



# **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

## **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

### **CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISTOPATOLÓGICO**

#### **TÍTULO:**

**"DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS PIRETROIDES EN MUESTRAS DE  
ASPIRADO GÁSTRICO POR EL MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN  
CAPA FINA QUE INGRESAN AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE  
DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA JUDICIAL  
DE CHIMBORAZO"**

**Tesina de grado previo a la obtención del Título de Licenciado en  
Ciencias de la Salud en la Especialidad Laboratorio Clínico e  
Histopatológico**

#### **AUTORES:**

Alcívar Arias Edison Hernán

Coba Llanda Walter Xavier

#### **TUTOR:**

Dr. Wilson Moncayo.



## **UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

### **FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

#### **CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E HISPATOLÓGICO**

##### **TÍTULO:**

"DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS PIRETROIDES EN MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO POR EL MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA QUE INGRESAN AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA JUDICIAL DE CHIMBORAZO EN EL PERIODO DE NOVIEMBRE DEL 2012 - ABRIL DEL 2013"

##### **APROBADO POR LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL**

Lic. Mercedes Balladares

Presidenta

\_\_\_\_\_

FIRMA

Doc. Wilson Moncayo

Miembro

\_\_\_\_\_

FIRMA

M.S.C Clara Mayorga

Miembro

\_\_\_\_\_

FIRMA

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Nosotros: Alcívar Arias Edison Hernán, Caba Llanda Walter Xavier somos responsables de las ideas, criterios, pensamientos y resultados expuestos en el presente trabajo de investigación y los derechos de autoría pertenecen a la gloriosa Universidad Nacional de Chimborazo

## **ACEPTACIÓN DEL TUTOR**

Por la presente, hago constar que he leído el protocolo del Proyecto de Grado presentado por los señores **Alcívar Arias Edison Hernán** con **C.I 060297391-9** y **Coba Llanda Walter Xavier** con **CI. 060470606-9**, y que acepto asesorar a los estudiantes en calidad de tutor, durante la etapa del desarrollo del trabajo hasta su presentación y evaluación.

---

**TUTOR: Dr. Wilson Edwin Moncayo Molina**

**Analista Químico Forense del Departamento de Criminalística de  
Chimborazo**

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por su infinita bondad, y por haber estado conmigo en los momentos que más lo necesitaba, al darme salud, fortaleza, responsabilidad y sabiduría. A mis Padres, Milton y Bertha por ser los mejores, al dedicar su tiempo y esfuerzo para ser un hombre de bien. A mis hermanos, que con su ejemplo y dedicación me han instruido para seguir adelante en mi vida profesional. De todo corazón a mi mujer y mi hija, a quienes amo mucho y son mi todo para seguir adelante y no bajar los brazos en los momentos difíciles,

Alcívar Arias Edison Hernán

## **AGRADECIMIENTO**

Mi agradecimiento en primer lugar va dirigido a Dios por darme la oportunidad de vivir y poder cumplir con mis sueños, también a mis padres y hermanos por ser el pilar fundamental en mi estudio y por su apoyo indispensable hasta la culminación de mi carrera.

Coba Llanda Walter Xavier

## **DEDICATORIA**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy. A mi madre amada, por darme la vida, y ser el pilar fundamental en mi vida. A mí querido padre y hermano que aunque no se encuentran físicamente conmigo siempre me bendicen. A mis hermanos, por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho. A mí amada esposa e hija, por su apoyo incondicional y por compartir los buenos y malos momentos conmigo.

Alcívar Arias Edison Hernán

## **DEDICATORIA**

Con mucho cariño y amor dedico esta investigación a mis padres y hermanos quienes me dieron su apoyo incondicional durante el trayecto de mi vida estudiantil. Y de manera especial a Guillermo mi hermano quien a pesar de no estar en este mundo físicamente siempre su imagen perdurara en mi corazón quien lleva la esperanza de volverlo a ver en la eternidad.

