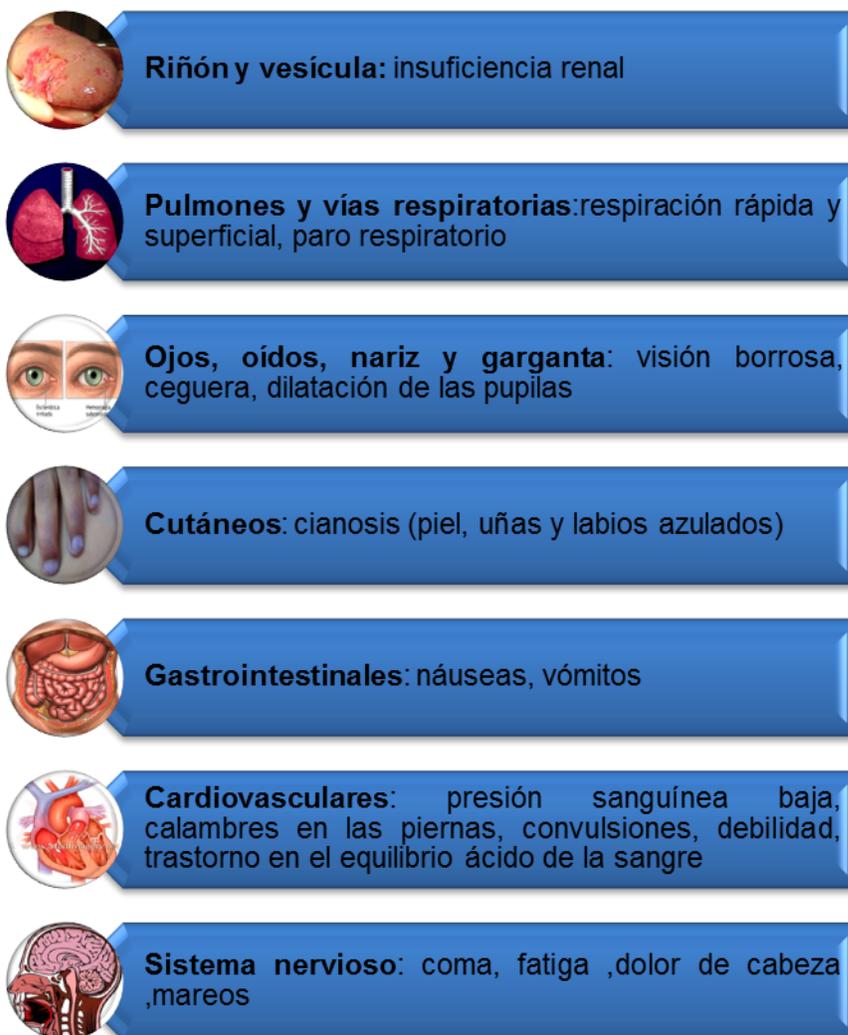
REPPETO, Manuel, Toxicología Fundamental, Edición IV pág. 491-499

Se pueden encontrar niveles elevados de metanol en sangre luego de exposición dérmica extensa o por inhalación. Una concentración sérica de 40 mg% es mortal.

### 2.2.10 SIGNOS Y SÍNTOMAS.

Las principales manifestaciones de intoxicación por metanol son trastornos visuales y acidosis.

#### GRÁFICO 2. MANIFESTACIONES CLÍNICAS



**Fuente:** <http://www.nlm.nih.gov/medlineplus/spanish/ency/article/002680.htm>.

Después de los síntomas iniciales, que afectan sobre todo al sistema nervioso, se presenta una segunda serie de síntomas aproximadamente de 10 a 30 horas más tarde que son más severos y afectan los ojos, la sangre y el sistema respiratorio.

## **ATENCIÓN PRE HOSPITALARIA**

Toda persona que haya ingerido licor o que haya sido friccionada con alcohol y presente cefalea, cualquier alteración visual, dolor abdominal y/o vómito debe ser remitida inmediatamente a urgencias para valoración médica.

El personal paramédico puede iniciar la administración de líquidos endovenosos y el vendaje ocular precoz. No se recomienda administrar bebidas alcohólicas antes de la evaluación médica y de la toma de muestras de laboratorio iniciales por el peligro de equivocarse en el diagnóstico.

### **2.2.11 TRATAMIENTO**

El objetivo fundamental es evitar la degradación del metanol a formaldehído y a ácido fórmico, además de extraer totalmente el tóxico y neutralizar sus efectos metabólicos.

### **TRATAMIENTO DE URGENCIA**

Si se descubre ingestión del metanol en las dos horas siguientes administrar jarabe de ipecacuana (Ipecacuana es una medicina usada para sacar veneno del estómago por medio del vómito. Cuando es tragado este extracto de planta irrita el estómago y causa vómito en adultos y niños.)

Realizar lavado gástrico en forma abundante con 2 a 4 l de agua corriente con bicarbonato de Sodio (20 g/l).

**ANTIDOOS:** Si el metanol excede de 20 mg/dl:

- a) Administrar etanol al 50% (100°), 1.5 ml/kg por vía oral al inicio, en dilución que no exceda al 5% seguida de 0.5 a 1ml/kg cada dos horas VO VI por cuatro días, a fin de reducir el metabolismo del metanol y darle tiempo para su excreción. La concentración del etanol en sangre estará en el rango de 1 a 1.5 mg/ml.
- b) Administrar fomepizol (es un inhibidor competitivo del alcohol deshidrogenasa, la enzima que cataliza los pasos iniciales en el metabolismo del glicol de etileno y del metanol a sus metabolitos tóxicos.)

**MEDIDAS GENERALES:**

- a) Administrar hasta cuatro litros al día por VO o VI para mantener una diuresis adecuada.
- b) Si la concentración del metanol se encuentra por arriba de 50mg/dl se utiliza diálisis extracorpórea cuando los síntomas evolucionan con rapidez y no responden a la administración de etanol, fomepizol o agentes alcalinizantes de la sangre. La diálisis extracorpórea por al menos cuatro veces es tan eficaz como la diálisis peritoneal para eliminar el metanol.
- c) Se mantiene una nutrición adecuada al proporcionar comidas pequeñas a intervalos regulares de 3 a 4 horas.
- d) Mantener tibio el cuerpo
- e) Controlar el delirio utilizando pentobarbital sódico, 100 mg cada 6 a 12 horas o administrar diacepam, 10 mg por VI lenta.  
Evitar la depresión respiratoria.

---

TRUE; DREISBACH, Manual de Toxicología clínica de Dreisbach: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. Editorial Manual Moderno, 7ª edición.

## **MEDIDAS DE EMERGENCIA Y SOPORTE**

- Mantenimiento de la vía aérea y asistencia ventiladora si es necesario.
- Control de temperatura, tensión arterial y pulso.
- Oxigenoterapia.
- Vendaje ocular precoz.
- Tratamiento del coma y de convulsiones.
- Tratamiento de la acidosis metabólica con bicarbonato de sodio intravenoso (la corrección de la acidosis debe ser guiada por gases arteriales).

## **TERAPIA CON ETANOL**

Administrar etanol para saturar la alcohol deshidrogenasa y prevenir la formación de metabolitos tóxicos del metanol.

La terapia está indicada en los siguientes pacientes:

Una historia de ingesta apreciable de metanol, cuando los niveles séricos de metanol no son evaluables inmediatamente y si la brecha aniónica es mayor de 5 mOsm/l.(miliosmoles/litro)

Acidosis metabólica y brecha aniónica  $>5 -10$  mOsm/L no atribuible al uso del etanol.

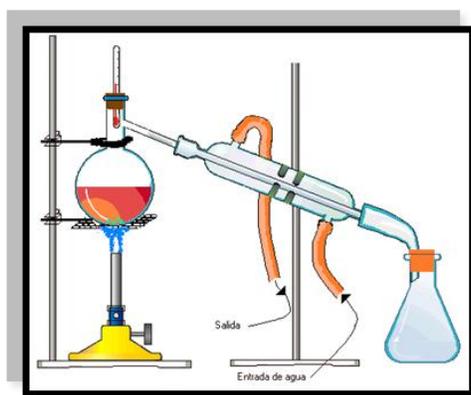
Reporte de laboratorio cualitativo de metanol positivo en sangre o formaldehído en orina.

### **2.2.12 DESTILACIÓN**

La destilación es la operación de separar, mediante evaporización y condensación, los diferentes componentes líquidos, sólidos disueltos en líquidos o gases licuados de una mezcla, aprovechando los diferentes puntos de ebullición (temperaturas de ebullición) de

cada una de las sustancias ya que el punto de ebullición es una propiedad intensiva de cada sustancia, es decir, no varía en función de la masa o el volumen, aunque sí en función de la presión.

### GRÁFICO 3. PROCESO DE DESTILACIÓN



Fuente: [http://www.mysvarela.nom.es/quimica/practicas\\_eso/destilacion.htm](http://www.mysvarela.nom.es/quimica/practicas_eso/destilacion.htm).

**NOTA:** El objetivo de la destilación es la separación de líquidos con distintos puntos de ebullición, es el método habitualmente empleado para la separación de un líquido de sus impurezas no volátiles, consiste en evaporar la sustancia por calentamiento y posteriormente condensar de nuevo el vapor a líquido.

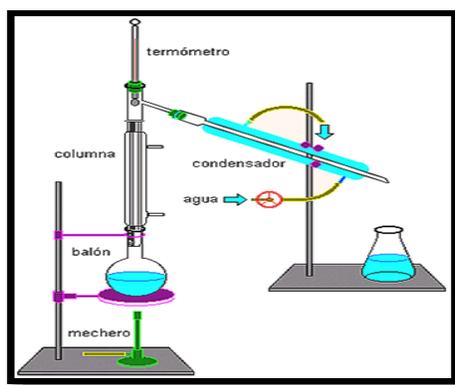
### DESTILACIÓN FRACCIONADA

La destilación fraccionada de alcohol etílico es una variante de la destilación simple que se emplea principalmente cuando es necesario separar líquidos con punto de ebullición cercanos.

La principal diferencia que tiene con la destilación simple es el uso de una columna de fraccionamiento. Ésta permite un mayor contacto entre los vapores que ascienden con el líquido condensado que desciende, por la utilización de diferentes "platos". Esto facilita

el intercambio de calor entre los vapores (que ceden) y los líquidos (que reciben). Ese intercambio produce un intercambio de masa, donde los líquidos con menor punto de ebullición se convierten en vapor, y los vapores con mayor punto de ebullición pasan al estado líquido.

#### GRÁFICO 4. DESTILACIÓN FRACCIONADA



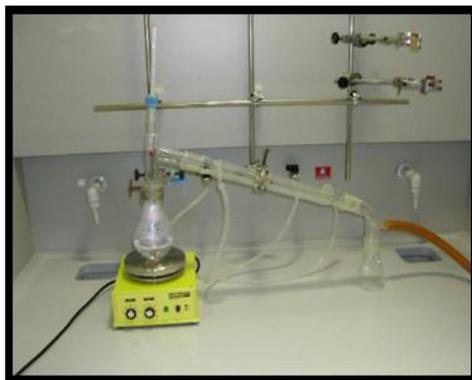
Fuente: <http://www.escuelapedia.com/destilacion-fraccionada/>

#### DESTILACIÓN AL VACÍO

La destilación al vacío consiste en generar un vacío parcial dentro del sistema de destilación para destilar sustancias por debajo de su punto de ebullición normal. Este tipo de destilación se utiliza para purificar sustancias inestables por ejemplo las vitaminas.

Es un montaje muy parecido a los otros procesos de destilación con la salvedad de que el conjunto se conecta a una bomba de vacío o trompa de agua. Este montaje permite destilar líquidos a temperaturas más bajas que en el caso anterior debido que la presión es menor que la atmosférica con lo que se evita en muchos casos la descomposición térmica de los materiales que se manipulan.

## GRÁFICO 5. DESTILACIÓN AL VACÍO



Fuente: [http://www.ugr.es/~quiorred/lab/oper\\_bas/dest.htm](http://www.ugr.es/~quiorred/lab/oper_bas/dest.htm).

## DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR

En la destilación por arrastre de vapor de agua se lleva a cabo la vaporización selectiva del componente volátil de una mezcla formada por éste y otros "no volátiles".