Coba Llanda Walter Xavier

## INDICE GENERAL

1.	Problematización.....	3
1.1	Planteamiento del problema .....	3
1.2	Formulación del problema.....	4
1.3	Objetivos.....	5
1.3.1	Objetivo general.....	5
1.3.2	Objetivos específicos .....	5
1.4	Justificación .....	6
2.	Marco teórico.....	8
2.1	Posicionamiento teórico personal .....	8
2.2	Fundamentación teórica.....	8
2.2.1	Plaguicidas.....	8
2.2.2.2	Estructura química .....	12
2.2.2.3	Etiología de las intoxicaciones de los piretroides .....	12
2.2.2.4	Acción contaminante, persistencia y degradación .....	13
2.2.2.5	Clasificación de los piretroides.....	13
2.2.2.6	Propiedades físicas-químicas de los piretroides .....	14
2.2.2.7	Mecanismo de acción de los piretroides .....	15
2.2.3	Toxicocinética de los piretroides .....	16
2.2.3.1	Absorción:.....	16
2.2.3.2	Distribución: .....	17
2.2.3.3	Metabolismo:.....	17
2.2.3.4	Eliminación:.....	18
2.2.4	Signos y síntomas.....	19
2.2.4.1	Dosis tóxica.....	20
2.2.4.2	Tratamiento.....	20
2.2.5	Extracción líquido-líquido.....	22
2.2.5.1	Coeficiente de distribución o reparto.....	23

2.2.5.2	Grado máximo de extracción .....	24
2.2.5.3	Selectividad de la extracción.....	25
2.2.5.4	Intervalo de concentración y grado de recuperación.....	25
2.2.5.5	Solventes más utilizados en toxicología.....	26
2.2.5.6	Purificación del extracto .....	27
2.2.5.7	Reparto entre dos solventes inmiscibles.....	28
2.2.5.8	Identificación y estimación de la cantidad del tóxico en el extracto .	28
2.2.5.9	Muestras para análisis toxicológico.....	29
2.2.5.10	Recepción de muestras en el laboratorio.....	30
2.2.5.11	Toma de muestra de aspirado gástrico.....	31
2.2.6	Cromatografía de capa fina (TLC).....	33
2.2.6.1	Interacción de la muestra entre la fase estacionaria y fase móvil ...	36
2.2.6.2	Recorrido de la muestra en la fase estacionaria .....	38
2.2.6.3	Elección del eluyente .....	39
2.2.7	Reveladores.....	41
2.2.7.1	Métodos físicos: .....	41
2.2.7.2	Métodos químicos: .....	41
2.2.7.3	Factor de retención (Rf) .....	42
2.2.7.3.2	Análisis cuantitativo.....	44
2.2.8	Cadena de custodia .....	45
2.2.8.1	Ingreso, custodia y análisis de indicios en el laboratorio.....	46
2.2.8.2	Prueba Material o Evidencia Física.....	47
2.2.9	Control de calidad .....	49
2.2.10	Normas de bioseguridad.....	50
2.2.10.1	Manejo de Residuos .....	52
2.2.11	Procedimiento de piretroides en muestras de aspirado gástrico.....	53
2.2.11.1	Toma de muestra de aspirado gástrico.....	54
2.2.12	Preparación de los estándares .....	61



2.2.13 Preparación de los reveladores .....	65
2.2.14 Extracción de piretroides de las muestras de aspirado gástrico .....	68
2.2.15 Preparación del sistema de solventes.....	72
2.2.16 Desarrollo de la cromatografía.....	73
2.2.17 Reveladores.....	75
2.2.18 Cálculos y resultados.....	77
2.3 Definición de términos básicos .....	79
2.4 Hipótesis y variables .....	82
2.4.1 Hipótesis .....	82
2.4.2 Variables.....	82
2.5 Operacionalización de variables .....	83
3. Marco metodológico .....	84
3.1 Método.....	84
3.1.1 Tipo de investigación .....	84
3.1.2 Diseño de la investigación .....	84
3.1.3 Tipo de estudio .....	84
3.2 Población y muestra.....	84
3.2.1 Población .....	84
3.2.2 Muestra.....	84
3.3 Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	85
3.4 Técnicas para el análisis e interpretación de resultados.....	85
4. Análisis e interpretación de resultados.....	86
5. Conclusiones y recomendaciones .....	98
5.1 Conclusiones .....	98
5.2 Recomendaciones .....	99

## INDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO N° 1 Plaguicidas comunes en el medio.....	8
GRÁFICO N° 2 Piretroide.....	9
GRÁFICO N° 3 Estructura química de los piretroides más comunes.....	12
GRÁFICO N° 4 Cypermetrina.....	14
GRÁFICO N° 5 Toxicocinética de los compuestos piretroides.....	16
GRÁFICO N° 6 Proceso de extracción líquido-líquido.....	22
GRÁFICO N° 7 Recepción de muestras.....	30
GRÁFICO N° 8 Muestras de aspirado gástrico.....	31
GRÁFICO N° 9 Proceso de cromatografía en capa fina.....	35
GRÁFICO N° 10 Fase estacionaria y fase móvil.....	36
GRÁFICO N° 11 Muestra y fase estacionaria.....	38
GRÁFICO N° 12 Sistema de eluyentes.....	39
GRÁFICO N° 13 Revelado con lámpara UV.....	41
GRÁFICO N° 14 Revelado con permanganato de potasio.....	41
GRÁFICO N° 15 Determinación de Rf.....	42
GRÁFICO N° 16 Cadena de custodia de las muestras.....	45
GRÁFICO N° 17 Control de calidad en el laboratorio.....	49
GRÁFICO N° 18 Utilización de normas de bioseguridad.....	50
GRÁFICO N° 19 Toma de muestra de aspirado gástrico de un cadáver....	55
GRÁFICO N° 20 Aspirado gástrico.....	57

GRÁFICO N° 21 Procedimiento de la cadena de custodia.....	58
GRÁFICO N° 22 Recepción de muestras en el laboratorio de química.....	60
GRÁFICO N° 23 Estándares de piretroides.....	61
GRÁFICO N° 24 Preparación de cipermetrina.....	62
GRÁFICO N° 25 Preparación alfacipermetrina.....	63
GRÁFICO N° 26 Preparación deltacipermetrina.....	64
GRÁFICO N° 27 Permanganato de potasio 0,5 normal.....	65
GRÁFICO N° 28 Ácido sulfúrico 2 normal.....	66
GRÁFICO N° 29 Ácido clorhídrico 16%.....	67
GRÁFICO N° 30 Proceso de extracción de los compuestos piretroides.....	68
GRÁFICO N° 31 Capilares en proceso.....	69
GRÁFICO N° 32 Proceso preparación de la placa sílica gel.....	70
GRÁFICO N° 33 Sistemas de solventes para análisis de piretroides.....	72
GRÁFICO N° 34 Aplicación de los estándares y las muestras.....	73
GRÁFICO N° 35 Proceso cromatográfico.....	74
GRÁFICO N° 36 Revelado físico con luz UV.....	75
GRÁFICO N° 37 Revelado químico con $\text{kmno}_4$ .....	76
GRÁFICO N° 38 Revelado con ácido sulfúrico.....	76
GRÁFICO N° 39 Muestras de aspirado gástrico para el análisis de piretroides periodo noviembre del 2012 - abril del 2013.....	86
GRÁFICO N 40 Datos estadísticos de los factores de retención de los estándares utilizados.....	87
GRÁFICO N° 41 Muestras de compuestos piretroides analizadas en	

noviembre del 2012.....	88
GRÁFICO N° 42 Muestras de compuestos piretroides analizadas en diciembre del 2012.....	89
GRÁFICO N° 43 Muestras de compuestos piretroides analizadas en enero del 2013.....	90
GRÁFICO N° 44 Muestras de compuestos piretroides analizadas en febrero del 2013.....	91
GRÁFICO N° 45 Muestras de compuestos piretroides analizadas en marzo del 2013.....	92
GRÁFICO N° 46 Muestras de compuestos piretroides analizadas en abril del 2013.....	93
GRÁFICO N° 47 Datos estadísticos de los factores de retención de las muestras de aspirado gástrico.....	95
GRÁFICO N° 48 Datos estadísticos de las muestras de sexo masculino y femenino.....	96
GRÁFICO N° 49 Datos estadísticos de muestras de aspirado gástrico.....	97