Lo anterior se logra por medio de la inyección de vapor de agua directamente en el interior de la mezcla, denominándose este "vapor de arrastre", pero en realidad su función no es la de "arrastrar" el componente volátil, sino condensarse en el matraz formando otra fase inmiscible que cederá su calor latente a la mezcla a destilar para lograr su evaporación.

En este caso se tendrán la presencia de dos fases insolubles a lo largo de la destilación (orgánica y acuosa), por lo tanto, cada líquido se comportará como si el otro no estuviera presente. Es decir, cada uno de ellos ejercerá su propia presión de vapor y corresponderá a la de un líquido puro a una temperatura de referencia.

---

VALENCIA ICAZA, Álvaro, Diccionario de Introducción a la Criminalística. Ed. Grijalbo, Bogotá (2002).

## GRÁFICO 6. DESTILACIÓN POR ARRASTRE DE VAPOR

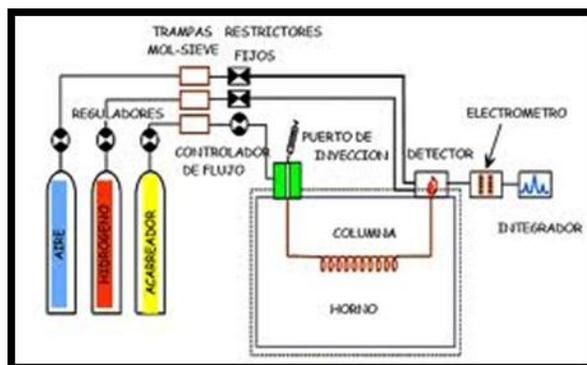


Fuente: <http://conceptosdeorganica.blogspot.com/>

### 2.2.13 CROMATOGRAFÍA DE GASES

Método cuantitativo (determinar concentración exacta del tóxico o sustancia) de separación a través del cual los compuestos se eluyen (limpieza correcta) de los analitos mediante el flujo constante de la fase móvil (gases como N, He, Ar, CO<sub>2</sub>) a través de una fase estacionaria (liquido adherido a la superficie de un sólido inerte) que varía de acuerdo al compuesto a ser analizado y se encuentra en el interior de una columna cromatográfica que puede ser capilar o empacada.

## GRÁFICO 7. CROMATÓGRAFO



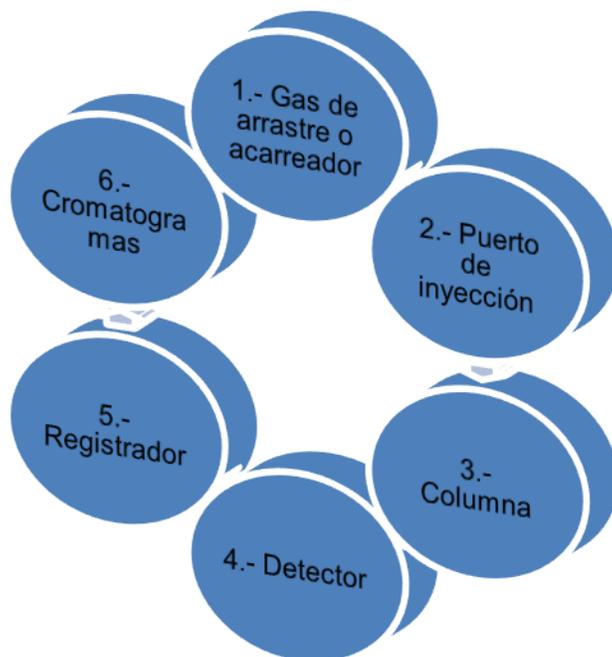
Fuente: <http://www.quiminet.com/pr7/Viales%2Bpara%2BcromatografdegasesADquidos.htm>.

## ELEMENTOS DE UN CROMATÓGRAFO DE GASES

El corazón de los procesos de cromatografía de gases es la separación en columna.

En la siguiente figura se detallan estos requerimientos en un cromatógrafo de gases:

**GRÁFICO 8. PARTES DEL CROMATÓGRAFO DE GASES**



**Fuente:** <http://www.quiminet.com/articulos/la-cromatografia-de-gases-18302.htm>.

**GAS DE ARRASTRE O ACARREADOR.-** El gas portador cumple básicamente dos propósitos: Transportar los componentes de la muestra, y crear una matriz adecuada para el detector.

Un gas portador debe reunir ciertas condiciones:

- Debe ser inerte para evitar interacciones (tanto con la muestra como con la fase estacionaria)
- Debe ser capaz de minimizar la difusión gaseosa

- Fácilmente disponible y puro
  - Económico
- Adecuado al detector a utilizar

### GRÁFICO 9. GAS INERTE



**Fuente:** <http://quimicalibre.com/separacion-de-mezclas-cromatografia-y-centrifugacion/>

**PUERTO DE INYECCIÓN.-** Es un dispositivo que permite la introducción de la muestra en la corriente del gas portador.

Existe cierta variedad de diseños según el tipo de muestra que se trata de analizar. El más común es el inyector de líquidos, que puede utilizarse para sólidos (en disolución) y gases (mediante jeringas especiales). El inyector se trata de una cámara situada a la entrada de la columna y calentada Independientemente de ésta (a temperatura superior del punto de ebullición del componente más volátil de la muestra, generalmente), que suele tener una membrana de caucho a través de la cual se introduce la muestra con la ayuda de una microjeringa hipodérmica.

Inyección de la muestra evaporada e introducirla a la columna a través de un septo de plástico (estable a la temperatura de inyección, debe ser reemplazado periódicamente).

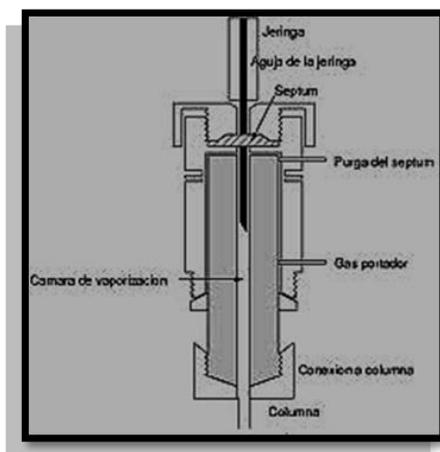
---

<http://www.relaq.mx/RLQ/tutoriales/cromatografia/Gas.htm#portador>.

Temperatura de inyección debe ser de 10° a 50° mayor a la temperatura de la columna.  
Jeringas: varios estilos disponibles. Aguja fija, removible. Varios tamaños y ángulos.  
Volúmenes de la muestra desde 1 µl, líquidos de 0.1-10 µl y gases 0.5-5 ml. Inyección rápida para introducirla en una sola descarga y no debe haber aire al momento del llenado.

Precisión de la inyección +/-1%. Incremento de la precisión al utilizar circuitos (gas sampling loops) y válvulas para introducir cantidades constantes. Equipo no caro y requiere temperatura constante. La técnica de inyección de muestra recomendada para líquidos en cromatografía de gases es el método de flujo del solvente. El solvente puro es introducido a la jeringa seguida de una bolsa de aire, después se coloca la solución muestra, y finalmente otra bolsa de aire. Se lee el volumen de la muestra y posteriormente se inyecta al cromatógrafo.

### GRÁFICO 10. SISTEMA DE INYECCIÓN DE MUESTRA



Fuente: [http://html.rincondelvago.com/cromatografia\\_6.html](http://html.rincondelvago.com/cromatografia_6.html)

**COLUMNA.**- Es el lugar donde ocurre la separación. Se dice que es el corazón de un cromatógrafo. Los materiales con los cuales generalmente se pueden elaborar las

---

[http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia\\_de\\_gases.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia_de_gases.pdf).

columnas son: cobre, aluminio, acero inoxidable, vidrio o teflón.

El relleno puede ser un sólido, o un líquido recubriendo un sólido. Podemos clasificar las columnas según el propósito del proceso cromatográfico: empacadas y capilares.

### **FACTORES QUE AFECTAN LA EFICIENCIA DE UNA COLUMNA**

- Longitud de la Columna
- Diámetro de la Columna (1/4", 1/8", 1/16" de diámetro externo)
- Tamaño de las partículas del relleno
- Naturaleza de las fases
- Cantidad de fase estacionaria
- Temperatura de la columna
- Velocidad del gas portador
- Cantidad de muestra inyectada
- Material del cual está elaborada la columna
- Enrollado de la columna

### **GRÁFICO 11. COLUMNAS CROMATOGRÁFICAS**

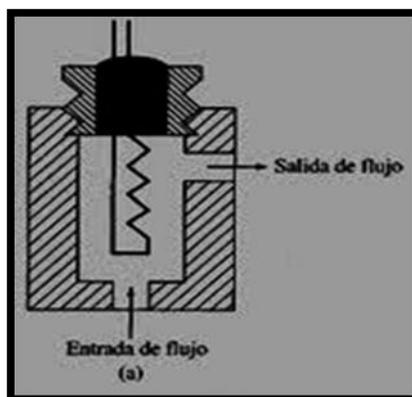


**Fuente:** <http://grupolaboratorio.galeon.com/enlaces1846195.html>

**DETECTOR.**- Un detector es un dispositivo para revelar la presencia de las sustancias eluídas a la salida de la columna cromatográfica, Podemos expresar que el detector son los ojos los "ojos" de un cromatógrafo.

En cromatografía un detector funciona comparando una propiedad física entre el gas portador puro y el mismo gas portador llevando cada uno de los componentes que previamente se han separado en la columna, esta acción se traduce en una señal tipo eléctrica, que posteriormente se amplificará mediante un registrador gráfico o integrador permitiendo indicar el momento que salen de la columna los componentes.

### GRÁFICO 12. DETECTOR



Fuente:<http://www.monografias.com/trabajos48/detectores-cromatografia/detectores>

### DETECTORES MÁS USADOS EN CROMATOGRAFÍA DE GASES

- DETECTOR DE CONDUCTIVIDAD TÉRMICA. Mide la conductividad térmica del gas portador, ocasionada por la presencia de sustancias eluídas.
- DETECTOR DE IONIZACIÓN A LA LLAMA. Basado en la medida de las variaciones de la corriente de ionización en una llama oxígeno-hidrógeno debido a la presencia de sustancias eluídas.

- **DETECTOR DE CAPTURA ELECTRÓNICA.** Basado en la electronegatividad de las sustancias eluidas, y su habilidad para formar iones negativos por captura de electrones.

**REGISTRADOR.-** Es el computador donde aparecerá las respectivas bandas de cada uno de los metabolitos o analitos que conforman el compuesto.

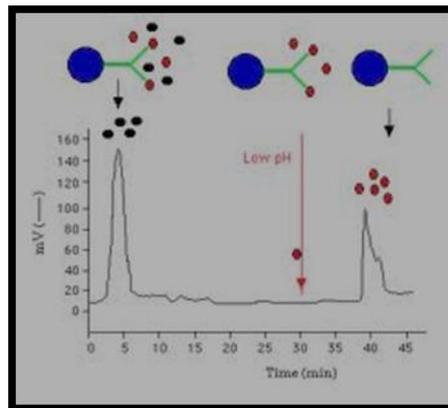
### GRÁFICO 13. SISTEMA DE REGISTRO DE DATOS



Fuente: [http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia\\_de\\_gases.pdf](http://www.ibt.unam.mx/computo/pdfs/met/cromatografia_de_gases.pdf)

### CROMATOGRAMA.-

#### GRÁFICO 14. CROMATOGRAMA



Fuente: <http://www.javeriana.edu.co/Facultades/Ciencias/neurobioquimica/libros//cromatografia.htm>

Una gráfica u otro tipo de presentación de la respuesta de un detector, la concentración de un analito en el efluente u otra magnitud usada como medida de la concentración en el efluente, frente al volumen de efluente o al tiempo.

## **APLICACIONES DE LA CROMATOGRAFÍA DE GASES**

La cromatografía de gases tiene amplia aplicación, en las industrias se enfoca principalmente a evaluar la pureza de los reactantes y productos de reacción o bien a monitorear la secuencia de la reacción, para los fabricantes de reactivos químicos su aplicación para la determinación de la pureza es lo más importante.

En la investigación es un auxiliar indispensable para diversas técnicas de evaluación, entre las principales están los estudios cinéticos, análisis de adsorción a temperatura programada, determinación de áreas específicas por adsorción de gas y determinación de isothermas de adsorción.