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 1 Clasificación de los piretroides.....	14
TABLA N° 2 Propiedades físico-químicas de los piretroides.....	15
TABLA N° 3 Cuadro de los signos y síntomas de los piretroides.....	20
TABLA N° 4 Muestras para análisis toxicológico y cantidades.....	29
TABLA N° 5 Datos estadísticos de las muestras de aspirado gástrico durante el periodo de noviembre del 2012 - abril del 2013.....	86
TABLA N° 6 Factores de retención de los estándares que se utilizaron para la determinación de piretroides.....	87
TABLA N° 7 Datos estadísticos de compuestos piretroides en el mes de noviembre- 2012.....	88
TABLA N° 8 Datos Estadísticos de compuestos piretroides en el mes de diciembre 2012.....	89
TABLA N° 9 Datos estadísticos de compuestos piretroides en el mes de enero del 2013.....	90
TABLA N° 10 Datos estadísticos de compuestos piretroides en el mes de febrero del 2013.....	91
TABLA N° 11 Datos estadísticos de compuestos piretroides en el mes de marzo del 2013.....	92
TABLA N° 12 Datos estadísticos de compuestos piretroides en el mes de abril del 2013.....	93
TABLA N°13 Datos estadísticos de los factores de retención (Rf) de compuestos.....	94
TABLA N° 14 Datos estadísticos de las muestras que pertenecen a personas de sexo masculino y femenino.....	96
TABLA N° 15 Datos estadísticos de las muestras que ingresaron al laboratorio de noviembre del 2012 – abril del 2013.....	97

## INDICE DE ANEXOS

ANEXO N° 1 Fotografías.....	103
ANEXO N° 2 Oficina de criminalística de la policía judicial de Chimborazo.....	104
ANEXO N° 3 Área de trabajo del laboratorio de química forense de la policía judicial de Chimborazo.....	105
ANEXO N° 4 Revelado físico y químico de los compuestos piretroides en las placas de sílica gel.....	106
ANEXO N° 5 Reactivos y solventes existentes en el laboratorio de química forense.....	107
ANEXO N° 6 Equipos existentes en el laboratorio de química forense...	108
ANEXO N° 7 Hoja de la cadena de custodia.....	109

## RESUMEN

Los piretroides son sustancias químicas que poseen actividad insecticida, es decir ayudan a controlar las denominadas plagas, estos también van afectar directamente a las personas que manipulan dichos compuestos. Por esta razón la presente investigación tiene como finalidad determinar la presencia de compuestos piretroides en muestras de contenido gástrico, procedentes de cadáveres que han llegado hasta la morgue del Cementerio General de la ciudad de Riobamba, el cual se lo realizó en el Laboratorio de Química Forense de la Policía Judicial de la Provincia de Chimborazo, previamente se conocerá el comportamiento del compuesto piretroide, su toxicocinética, que implica su absorción, distribución, metabolismo y eliminación, lo que nos permitirá conocer el daño que puede ocasionar en los seres vivos, posteriormente con las muestras obtenidas se realiza un proceso indispensable que es la extracción líquido - líquido, la cual es una técnica que nos permitirá purificar y extraer de la muestra el compuesto que necesitamos para nuestro estudio, seguidamente se desarrolla una prueba necesaria que constituye la cromatografía en capa fina, siendo un método cualitativo que nos permitirá la identificación del compuesto piretroide, mediante la ayuda del revelador físico (lámpara UV) y el revelador químico (permanganato de potasio 0,5 N), para luego calcular sus respectivos factores de retención (Rf), que sirve de vital importancia para tabular los resultados positivos obtenidos en la investigación, contribuyendo de esta manera con la medicina forense para determinar la causa de muerte de un individuo. Esta investigación ayudará de manera directa, como un aporte oportuno para la sociedad que desconoce del peligro que implica la manipulación y uso de estas sustancias que ponen en gran riesgo la vida de los seres humanos.