En el campo también pueden ser aplicados, principalmente en estudios de contaminantes del agua: insecticidas en agua, pesticidas en aguas de lagos, lagunas, ríos; desechos industriales descargados en ríos o lagunas.

En la industria del petróleo juega una función primordial, por medio de la cromatografía se pueden analizar los constituyentes de las gasolinas, las mezclas de gases de refinería, gases de combustión, etc.

Las aplicaciones de la cromatografía son múltiples y la convierten en la técnica de análisis más poderosa que existe, su utilización requiere principalmente de constancia y entusiasmo.

#### **2.2.14 CADENA DE CUSTODIA.**

Es un procedimiento establecido por la normatividad jurídica, que tiene el propósito de garantizar la integridad, conservación e inalterabilidad de elementos materiales de prueba como documentos, muestras (orgánicas e inorgánicas), armas de fuego, proyectiles, armas blancas, estupefacientes y sus derivados; entregados a los laboratorios criminalísticos o forenses por la autoridad competente a fin de analizar y obtener por parte de los expertos técnicos o científicos un concepto pericial; por lo que cuando en un hecho de sangre y en una escena se encuentra el instrumento del delito, este instrumento empleado por el delincuente desde que se ha comprobado el hecho y es hallado, ya rige la cadena de custodia.

#### **PRINCIPIOS.-**

*El Control*, de todas las etapas desde la recolección o incorporación de, los elementos materiales, evidencias y bienes incautados hasta su destino final, así como el actuar de los responsables de la custodia de aquellos.

*La Preservación*, de los elementos materiales y evidencias, así como de los bienes incautados para garantizar su inalterabilidad, evitar confusiones o daños de su estado original, así como un indebido tratamiento o incorrecto almacenamiento.

*La Seguridad*, de los elementos materiales y evidencias así como de los bienes incautados con el empleo de medios y técnicas adecuadas de custodia y almacenamiento en ambientes idóneos, de acuerdo a su naturaleza.

#### **PROCEDIMIENTO.-**

La cadena de custodia debe ser constante en todos los procedimientos que se usan en la técnica criminalística, en la Medicina Legal y en las ciencias forenses y no únicamente

unas reglas que se utilizan al explorar la escena de los homicidios, como se piensa usualmente.

- ❖ Frente a un hecho delictuoso los primeros que acuden al lugar del crimen son los miembros de la policía judicial juntamente con el fiscal, quienes solicitaran la información previa y realizaran un registro cronológico de todo lo que va a ser investigado.
- ❖ Recolectar los elementos materiales y evidencias físicas presentes en la escena del delito aplicando una buena manipulación y transporte para su posterior estudio.
- ❖ Remitir los elementos materiales y evidencias a los laboratorios correspondientes para su análisis.

## **DISPOSICIÓN FINAL**

Son aquellas actividades que se desarrollan para precisar el destino final de los elementos materiales o evidencias físicas encontrados por parte de la fiscalía o juez competente quien una vez dependiendo de la etapa en que se encuentre el proceso, dispondrá su destino final, que consistirá en la conservación o custodia definitiva, devolución, destrucción o incineración, libre disposición o remate del elemento material o evidencia física encontrado en la escena del delito.

### **2.2.15 NORMAS DE BIOSEGURIDAD.**

El trabajo en un laboratorio de Toxicología, debe realizarse respetando las normas e indicaciones que garanticen la integridad y seguridad de las personas y los bienes involucrados en la tarea. La gran cantidad de compuestos químicos de elevada peligrosidad, el uso de equipamiento eléctrico y la combustión de gases con diferentes fines corresponden a algunas de las fuentes que pueden generar accidentes. Para

evitarlos, existen reglas, indicaciones y normas, que si se aplican y respetan adecuadamente minimizan los riesgos y garantizan un trabajo seguro.

Gran parte de la Analítica Toxicológica utiliza muestras biológicas de origen humano para investigar diversas sustancias, tales como plaguicidas, solventes y especialmente, drogas de uso ilícito o abuso indebido de fármacos. La posibilidad que estas muestras sean portadoras de agentes infecciosos y en particular del virus de inmunodeficiencia adquirida y de la hepatitis, obliga a la implementación de normas o criterios que permitan el adecuado manejo de dichas muestras, desde su obtención hasta su desecho final.

Se han relacionado únicamente a la sangre, el semen y las secreciones vaginales y /o cérvico - uterinas con la transmisión del HIV, sin embargo existen muchos otros humores orgánicos, tales como líquido cefalorraquídeo, exudado pleural, pus, etc., que pueden contener hematíes o leucocitos y ser por lo tanto, portadores del virus.

## **PRECAUCIONES GENERALES**

- No fumar, comer, beber, mascar chicle, ni almacenar alimentos o bebidas en el laboratorio.
- Cuidar que todos los recipientes que contienen muestras biológicas sean de materiales resistentes, posean cierre hermético, no presenten pérdidas o salpicaduras y se almacenen en lugares seguros.
- Utilizar guantes descartables (látex o vinílicos) para manejar las muestras y lavarse las manos con abundante agua y jabón finalizadas la tarea.
- Utilizar anteojos de seguridad y máscara protectora de nariz y boca para el manejo de muestras que puedan producir salpicaduras, proyecciones o liberar gases que arrastren el material sólido.

- Utilizar únicamente pipetas automáticas, de preferencia desechables para cargar las muestras.
- Tener siempre a mano un bidón con solución de hipoclorito de sodio (1:10).
- Siempre que sea posible, instalar una cabina para manejar las muestras biológicas.
- Limpiar de inmediato cualquier derrame o salpicadura utilizando papel absorbente el cual se desechará en un recipiente debidamente rotulado para tal efecto, lavando el área afectada con hipoclorito de sodio.
- Trabajar bajo campana de extracción cuando se manipulen solventes volátiles. Evaporar solventes inflamables, como éter o alcoholes, solo con plancha o camisa calefactora y bajo campana.

#### **2.2.16 CONTROL DE CALIDAD**

Un laboratorio de análisis debe tener como uno de sus propósitos principales la producción de datos analíticos de alta calidad por medio del uso de mediciones analíticas que sean precisas, confiables y adecuadas para tal fin.

La garantía de la calidad son las actividades planeadas y diseñadas para asegurar que las actividades de control de calidad se ejecuten correctamente. Asegurar la calidad implica hacer bien las cosas con el método adecuado y lograr en todo momento la satisfacción del cliente.

En calidad no existen cosas que están mal hechas sino “trabajo no conforme” es decir, cualquier desviación con el sistema de gestión de calidad de las actividades de ensayo

---

LADRON DE GUEVARA, J. Y MOYA PUEYO V., Toxicología Médica Clínica y Laboral. 1<sup>ra</sup> Edición, Madrid: Mc. Graw- Hill Interamericana de España. 785 p, (1995)

y/o calibración. Es muy importante hacer un estudio de la causa que la ha motivado para evitar que se vuelva a producir. Cada trabajo no conforme genera una acción correctiva no adecuada.

La Toxicología Forense tiene como finalidad el hallazgo de los posibles tóxicos implicados en sucesos con consecuencias legales. Por ello, es necesario trabajar con un correcto sistema de calidad que garantice la veracidad de la información aportada a los tribunales.

Además de los aspectos de calidad que se recogen en la norma ISO 17025 para un laboratorio general de ensayo, es necesario contar con unos criterios definidos sobre ciertos aspectos particulares de laboratorio de Toxicología Forense. El Laboratorio de Referencia va a desempeñar un papel fundamental en la definición de dichos criterios, especialmente sobre aspectos de especial interés como:

- La toma y la etiquetada de las muestras forenses, así como su transporte cuando la toma se realice fuera del laboratorio. Estas operaciones deberán estar bien definidas de modo que se garantice la integridad de las muestras y prevenga cualquier tipo de accidente y contaminación.
- El manejo de las muestras, con especial definición de los datos mínimos que deben figurar en la cadena de custodia, de modo que este contemplada toda la información que asegure la trazabilidad de los resultados así como su correcta interpretación.
- Los criterios de elección de las muestras más recomendables para las distintas sistemáticas analíticas toxicológicas, que faciliten la comparación de resultados con datos recogidos en la bibliografía, y así poder llegar a interpretaciones fiables.
- Las políticas sobre los procedimientos analíticos, que diferencien claramente el estatus entre resultados de técnicas de screening y de técnicas confirmatorias,

con la garantía de que el resultado analítico que se presente ante un Tribunal de Justicia sea un resultado confirmado.

- La calibración de los equipos, con el establecimiento de unos criterios mínimos que se han de seguir al calibrar, tanto en lo referente a patrones como en los procedimientos en sí mismos.
- La validación de los métodos: como la diversidad de sustancias tóxicas combinadas con el número de distintas muestras (sangre, orina, saliva, bilis, sudor, viseras, pelos, uñas.etc.) hacen que un mismo método pueda ser válido para una muestra pero no para otra, es necesario que existan unos criterios para abordar dichas validaciones, de modo que se garantice la correcta aplicación de los métodos.
- El material de referencia, siendo necesario que el laboratorio de referencia establezca unos criterios mínimos que aseguren la trazabilidad de los resultados.
- Controles internos de calidad: trabajar en tandas en las que existan un mínimo número de muestras control y/o patrones.
- Controles externos de calidad: es importante que el Laboratorio de Toxicología Forense participe en ejercicios interlaboratorio, debiendo existir unas directrices sobre tipos de ejercicios así como la frecuencia de participación.
- Otro aspecto importante es la información mínima que ha de contener el informe de resultados dado que el destino de los mismos son los Tribunales de Justicia.

### 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS.

**Acidosis.-** Término clínico que indica un trastorno hidroelectrolítico que puede conducir a una acidemia, y que viene definido por un pH sanguíneo inferior a 7.35. La acidosis puede ser metabólica o respiratoria.

Con el nombre de acidosis se conoce aquellas situaciones clínicas en las que existe una alteración en la que predomina un aumento en la concentración de hidrogeniones.

**Ácido Fórmico.-** Ácido orgánico, monocarboxílico. Líquido incoloro, humeante, cáustico, de olor fuerte e irritante para la piel y los ojos. Se conoce también como ácido metanoico. Tiene acción desengrasante, siendo empleado limitadamente. Es también utilizado en el teñido de cueros, como fijador de colorantes.

**Análisis:** acción de dividir una cosa o problema en tantas partes como sea posible, para reconocer la naturaleza de las partes, las relaciones entre estas y obtener conclusiones objetivas del todo.

**Análisis toxicológico:** consiste en el conjunto de medios técnicos, mediante los cuales se identifican y cuantifican los tóxicos teniendo en cuenta sus propiedades físicas, químicas y biológicas de los mismos.

**Autoridad competente:** Es la organización o grupo oficial gubernamental designado para recibir y evaluar las notificaciones de nuevas sustancias.

**Cadena de custodia:** secuencia de responsabilidades para la transferencia de una sustancia entre todas las personas implicadas desde su origen hasta su eliminación. Se aplica especialmente a las transmisiones que experimenta una muestra, desde su recogida hasta el análisis, especialmente cuando este tiene fines legales o forenses.

**Cefalea.-** Molestias craneales en forma de pesadez o tensión que suelen darse en un solo lado de la cabeza.

**Concentración:** cantidad de una sustancia expresada en diferentes unidades.

**Criminalística:** disciplina auxiliar del derecho penal que se ocupa del descubrimiento y comprobación científica del delito y del delincuente.

**Cianosis.-** Cianosis es la coloración azulada de la piel mucosas y lechos ungueales, usualmente debida a la existencia de por lo menos, 5 g% de hemoglobina reducida en la sangre circulante o de pigmentos hemoglobínicos anómalos (metahemoglobina o sulfohemoglobina) en los glóbulos rojos.

**Concatenación:** Unión, enlace entre ideas o actos.

**Cromatografía de gases.-** método cuantitativo (determina concentración exacta del toxico) de separación a través del cual los compuestos se eluyen (limpieza correcta) de los analitos, mediante el flujo constante de una fase móvil gas (N<sub>2</sub>, He, Ar, CO<sub>2</sub>) a través de una fase estacionaria que es un líquido adherido a la superficie de un sólido inerte. Varía de acuerdo al compuesto que se desea analizar; y se encuentra en el interior de la cuba cromatográfica.