## SUMMARY

Pyrethroids is a group of chemicals that have insecticidal activity. It means they help to control pests. These chemicals may also affect directly people who handle these compounds. That is why this research aims to determine the presence of pyrethroid compounds in samples of gastric contents from cadavers that are taken to the morgue of the General Cemetery in the city of Riobamba, which was conducted in the Laboratory of Forensic Chemistry Judicial Police of the Province of Chimborazo, First, the behavior of the pyrethroid compound, its toxicokinetic, involving absorption, distribution, metabolism and elimination will be known. This process will help us to understand how danger this is for human beings, and then with the samples obtained liquid - liquid will be performed. This is a technique that will allow us to purify and extract the needed compound for our study. After, a necessary test is developed which is a thin layer chromatography. The application of a qualitative method will allow the identification of the pyrethroid compound, through a physical developer (VU lamp) and chemical developer (potassium permanganate 0.5 N) and then calculate its retention factors (Fr). These factors are useful to analyze positive results obtained in the research, thus it contributes to the medical examiner to determine the cause of death of an individual. This research will help directly, as a timely contribution to society that ignores the dangers of handling and use of these substances are risks for human beings.



## INTRODUCCIÓN

Los piretroides son un grupo de pesticidas artificiales desarrollados para controlar preponderantemente las poblaciones de insectos (plagas). Este grupo surgió como un intento por parte del hombre de emular los efectos insecticidas de las piretrinas naturales obtenidas del crisantemo.

La obtención de piretrinas sintéticas (denominadas piretroides, es decir, “semejantes a piretrinas”), se remonta a la fabricación de la Aletrina en 1949. Desde ese entonces su uso se ha ido ampliando en la medida en que los demás pesticidas eran acusados de alta residualidad, bioacumulación y carcinogénesis (organoclorados). Los piretroides, en cambio, no poseen estas desventajas y debido a las bajas cantidades de producto necesarias para combatir las plagas su costo operativo es más que conveniente.

En el sector rural estos compuestos son empleados en la agricultura con el fin de controlar, repeler o eliminar las denominadas plagas que afectan a los cultivos e impiden su desarrollo. Al manipular de forma inadecuada estos plaguicidas los agricultores están expuestos a riesgos enormes en los cuales encontramos: las intoxicaciones e incluso la muerte ya que al momento que el tóxico ingresa al organismo va alterar el funcionamiento normal del individuo.

Los piretroides Tipo I producen el “Síndrome T” y se caracteriza por temblor e hiperexcitabilidad a los estímulos, excitabilidad del Sistema Nervioso Central, episodios convulsivos, pupilas con tendencia a la midriasis reactiva e inyección conjuntival externa.

Los piretroides Tipo II producen profusa sialorrea (salivación), incoordinación motora y coreoatetosis, cuadro conocido como “Síndrome CS” el cual tiene

bastante parecido con el de los inhibidores de la colinesterasa. Por esto se debe tener cuidado en el diagnóstico diferencial.

Mediante la presente investigación se trata de capacitar e incentivar a las personas que manipulan estos compuestos a que tomen las debidas precauciones y tengan conocimientos fundamentados científicamente de las consecuencias que provocan los piretroides al ingresar al organismo para evitar la pérdida de vidas humanas. También se trata de llegar a las autoridades a que exista un mayor control de la venta de todos los tipos de plaguicidas y que haya una capacitación a los agricultores los cuales utilizan con mayor frecuencia en las cosechas.