**Destilación:** es una técnica de separación basada en los diferentes puntos de ebullición de los componentes de una mezcla homogénea por medio de calor de una sustancia volátil de otras más fijas.

**Diálisis extracorpórea.-** Procedimiento de depuración de la sangre que consiste en hacer circular la sangre hasta fuera del organismo, a través de un tubo conectado a una arteria. El tubo se sumerge en una solución salina isotónica en la que se produce el proceso de filtrado selectivo y la eliminación de las posibles sustancias tóxicas. La

sangre, una vez depurada, se vuelve a introducir nuevamente en el mismo sujeto a través de una vena.

**Diálisis Peritoneal.-** (DP) utiliza una membrana natural el peritoneo como filtro. El fluido de diálisis se introduce en la cavidad peritoneal a través de un pequeño tubo flexible que previamente se implantó en el abdomen de forma permanente, en una intervención quirúrgica menor. Parte de este tubo, o catéter, permanece fuera del abdomen. De esta forma puede conectarse a las bolsas de solución de diálisis. El catéter queda oculto bajo la ropa.

**Diuresis.-** Excreción de la orina. Con frecuencia, se suele entender como excreción aumentada de orina.

**Dosis letal.-** es una forma de expresar el grado de toxicidad de una sustancia o radiación. Como la resistencia a una sustancia o una radiación puede variar de un sujeto a otro, se expresa como la dosis tal a la que de una población de muestra dada, un porcentaje dado muere.

**Dosis letal media.-** es la concentración del toxico necesaria para matar al 50% de los sujetos expuestos. Se valora por las distintas vías en las que el toxico se puede absorber.

**Efluente.-** La salida o flujos salientes de cualquier sistema que despacha flujos de líquidos, sólidos o desperdicios, a un tanque de oxidación para un proceso de depuración biológica.

**Efecto tóxico:** daño temporal o definitivo en la salud causado por un tóxico.

**Etanol.-** Alcohol etílico incoloro y soluble en agua que se utiliza como disolvente y en la fabricación de bebidas alcohólicas.

**Extracción líquido- líquido.-** conocida como extracción de disolvente, es un proceso químico empleado para separar una mezcla utilizando la diferencia de solubilidad de sus componentes entre dos líquidos no miscibles.

**Hepatocito:** Células propias del hígado, son las principales células del parénquima hepático, según su localización dentro del lobulillo, manifiestan diferentes propiedades estructurales, histoquímicas y bioquímicas.

**Insuficiencia renal.-** Es la pérdida repentina de la capacidad de los riñones para eliminar los residuos y concentrar la orina sin perder electrolitos.

**Intoxicación.-** Es la reacción del organismo a la entrada de cualquier sustancia tóxica (veneno), que causa lesión o enfermedad y en ocasiones la muerte.

**Metabolitos.-** Cualquier sustancia de bajo peso molecular que interviene durante el metabolismo como objeto de transformación. En el uso de drogas, el término generalmente se refiere al producto final que queda después del metabolismo.

**Metanol.-** estructura química  $\text{CH}_3\text{OH}$ ), es un líquido incoloro, volátil, inflamable, con olor leve a alcohol en estado puro, cuyo sabor es muy similar al del etanol.  $\text{CH}_3\text{OH}$  ( $\text{CH}_4\text{O}$ ).

**Oxigenoterapia.-** Es una medida terapéutica que consiste en la administración de oxígeno a concentraciones mayores que las que se encuentran en aire del ambiente, con la intención de tratar o prevenir los síntomas y las manifestaciones de la hipoxia. El oxígeno utilizado en esta terapia, es considerado un fármaco en forma gaseosa.

**Tea.-** Astilla o palo de madera impregnados en resina y que, encendidos, sirven para alumbrar o prender fuego

**Toxicología:** Es una ciencia que identifica, estudia y describe la dosis la naturaleza, la incidencia la severidad, la reversibilidad y generalmente los mecanismos de los efectos tóxicos que producen los xenobióticos. También estudia los efectos nocivos de os agentes químicos, biológicos y físicos en los sistemas biológicos que establece además la magnitud del daño en función de la exposición de los organismos vivos de dichos agentes.

**Tóxico.-** Es toda sustancia externa o interna que altera el mecanismo funcional del ser vivo, ya sea en el metabolismo como en la formación de nuevos compuestos, como conjugación (formación de nuevo compuesto), biotransformación (formación de nuevos compuestos biológicamente) y descomposición.

**Veneno.-** Administración de un toxico de manera intencional independientemente de la vía de ingreso.

**Xenobiótico.-**Compuesto externo a un organismo vivo que interacciona con él, generalmente a través de alteraciones metabólicas.

## **2.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.4.1 HIPÓTESIS**

El metanol es un compuesto altamente tóxico que puede ser cuantificado por el método de cromatografía de gases.

### **2.4.2 VARIABLES**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

El metanol es un compuesto altamente tóxico.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Cuantificación por el método de cromatografía de gases.

## 2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

| <b>Variab</b> les   | <b>Concepto</b>  | <b>Categoría</b>  | <b>Indicadores</b>  | <b>Técnicas e Instrumentos</b>                |
|---|--|---|---|---|
| <p><b>Variable Independiente</b></p> <p>El metanol es un compuesto altamente tóxico</p>         | <p>Metanol, es un químico extremadamente tóxico. A temperatura ambiente se presenta como un líquido (de baja densidad). Incoloro e inflamable</p>  | <p>Químico altamente tóxico</p>   | <p>Irritación de la mucosa respiratoria, de la piel y de los ojos.</p> <p>Trastornos neurológicos</p> <p>Cefaleas, fatiga, insomnio, vértigos y ataxia.</p> <p>Trastornos de la visión.</p> | <p>Observación</p> <p>Guía de observación</p> |
| <p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Cuantificado por el método de cromatografía de gases.</p> | <p>Método cuantitativo de separación a través del cual los compuestos se eluyen de los analitos, mediante el flujo constante de una fase móvil a través de una fase estacionaria que es un líquido adherido a la superficie de un sólido inerte.</p> | <p>Separación de los metabolitos entre una fase móvil y una fase estacionaria</p> | <p>Metabolitos purificados.</p> <p>Concentración del tóxico.</p>  | <p>Observación</p>                            |

## **CAPITULO III**

### **3. MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1 MÉTODO**

En la presente investigación se utilizará el método inductivo- deductivo con un procedimiento analítico – sintético.

##### **3.1.1 TIPO DE INVESTIGACIÓN**

Para la elaboración del presente trabajo se realiza una investigación descriptiva, el cual nos conducirá a la investigación explicativa.

##### **3.1.2 DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN**

Es una investigación de campo

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

La población de la presente investigación estará constituida por 57 muestras de sangre registradas en el período de Septiembre - Diciembre del 2011.

#### **3.3 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS**

Guía de observación

Análisis documental

Recopilación bibliográfica

#### **3.4 TÉCNICAS PARA EL ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Tabulación, cuadros, análisis

### 3.4.1 DETERMINACIÓN DE ALCOHOL METÁLICO EN SANGRE POR CROMATOGRAFÍA DE GASES.

#### 1. TOMA DE MUESTRA

#### GRÁFICO 15. OBTENCIÓN DE LA MUESTRA DE SANGRE

A



B



C



D



Fuente: Quito Mónica, Guilcapi Miryan

A: Sala de la Morgue previo a la realización de la autopsia del cadáver.

B: Cadáver sometido a la autopsia.

C: Se toma la muestra de sangre a partir de la vena cava inferior.

D: Muestra de sangre recogida para su posterior análisis de alcoholemia.

## 2. ROTULACIÓN DE LA MUESTRA

### GRÁFICO 16. IDENTIFICACIÓN DE LA MUESTRA



Fuente: Quito Mónica, Guilcapi Miryan

La muestra previa a su análisis debe estar correctamente rotulada, en la que debe constar: caso, fecha, hora, agente fiscal, tipo de muestra, persona que toma la muestra, peso o volumen (opcional).

## 3. CADENA DE CUSTODIA

### GRÁFICO 17. RECEPCIÓN DE LA MUESTRA

A



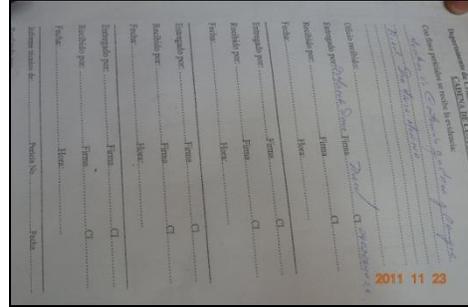
B



C



D



Fuente: Quito Mónica, Guilcapi Miryan.

**A:** Las muestras de sangre para el estudio de alcoholemia ingresan al laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Provincia de Chimborazo.

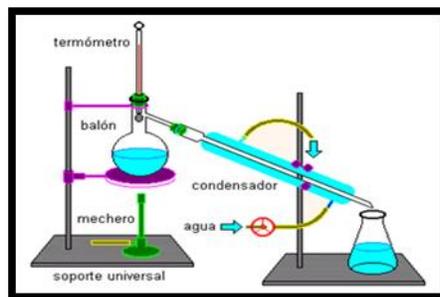
**B:** Se reciben las muestras de sangre por parte de un miembro de la policía o del Ministerio Público aplicando así con su respectiva cadena de custodia.

**C:** Se firma el acta de recepción de muestras.

**D:** Cadena de custodia firmada por los miembros competitivos.

#### 4. EXTRACCIÓN DE ALCOHOL METÍLICO.

##### GRÁFICO 18. DESTILACIÓN



Fuente: <http://www.escuelapedia.com/destilacion-fraccionada/>

Colocar el material biológico (sangre 10ml, orina 50ml, vísceras 30-40g, otros cantidad suficiente) en el interior del balón de destilación que contiene perlas de ebullición, acidificar con solución acuosa saturada de ácido pícrico (coagula las proteínas y evita la formación de espuma), agregar 30 ml de agua destilada, armar el equipo de destilación y obtener los primeros 20 ml del destilado que será utilizado en el análisis.

**NOTA:** Se debe también extraer el alcohol etílico ya que el alcohol metílico es un adulterante del mismo, con la finalidad de establecer los alcoholes presentes en la muestra biológica.

## **5. IDENTIFICACION**

### **1. PRUEBAS PARA ALCOHOL ETÍLICO**

**A:** Reactivo preparado (Disolver 4,262g de Dicromato de potasio en 100ml de agua destilada, refrigerar y agregar 500ml de Ácido sulfúrico concentrado y diluir con agua a 1litro).

**B:** En un tubo de ensayo previamente rotulado, se coloca de 1 ml reactivo.

**C:** Agregar 0.5 ml del destilado.

**D:** Homogenizar la mezcla.

**E:** Dejar en reposo de 3-5 minutos.

**F:** Reportar los resultados, la aparición de un color que va de verde - azul en la mezcla, indica la presencia de etanol, en dependencia de la concentración.

**GRÁFICO 19. DETERMINACIÓN DE ALCOHOL ETÍLICO**

**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**Fuente:** Quito Mónica, Guilcapi Miryan.

## 2. PRUEBAS PARA ALCOHOL METÍLICO

**A:** Colocar 4 ml de Permanganato de Potasio 0.2 N ( $\text{KMnO}_4$ ), en un tubo de ensayo.

**B:** Añadir 1 ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  Ácido sulfúrico al 25 %.

**C:** Adicionar 1 ml de la muestra a ser analizada (destilado); se formara una mezcla heterogénea y dejar en reposo 10 minutos.

**D:** Filtrar la mezcla.

**E:** Decolorar la solución con bisulfito de sodio en polvo.

**F:** A un tubo de ensayo con 3ml de filtrado añadir pocos mg de ácido cromotrópico.

**G:** Mezclar la solución y añadir 4ml de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  conc. sobre el tubo inclinado por las paredes

**H:** La aparición de un color púrpura en la interfase indica la presencia de formaldehído. (Resultando positivo para metanol).

### GRÁFICO 20. DETERMINACIÓN DE METANOL

**A**



**B**



**C**



**D**



**E**



**F**



**G**



**H**



**Fuente:** Mónica Quito, Miryan Guilcapi

## 6. CUANTIFICACIÓN DEL ALCOHOL METÍLICO

### GRÁFICO 21. CROMATOGRAFÍA DE GASES

A



B



C



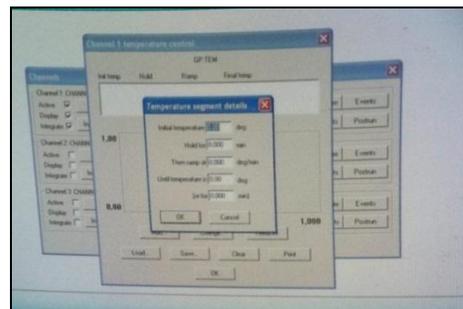
D



E



F



**G**



**H**



Fuente: Quito Mónica, Guilcapi Miryan

**A:** Centrifugar para separar el suero

**B:** Preparar una solución estándar de 100µl de metanol en 100ml de agua destilada.

**C:** Preparar una solución estándar interno de 100µl de propanol en 500ml de agua destilada

**D:** Encender el cromatógrafo de gases y el computador e ingresar al programa Peak Sample u otros programas de instalación, ordenar una temperatura de 200°C durante dos horas teniendo presente que la presión de la fase móvil sea de 40 psi y del hidrógeno de 30 psi.

**E:** Dejar pasar el hidrógeno hacia el cromatógrafo y prender el FID (Detector de Ionización de Flama)

**F:** Establecer una Ti 60°C, 1', 30 ramp y Tf 160°C, adicionar Ti 160°C, 1' y Tf 160°C.

**G:** Mediante una microjeringa inyectar 0,1µl de agua destilada en el inyector de la columna cromatográfica y hacer correr el programa por lo menos durante tres veces, luego inyectar 0,1 µl de solución estándar preparada ( 1ml de Sol.E.I y 100µl de Sol. E)

**H:** De igual manera 0,1 µl de muestra preparada (1ml de Sol E.I y 100µl de suero o sangre pura), se deben realizar las inyecciones hasta obtener resultados similares.

## **PRECAUCIONES A SEGUIR AL INICIO**

Después de haber realizado diferentes inyecciones durante el transcurso de trabajo se debe cambiar la septa que se encuentra en el inyector de la columna cromatográfica con la finalidad de obtener picos bien definidos y mejores resoluciones.

- Verificar que exista el paso de nitrógeno hacia la columna para evitar que la misma sea dañada.
- Exista agua bidestilada o desionizada en el generador de hidrógeno para que se de un buen funcionamiento y no exista problemas en el mismo.
- Mediante el detector de fugas verificar que no exista escape de nitrógeno o hidrógeno.

## **CURVAS DE CALIBRACIÓN**

Para la determinación cuantitativa se utiliza el método del patrón interno utilizando el 1-propanol por presentar condiciones adecuadas, tanto el patrón interno como el alcohol empleado como patrón se utilizan para la curva de calibración patrón, para lo cual se utilizan soluciones de concentración conocida del patrón, conteniendo siempre una cantidad constante del patrón interno.

Preparadas las mezclas son analizadas por cromatografía y se calcula el Área de los picos correspondientes al patrón y al patrón interno.

Se construye la gráfica de las Áreas de los picos del patrón y patrón interno con respecto a las concentraciones de las soluciones patrón y patrón interno, siendo constante la cantidad de patrón interno.

### 3.4.2 CÁLCULOS.

La determinación del porcentaje de alcohol se realiza en función de las áreas.

A = Área del estándar.

A<sub>1</sub> = Área del estándar interno/estándar.

A<sub>2</sub> = Área de la muestra.

A<sub>3</sub> = Área del estándar interno/muestra.

A<sub>X</sub> = Relación de A con respecto A<sub>1</sub>

A<sub>Y</sub> = Relación de A<sub>2</sub> con respecto A<sub>3</sub>

0,8 = Factor de multiplicación para determinar alcohol en sangre.

$$A_x = \frac{A}{A_1} \quad \text{Área del estándar con respecto al área del estándar interno/ estándar.}$$

$$A_y = \frac{A_2}{A_3} \quad \text{Área de la muestra con respecto al área del estándar interno/ muestra.}$$

$$Cg/l = \frac{A_y}{A_x} \times 0.8$$
$$Cg/l = \frac{\frac{A_2}{A_3}}{\frac{A}{A_1}} \times 0.8$$
$$Cg/l = \frac{A_1 \times A_2}{A \times A_3} \times 0.8$$

$$A_1 \neq A_3$$

$$A_x = \frac{A \text{ Estándar}}{A \text{ Estándar Interno/estándar}}$$

$$A_y = \frac{A \text{ Muestra}}{A \text{ Estándar Interno/ muestra}}$$

**Soluciones de Alcohol Eílico a diferentes concentraciones con volumen de 100 ml.**

Etanol al 10%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times C_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \times 10}{99.9}$$

$$V_1 = 10.01$$

Etanol al 50%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times C_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \times 50}{99.9}$$

$$V_1 = 50.01$$

Etanol al 100%

$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times C_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \times 100}{99.9}$$

$$V_1 = 100$$

**Solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> al 25 % con un volumen de 100 ml.**

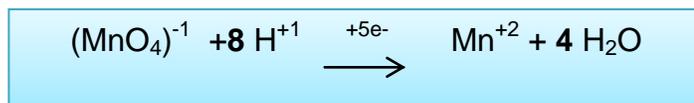
$$C_1 \times V_1 = C_2 \times V_2$$

$$V_1 = \frac{V_2 \times C_2}{C_1}$$

$$V_1 = \frac{100 \times 25}{95.7}$$

$$V_1 = 26.12 \text{ ml}$$

**Solución de KMnO<sub>4</sub> 0.2N con un volumen de 100 ml.**



**Reacción para el cálculo del equivalente.**

$$\frac{0.2 \text{ eq gr. KMnO}_4}{1000 \text{ ml soln KMnO}_4} \times 100 \text{ ml soln KMnO}_4 \times \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{5 \text{ eq gr. KMnO}_4} \times \frac{158.102 \text{ gr. KMnO}_4}{1 \text{ mol KMnO}_4}$$

$$= 0.63 \text{ gr. KMnO}_4$$

### 3.4.3 RESULTADOS

#### MUESTRA N° 1

A= 210

A1=217

A2=240

A3=280

$$Cg/l = \frac{\frac{240}{210} \times 0.8}{217}$$
$$Cg/l = \frac{52080}{58800} \times 0.8$$
$$Cg/l = 0.88 \times 0.8$$
$$Cg/l = 0.70 \text{ g/l}$$

#### Prueba Cualitativa



#### MUESTRA N° 2

A= 230

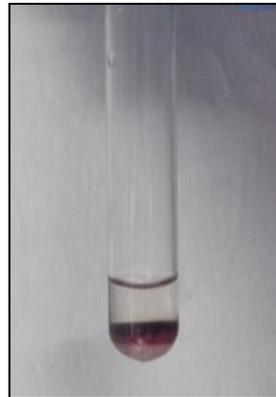
A1= 270

A2= 250

A3 = 240

$$Cg/l = \frac{\frac{250}{230} \times 0.8}{270}$$
$$Cg/l = \frac{67500}{55200} \times 0.8$$
$$Cg/l = 1.22 \times 0.8$$
$$Cg/l = 0.978 \text{ g/l}$$

#### Prueba Cualitativa



### MUESTRA N° 3

A = 180

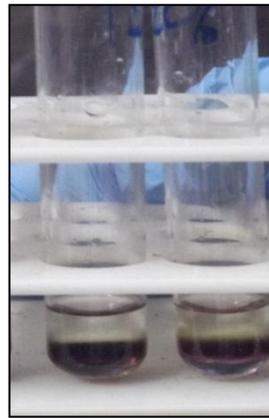
A1 = 255

A2 = 265

A3 = 270

$$\begin{aligned} & \frac{265}{\text{---}} \\ \text{Cg/l} &= \frac{270}{180} \times 0.8 \\ & \frac{275}{\text{---}} \\ \text{Cg/l} &= \frac{72875}{48600} \times 0.8 \\ \text{Cg/l} &= 1.49 \times 0.8 \\ \text{Cg/l} &= 1.199 \text{ g/l} \end{aligned}$$

#### Prueba Cualitativa



### MUESTRA N° 4

A = 170

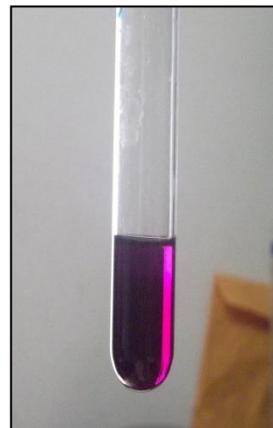
A1 = 290

A2 = 230

A3 = 235

$$\begin{aligned} & \frac{230}{\text{---}} \\ \text{Cg/l} &= \frac{235}{170} \times 0.8 \\ & \frac{290}{\text{---}} \\ \text{Cg/l} &= \frac{66700}{39950} \times 0.8 \\ \text{Cg/l} &= 1.66 \times 0.8 \\ \text{Cg/l} &= 1.35 \text{ g/l} \end{aligned}$$

#### Prueba Cualitativa

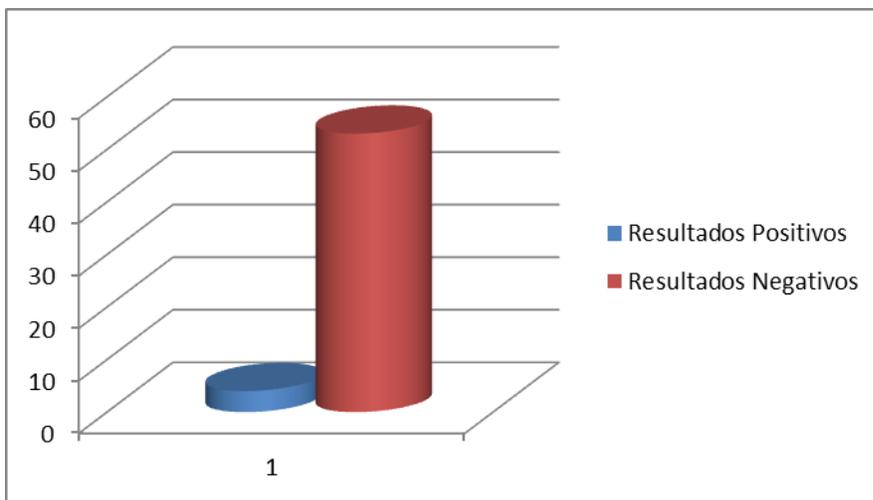


### 3.5 INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

#### 3.5.1 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO SEPTIEMBRE-DICIEMBRE DEL 2011.

TABLA 1. METANOL SEPTIEMBRE- DICIEMBRE DEL 2011

| N° de Muestras | Resultados Positivos | Resultados Negativos |
|----------------|----------------------|----------------------|
| 57             | 4                    | 53                   |



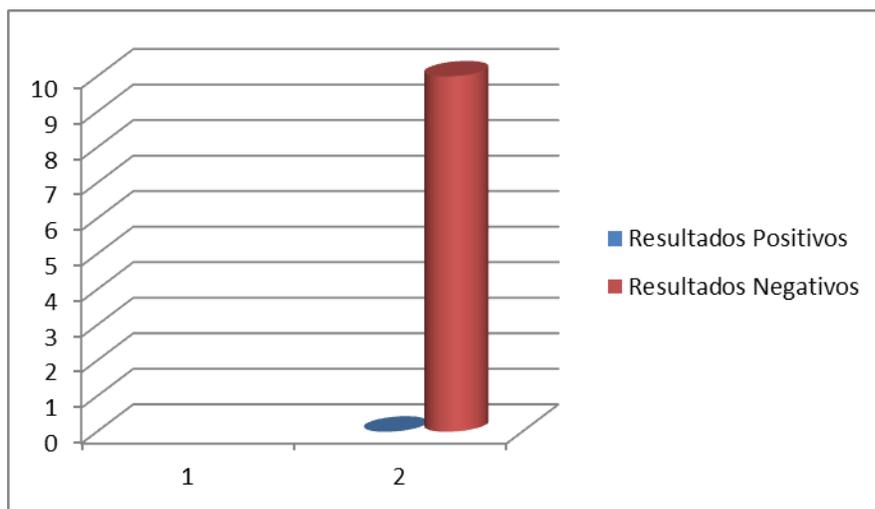
#### INTERPRETACIÓN:

De acuerdo al análisis de metanol que se realizó en 57 muestras de sangre se determinó que el 7.01 % son resultados positivos; mientras que el 92.9 % representan resultados negativos.