## **CAPITULO I**

### **1. PROBLEMATIZACIÓN**

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

Las intoxicaciones por piretroides se presentan en cualquier individuo independientemente del sexo o edad, debido al mal manejo, manipulación, inhalación o exposición cutánea, ambiental o accidental a estas sustancias, que al ingresar al organismo van alterar el funcionamiento normal del mismo.

En especial en el sector rural se ha incrementado las muertes por estos plaguicidas piretroides que se emplean con fines agrícolas, también existen personas o individuos que ingieren estos compuestos por motivos sentimentales, económicos, sociales, etc. Otros casos del mal uso de estos tóxicos en el sector urbano con fines suicidas, debido a la venta sin restricciones que existe de estos productos y está al alcance de todas las personas.

Estos productos se han utilizado con fines delictivos por personas inescrupulosas que tratan de saldar cuentas o intentan librarse de problemas debido a deudas, propiedades o simplemente venganza utilizando con otros fines que no son los adecuados y aumentando el número de muertes por estos plaguicidas.

Las personas al no conocer las consecuencias que estos tóxicos ocasionan al ingresar al organismo como: daños principalmente en el SNC, hígado, piel, problemas gastrointestinales, respiratorios entre otros, manipulan sin ninguna

medida de protección y están expuestas a sufrir daños que en muchos casos son irreversibles y pueden llegar a causar la muerte.

Otro inconveniente surge con la venta libre de estas sustancias por parte los expendedores hacia los agricultores sin ningún tipo de información sobre la manipulación, preparación, y normas de bioseguridad que ponen en riesgo la vida de muchas personas expuestas a estos compuestos piretroides y solo lo hacen por interés comercial.

## **1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA**

¿Por qué determinamos los compuestos piretroides en muestras de aspirado gástrico mediante el método cromatografía en capa fina, que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo en el periodo Noviembre de 2012 – Abril del 2013?

## **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 OBJETIVO GENERAL**

Determinar los compuestos piretroides en muestras de aspirado gástrico mediante el método de cromatografía en capa fina, que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo durante el periodo de Noviembre del 2012 – Abril del 2013.

### **1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- ✓ Estudiar la toxicocinética es decir la absorción, distribución, metabolismo y eliminación de los compuestos piretroides en el organismo del ser vivo para realizar la práctica fundamentada en el conocimiento científico.
- ✓ Extraer la muestra mediante el método de extracción líquido-líquido para purificar el componente en estudio y obtener una mayor concentración del tóxico.
- ✓ Determinar cualitativamente los compuestos piretroides en muestras de aspirado gástrico por el método de cromatografía en capa fina para verificar si el tóxico en estudio fue la causa de intoxicación o muerte del individuo.
- ✓ Tabular los datos estadísticos obtenidos en el tiempo de prueba en la determinación de piretroides en muestras de aspirado gástrico que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

## 1.4 JUSTIFICACIÓN

El siguiente trabajo de investigación, ha sido realizado debido a la incidencia de personas en nuestro medio que sufren de intoxicaciones por los plaguicidas piretroides, los mismos que se presenta con mayor frecuencia en personas dedicadas a la agricultura especialmente en el sector rural debido a que los piretroides se utilizan como insecticidas, fungicidas, herbicidas, es decir con el fin de controlar las denominadas plagas en el ámbito agrícola, siendo la causa principal la desinformación e ineficientes normas de seguridad en cuanto a la manipulación o formas de protección en cuanto al uso de estos plaguicidas. La complicación debido al ingreso del tóxico al organismo puede variar de acuerdo a la cantidad y su vía de ingreso al organismo, presentándose primero como una intoxicación, llegando muchas de las veces a causar daños irreversibles e incluso la muerte del paciente.

A nivel humano el perjuicio ocasionado es a largo o corto plazo presentando en su organismo daños principalmente en el SNC, hígado, piel, problemas respiratorios, y específicamente se presenta en las personas que manipulan directamente estos compuestos el cáncer de colon y de páncreas terminando muchas de las veces en el deceso de las personas que trabajan con este tipo de sustancia que son altamente tóxicos al ingresar al organismo.