### 3.5.2 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE 2011.

TABLA 2. METANOL SEPTIEMBRE 2011

| Nº de Muestras | Resultados Positivos | Resultados Negativos |
|----------------|----------------------|----------------------|
| 10             | 0                    | 10                   |



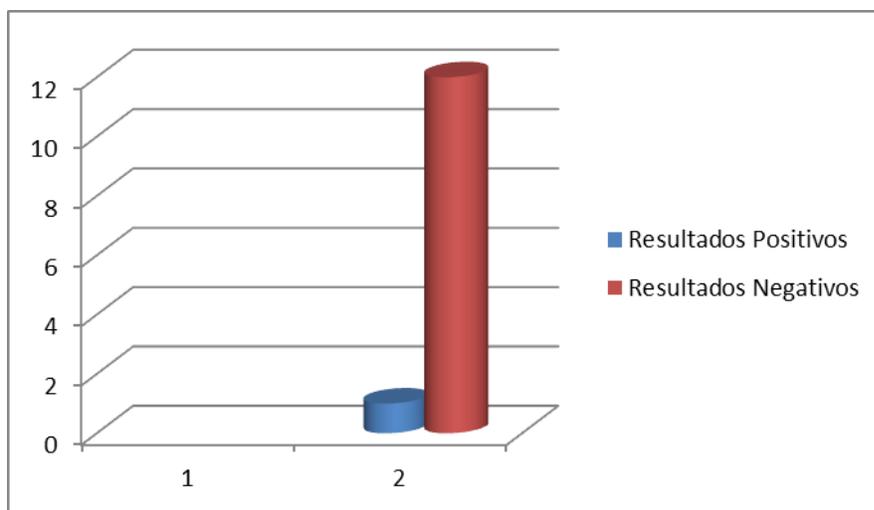
#### INTERPRETACIÓN:

De acuerdo al análisis de metanol que se realizó en 10 muestras de sangre durante el mes de Septiembre, se determinó que el 0 % indican los resultados positivos; en tanto que el 100 % muestran los resultados negativos.

**3.5.3 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE OCTUBRE 2011.**

**TABLA 3. METANOL OCTUBRE 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 13                    | 1                           | 12                          |



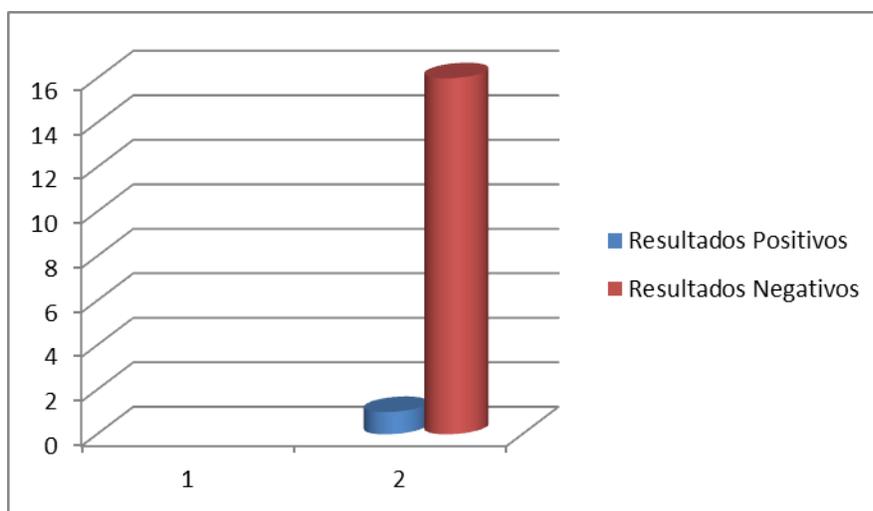
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de metanol que se realizó en 13 muestras de sangre durante el mes de Octubre, se determinó que el 7.7 % representan los resultados positivos; mientras que el 92.3 % indican los resultados negativos.

**3.5.4 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE NOVIEMBRE 2011.**

**TABLA 4. METANOL NOVIEMBRE 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 17                    | 1                           | 16                          |



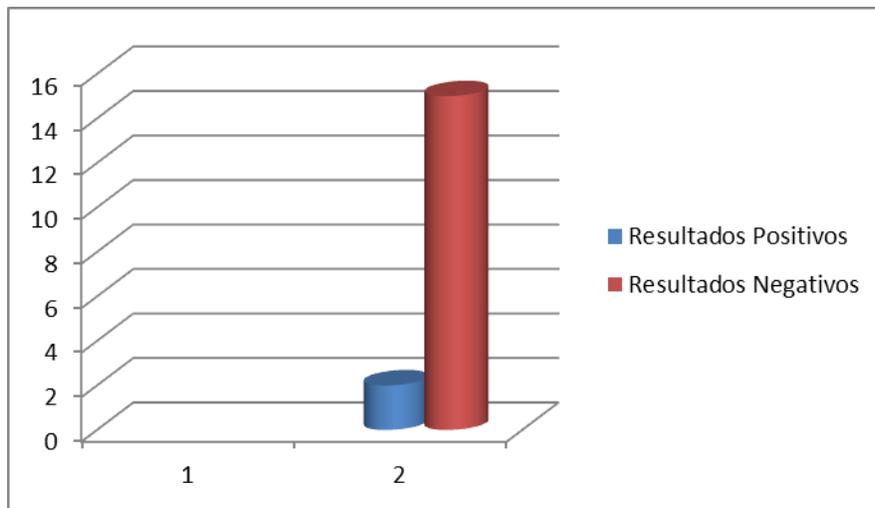
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de metanol que se realizó en 17 muestras de sangre durante el mes de Noviembre, se estableció que el 5.8 % revelan los resultados positivos; en tanto que el 94.2% muestran los resultados negativos.

**3.5.5 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE DICIEMBRE 2011.**

**TABLA 5. METANOL DICIEMBRE 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 17                    | 2                           | 15                          |



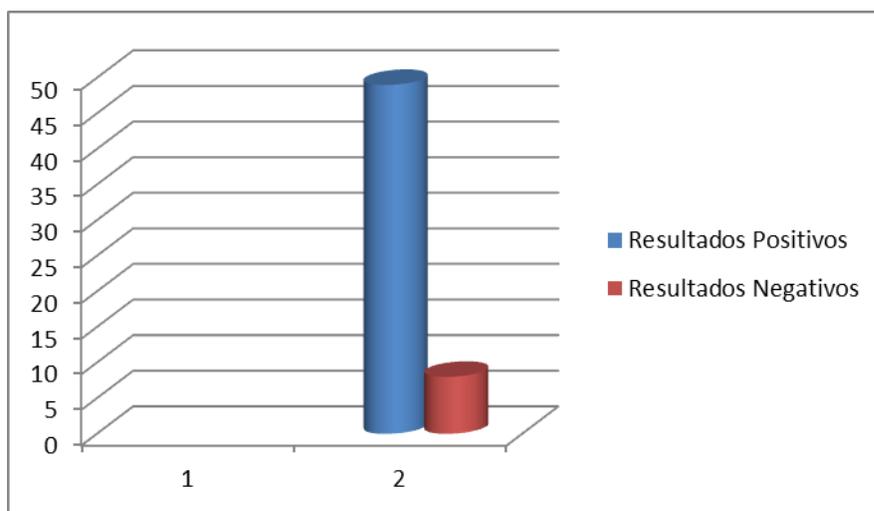
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de metanol que se realizó en 17 muestras de sangre durante el mes de Diciembre, se determinó que el 11.8 % indican los resultados positivos; mientras que el 88.2 % muestran los resultados negativos.

**3.5.6 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE ETANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO SEPTIEMBRE-DICIEMBRE DEL 2011.**

**TABLA 6. ETANOL SEPTIEMBRE- DICIEMBRE DEL 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 57                    | 49                          | 8                           |



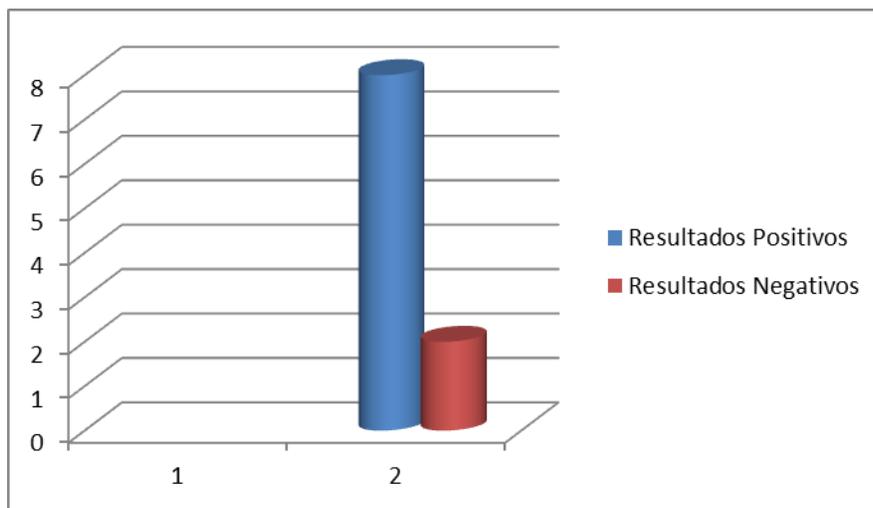
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de etanol que se realizó en 57 muestras de sangre se determinó que el 86 % son resultados positivos; mientras que el 14 % representan resultados negativos.

**3.5.7 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE ETANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE SEPTIEMBRE 2011.**

**TABLA 7. ETANOL SEPTIEMBRE 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 10                    | 8                           | 2                           |



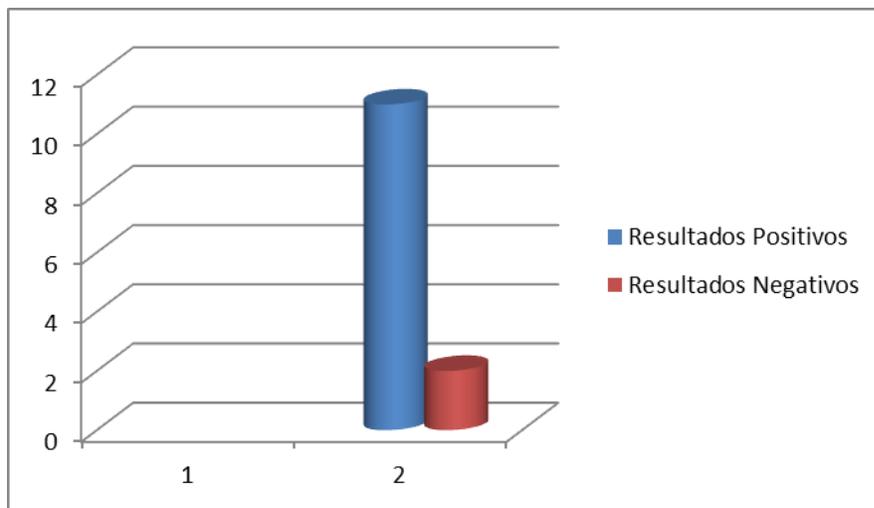
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de alcohol etílico que se realizó en 10 muestras de sangre durante el mes de Septiembre, se determinó que el 80 % indican los resultados positivos; en tanto que el 20 % muestran los resultados negativos.

**3.5.8 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE ETANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE OCTUBRE 2011.**

**TABLA 8. ETANOL OCTUBRE 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 13                    | 11                          | 2                           |



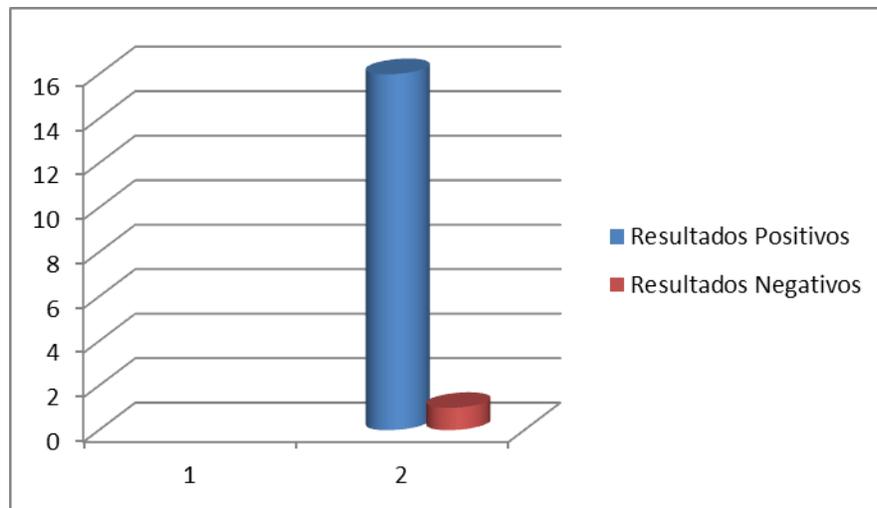
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de etanol que se realizó en 13 muestras de sangre durante el mes de Octubre, se determinó que el 84.6 % representan los resultados positivos; mientras que el 15.4 % indican los resultados negativos.

**3.5.9 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE ETANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE NOVIEMBRE 2011.**

**TABLA 9. ETANOL NOVIEMBRE 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 17                    | 16                          | 1                           |



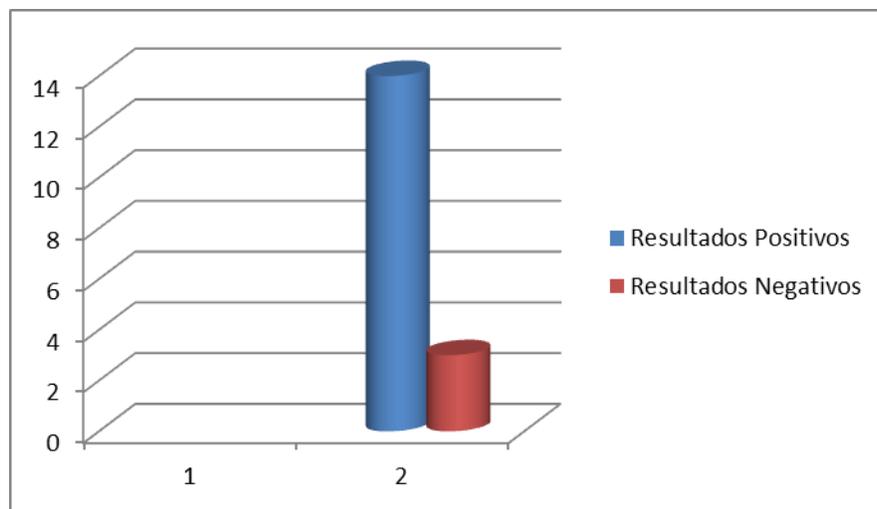
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de metanol que se realizó en 17 muestras de sangre durante el mes de Noviembre, se estableció que el 94.1 % revelan los resultados positivos; en tanto que el 5.9% muestran los resultados negativos.

**3.5.10 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE ETANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL MES DE DICIEMBRE 2011.**

**TABLA 10. ETANOL DICIEMBRE 2011**

| <b>N° de Muestras</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 17                    | 14                          | 3                           |



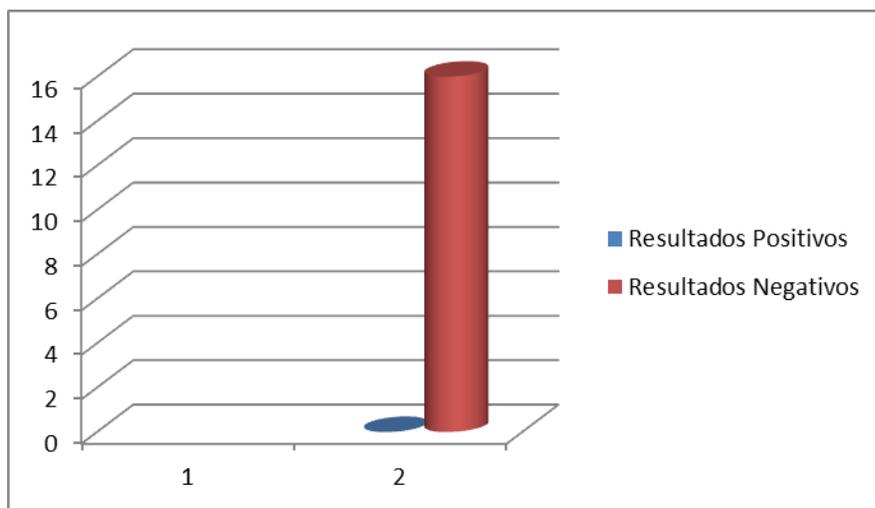
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de metanol que se realizó en 17 muestras de sangre durante el mes de Diciembre, se determinó que el 82.3 % indican los resultados positivos; mientras que el 17.7 % muestran los resultados negativos.

**3.5.11 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2011 CON RELACIÓN AL SEXO FEMENINO.**

**TABLA 11 . METANOL SEXO FEMENINO**

| <b>Sexo Femenino</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 16                   | 0                           | 16                          |



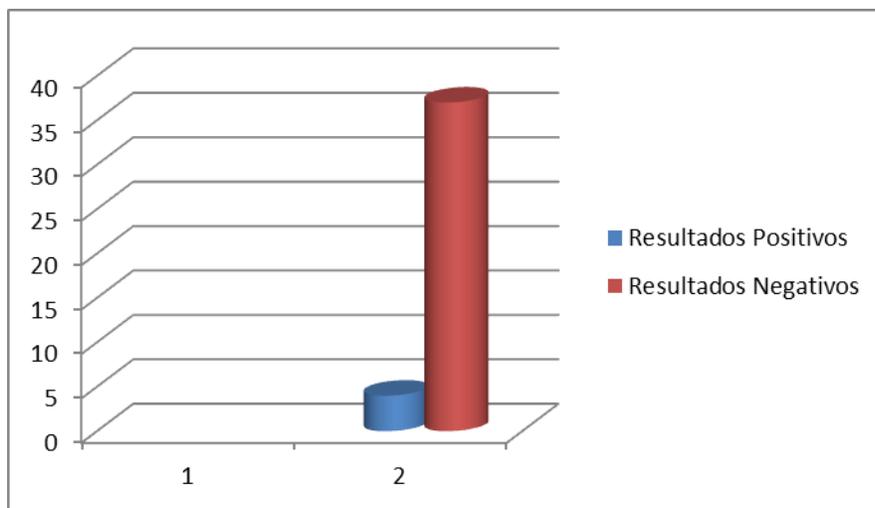
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de Metanol que se realizó en 16 muestras de sangre correspondientes al sexo femenino se comprobó que el 0% son resultados positivos; mientras que el 100 % representan resultados negativos.

**3.5.12 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2011 CON RELACIÓN AL SEXO MASCULINO.**

**TABLA 12. METANOL SEXO MASCULINO**

| <b>Sexo Masculino</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 41                    | 4                           | 37                          |



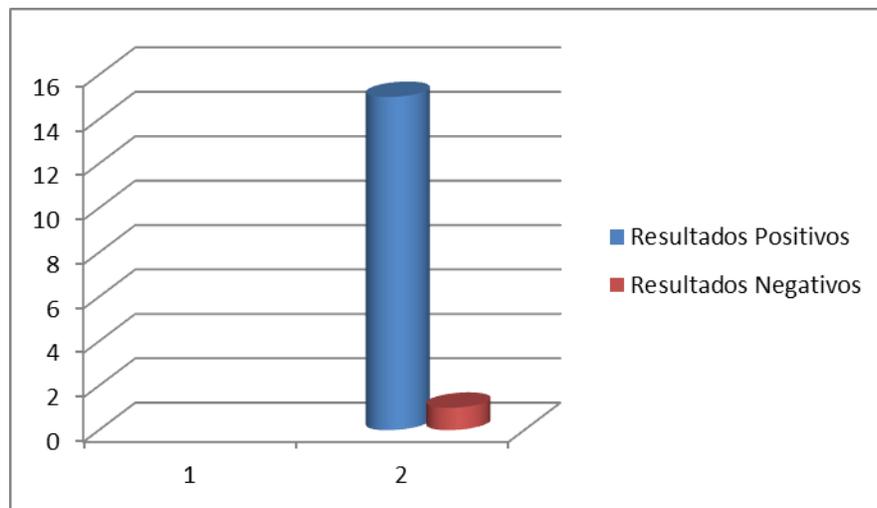
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de Metanol que se realizó en 41 muestras de sangre correspondientes al sexo masculino se estableció que el 9.7% muestran resultados positivos; mientras que el 90.3 % representan resultados negativos.

**3.5.13 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE ETANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2011 CON RELACIÓN AL SEXO FEMENINO.**

**TABLA 13. ETANOL SEXO FEMENINO**

| <b>Sexo Femenino</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 16                   | 15                          | 1                           |



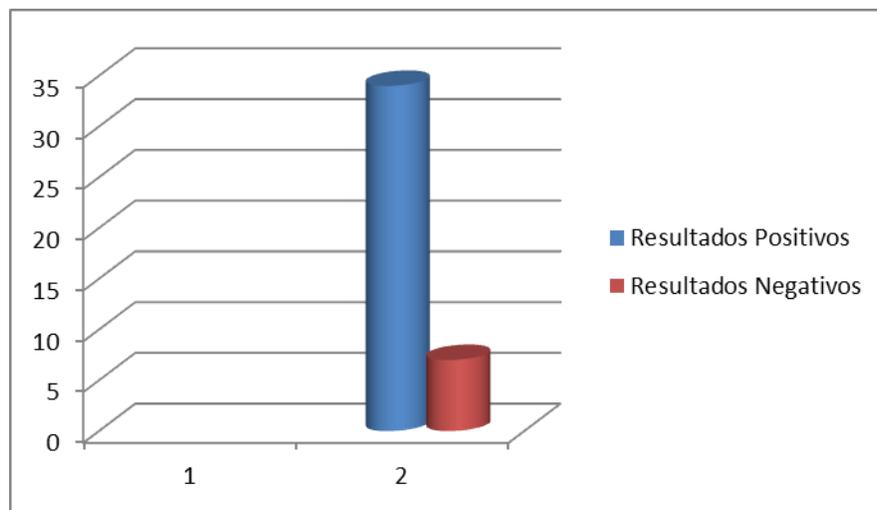
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de etanol que se realizó en 16 muestras de sangre correspondientes al sexo femenino se comprobó que el 93.8% son resultados positivos; mientras que el 6.2% representan resultados negativos.

**3.5.14 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2011 CON RELACIÓN AL SEXO MASCULINO.**

**TABLA 14. ETANOL SEXO MASCULINO**

| <b>Sexo Masculino</b> | <b>Resultados Positivos</b> | <b>Resultados Negativos</b> |
|-----------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| 41                    | 34                          | 7                           |



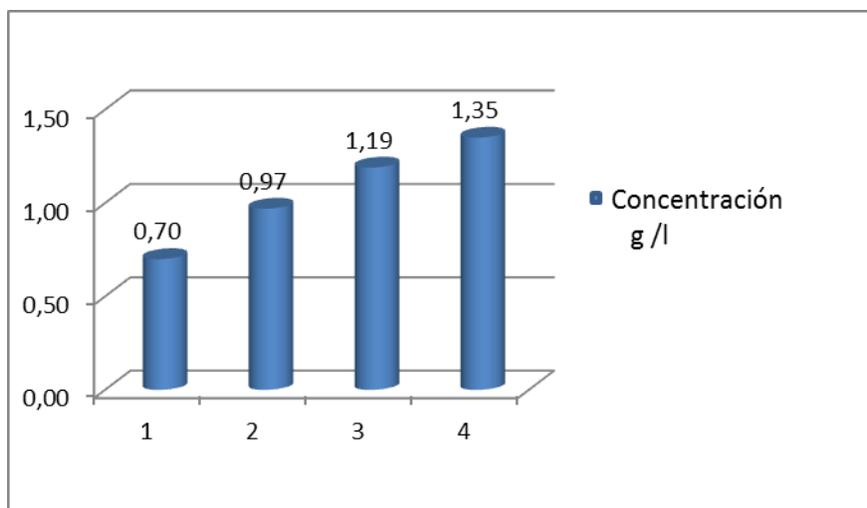
**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de Metanol que se realizó en 41 muestras de sangre correspondientes al sexo masculino se estableció que el 83% muestran resultados positivos; mientras que el 17 % indican resultados negativos.

**3.5.15 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS ANÁLISIS POSITIVOS DE METANOL EN MUESTRAS DE SANGRE QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO DURANTE EL PERIODO DE SEPTIEMBRE-DICIEMBRE 2011 CON RESPECTO A LAS CONCENTRACIONES.**

**TABLA 15. METANOL POSITIVO / CONCENTRACIONES**

| Muestra | Concentración g/l |
|---------|-------------------|
| 1       | 0,70              |
| 2       | 0,97              |
| 3       | 1,19              |
| 4       | 1,35              |



**INTERPRETACIÓN:**

De acuerdo al análisis de las muestras positivas para Metanol se establecieron las siguientes concentraciones; 0.70 g/l, 0.97 g/l, 1.19 g/l. y 1.35g/l respectivamente.

## **CAPITULO IV**

### **4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- ✓ Mediante esta investigación se ha logrado conocer la toxicocinética es decir el metabolismo, absorción, distribución y eliminación del alcohol metílico en el organismo, obteniéndose a tiempo señales de alerta para intervenir rápidamente frente a estas intoxicaciones.
- ✓ Por medio del proceso de destilación se logró extraer o purificar al metanol presente en muestras de sangre que ingresaron al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de Chimborazo.
- ✓ A través del método de cromatografía de gases se determinó la concentración exacta del alcohol metílico en las muestras de sangre.
- ✓ Se analizaron 57 muestras de sangre, estableciéndose que el 92.9 % representan resultados negativos para metanol; en tanto que solo un 7.01% indican resultados positivos para el mismo, de acuerdo a los datos estadísticos obtenidos en la investigación; cuyas concentraciones son: 0.70 g/l, 0.98 g/l, 1.19 g/l, 1.35 g/l respectivamente.

#### **4.2 RECOMENDACIONES**

- Todos los materiales que se van a utilizar deberán estar adecuadamente estériles para el análisis, posteriormente conviene desecharlos o lavarlos de acuerdo a su uso.
- El uso de reactivos, equipos de laboratorio y muestras, cuyo peligro se desconoce pueden causar intoxicaciones y contaminación por lo que es necesario conocer

exactamente la manipulación de los productos, y leer detenidamente las instrucciones del fabricante.

- Es necesario seguir la guía práctica que describe el protocolo preciso para la cuantificación del alcohol metílico mediante cromatografía de gases, cumpliendo así con cada paso detallado en la misma y con la finalidad de evitar errores durante el proceso.
- Para la inyección de la muestra en el cromatógrafo de gases se debe tomar el volumen exacto, para así obtener resultados exactos y confiables.
- Se debe establecer las temperaturas indicadas como  $T_i$  60°C,  $T_f$  160°C aplicando el tiempo adecuado, para un análisis apropiado de tóxicos volátiles (alcoholes).
- Para un buen diagnóstico es necesario actualizar los equipos, instrumentos y herramientas de acuerdo a los avances tecnológicos los mismos que ayudaran a mejorar la calidad del servicio y los resultados de los análisis de intoxicación por metanol.

## **BIBLIOGRAFÍA:**

1. CASARETT Y DOULL, Manual de Toxicología, 5ta edición, Editorial Mc Graw Hill, México 2001 pág. 59-61.
2. CÓRDOVA, D., TOXICOLOGÍA. (4ª ed.) Barcelona, España, Editorial Manual Moderno, pág. 379-386. (2000)
3. GARCIA A Alejandro, Toxicología general apuntes básicos. pág. 356-358. Edición 1975.
4. GISBERT CALABUIG, J.A. Y VILLANUEVA, E, medicina legal y toxicología (5ª ed.)Barcelona, España: Masson (capitulo 65).(1999).
5. LADRON DE GUEVARA, J. Y MOYA PUEYO V., Toxicología Médica Clínica y Laboral. 1ª Edición, Madrid: Mc. Graw- Hill Interamericana de España. pág. 785 , (1995)
6. REPPETO, Manuel, Toxicología Fundamental, Edición IV pág. 491-499
7. TRUE; DREISBACH, Manual de Toxicología clínica de Dreisbach: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. Editorial Manual Moderno, pág. 225-229 7ª edición.
8. VALENCIA ICAZA, Álvaro, Diccionario de Introducción a la Criminalística. Ed. Grijalbo, Bogotá pág. 123 (2002).
9. [http://www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte\\_1/metanol.html](http://www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/parte_1/metanol.html).
10. <http://www.bio-nica.info/Biblioteca/Gutierrez-Intoxicacion-Metanol.pdf>.
11. <http://www.quiminet.com/articulos/la-cromatografia-de-gases-18302.htm>.
12. [http://www.edutecne.utn.edu.ar/procesos\\_fisicoquimicos/Obtencion\\_de\\_Metanol](http://www.edutecne.utn.edu.ar/procesos_fisicoquimicos/Obtencion_de_Metanol)
13. <http://www.textoscientificos.com/quimica/metanol>.

ANEXOS

**ANEXO N° 01**

**RESPALDO FOTOGRÁFICO**

**DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE CHIMBORAZO**



**Fuente:** Quito Mónica, Guilcapi Miryan

**LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE**



**Fuente:** Quito Mónica, Guilcapi Miryan

## ANFITEATRO MUNICIPAL DE RIOBAMBA



**Fuente:** Quito Mónica, Guilcapi Miryan

## SALA DE AUTOPSIAS



**Fuente:** Quito Mónica, Guilcapi Miryan

## CÁDAVER EN LA SALA DE AUTOPSIAS



**Fuente:** Quito Mónica, Guilcapi Miryan

**ANEXO N°02  
HOJA DE LA CADENA DE CUSTODIA**



**Departamento de Criminalística de Policía Judicial de Chimborazo**

**CADENA DE CUSTODIA N°.....**

Con fines periciales se recibe la evidencia:

.....  
.....  
.....

Oficio recibido: .....

Entregado por: ..... Firma:.....

CI:.....

Recibido por: ..... Firma.....

CI.....

Fecha: ..... Hora: .....

---

Entregado por: ..... Firma:.....

CI:.....

Recibido por: ..... Firma.....

CI.....

Fecha: ..... Hora: .....

---

Entregado por: ..... Firma:.....

CI:.....

Recibido por: ..... Firma.....

CI.....

Fecha: ..... Hora: .....

---

Entregado por: ..... Firma:.....

CI:.....

Recibido por: ..... Firma.....

CI.....

Fecha: ..... Hora: .....

---

Informe técnico de: ..... Pericia N°.....

Fecha:.....

Realizado por: .....

**ANEXO N° 03**

**ESPECIE VALORADA DE ALCOHOLEMIA**

**COMISIÓN NACIONAL  
DEL TRANSPORTE TERRESTRE,  
TRÁNSITO Y SEGURIDAD VIAL**

**40.00  
USD  
ESPECIE VALORADA**

FORM. No. **A** **0000635**

CODIGO 13.01.08.201

**SERVICIO DE ALCOHOTECTOR**

APELLIDOS: MOCHA BAGUA

NOMBRES: JOSE

C.I. / PASAPORTE: \_\_\_\_\_ FECHA DE LA PRUEBA: \_\_\_\_\_

LUGAR: \_\_\_\_\_ HORA: \_\_\_\_\_

TECNICO RESPONSABLE \_\_\_\_\_ GRADO DE ALCOHOL EXPIRADO \_\_\_\_\_

IMM INSTITUTO GEOGRAFICO MILITAR TEL: 3921170 / Desde 001 Hasta 7.000 es

**ANEXO N° 04**

**REPORTE DE ANÁLISI TOXICOLÓGICO PARA ALCOHOL METÍLICO**



**POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR  
DIRECCIÓN NACIONAL DE LA POLICÍA JUDICIAL  
DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE CHIMBORAZO**

Oficio No. ....  
Riobamba,.... de..... del 20.....  
Informe Toxicológico N° alc-.....

CASO: .....

Dr. ....

**AGENTE FISCAL DE CHIMBORAZO**

En su despacho.-

De mi consideración:

El suscrito Dr. ...., legalmente posesionado, presenta el siguiente Informe Toxicológico.

**I. OBJETO DE LA PERICIA**

Análisis Toxicológico.

**2.- ELEMENTOS RECIBIDOS:**

En el Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de Chimborazo, el día..... y Hora: ....., se recibe por parte del señor Dr. ...., médico legista de la Provincia de Chimborazo lo siguiente: un tubo de ensayo rotulado ....., Agente Fiscal Dr. ...., el mismo que contiene muestra de sangre, para lo cual se solicita realizar el análisis de alcoholemia.

**IV. CONCLUSIONES**

El resultado del análisis de alcohol etílico del señor: .....

ES: .....

El resultado del análisis de alcohol metílico del señor: .....

ES: .....

Es todo cuanto puedo advertir.

NOTA: SE CONSUMIÓ TODA LA MUESTRA

Atentamente,

DIOS PATRIA Y LIBERTAD

Dr.....

PERITO QUÍMICO DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE  
CHIMBORAZO

DISTRIBUCIÓN:

Original: Destino

Copia: ARCHIVO CRIMINALÍSTICA

Dirección: Orozco 40-30 y Av. Carlos Zambrano

Correo Electrónico: [crimilt\\_chimborazo@yahoo.com](mailto:crimilt_chimborazo@yahoo.com)

Fono: 2967755

**“EN TU APOYO ESTÁ NUESTRA FUERZA”**



**POLICÍA NACIONAL DEL ECUADOR  
DIRECCION NACIONAL DE LA POLICÍA JUDICIAL  
DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE CHIMBORAZO**

Oficio No. ....  
Riobamba,.... de..... del 20.....

Dr. ....

**AGENTE FISCAL DE CHIMBORAZO**

Presente.-

De mi consideración:

Por medio del presente me permito remitirle a Usted, el Informe Pericial Toxicológico No. alc-....., correspondiente al Caso: ....., elaborado por el Dr. ....

Por su gentileza aprovecho la oportunidad para expresarle mis sentimientos de alta consideración y estima.

Atentamente,

**DIOS PATRIA Y LIBERTAD**

Lic. Danny Ortiz Vásquez

Mayor de Policía

**JEFE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE CHIMBORAZO**

DISTRIBUCIÓN:

Original: Destino

Copia: ARCHIVO CRIMINALÍSTICA

Dirección: Orozco 40-30 y Av. Carlos Zambrano

Correo Electrónico: [crimilt\\_chimborazo@yahoo.com](mailto:crimilt_chimborazo@yahoo.com)

Fono: 2967755

**“EN TU APOYO ESTÁ NUESTRA FUERZA”**

**ANEXO N°05**



**HOJA DE PEDIDO PARA ANÁLISIS DE ALCOHOL**

**“LEOPOLDO IZQUIETA PEREZ”  
QUITO-ECUADOR**

**SOLICITUD DE ANÁLISIS TOXICOLÓGICO**

|  |  |
|--|--|
| Solicitado por   |  |
| Unidad de salud  |  |
| Fecha  |  |
| Nombre del paciente  |  |
| Edad   |  |
| Ocupación  |  |
| Antecedentes a la Intoxicación   |  |
| Cuadro clínico (signos, síntomas, tratamiento aplicado, estado del paciente) |  |
| Tipo de muestra  |  |
| Fecha y hora de la toma de muestra   |  |
| Fecha y hora de ingreso al laboratorio                                       |  |

**ANÁLISIS SOLICITADO:**

**VOLATILES**

Alcohol etílico (x)  
Alcohol metílico (x)  
Formaldehido  
Hidrocarburos

**ANTICONVULSIVANTES**

Carbamazepina  
Fenobarbital  
Difenihidantohína

**PLAGUICIDAS**

Organoclorados  
Organofosforados  
Carbamatos  
Cumarínicos  
Piretroides  
Bipiridilos  
Atrazinas

**DROGAS DE ABUSO**

Anfetaminas  
Barbitúricos  
Benzodiacepinas  
Cocaína  
Canabinnoles/Marihuana  
Dep del opio  
Alcaloides/escopolamina

**MEDICAMENTOS**

Salicilatos  
Paracetamol  
Tiopental  
AINE  
Otros.....

**INORGÁNICOS**

Fósforos  
Plomo  
Mercurio

**GASEOSOS**

Carboxihemoglobina  
Cianuros

**OTRAS SUST. QUIMICAS**

.....  
.....

Nombre/ Firma/ Código /Médico

/Cédula N°