Además producen sintomatología del tracto digestivo como náuseas, vómito y deposiciones diarreicas. A nivel de piel y mucosas, por contacto, producen dermatitis eritematosa vesicular papilar y reacciones de hipersensibilidad tipo anafiláctico, locales como “rash”, dermatitis, conjuntivitis, estornudos y rinitis. Y sistémicas como hiperreactividad bronquial (crisis asmática), neumonitis química o shock anafiláctico.

Mediante este trabajo investigativo se quiere llegar a las autoridades competentes de la ciudad y del país en especial a las personas del sector rural que trabajan en la agricultura y están expuestos a estas clases de intoxicaciones por plaguicidas, debido a que no existen trabajos dedicados directamente a tratar sobre este tema nos hemos visto en la necesidad de realizar esta investigación con el fin de concientizar a todas las personas con charlas, conferencias, talleres, sobre el adecuado manejo, preparación, utilización de normas de bioseguridad, de esta manera ayudar al sector agrícola con información fundamentada científicamente para evitar la pérdida de vidas humanas.

Esta investigación no se ha realizado en ninguna otra institución a nivel Provincial o Nacional, siendo este trabajo el único que se va a realizar en el Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo, que nos va a permitir disminuir la incidencia de intoxicaciones por lo antes expuesto, brindando un mejor servicio a la sociedad y a la comunidad en general, por consiguiente un mejor prestigio a nuestra Institución UNACH.

## 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 incluye la teórica y la práctica.

#### 2.2 FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

##### 2.2.1 PLAGUICIDAS

#### GRÁFICO Nº 1 PLAGUICIDAS COMUNES EN EL MEDIO



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

Según la Organización Mundial de la Salud, un pesticida o plaguicida es cualquier sustancia o mezclas de sustancias, de carácter orgánico o inorgánico, que está destinada a combatir insectos, ácaros, roedores y otras especies indeseables de plantas y animales que son perjudiciales para el hombre o que interfieren de cualquier otra forma en la producción,



elaboración, almacenamiento, transporte, comercialización, producción de alimentos, productos agrícolas, madera y productos de madera o alimentos para animales, también aquellos que pueden administrarse a los animales para combatir insectos arácnidos u otras plagas en o sobre sus cuerpos. <sup>(1)</sup>

### 2.2.2.1 LOS PIRETROIDES

#### GRÁFICO Nº 2 PIRETROIDE



Fuente:<http://www.google.com.ec/imgres?q=piretroides&hl=es>

Los piretroides son moléculas con actividad insecticida que se aplican a cosechas, plantas de jardines, animales domésticos y también directamente a seres humanos. Los piretroides son sustancias químicas que se obtienen por síntesis y poseen una estructura muy parecida a las piretrinas. Generalmente son compuesto más tóxicos para los insectos y también para los peces. Permanecen durante más tiempo en el medio ambiente que las piretrinas ya que la modificación química en su fórmula los hace más estables a la luz solar y el calor. Se hidrolizan por álcalis (en las formulaciones se utilizan derivados de petróleo como disolventes). Son relativamente biodegradables y no causan resistencia entre los insectos.

Los piretroides son un grupo de pesticidas artificiales desarrollados para controlar preponderantemente las poblaciones de insectos plaga. Este grupo

surgió como un intento por parte del hombre de emular los efectos insecticidas de las piretrinas naturales obtenidas del crisantemo , que se venían usando desde 1850.

La obtención de piretrinas sintéticas (denominadas piretroides, es decir, “semejantes a piretrinas”), se remonta a la fabricación de la Aletrina en 1949. Desde ese entonces su uso se ha ido ampliando en la medida en que los demás pesticidas eran acusados de alta residualidad, bioacumulación y carcinogénesis (organoclorados ) y por otra parte el alto efecto tóxico en organismos no plaga y en mamíferos (carbamatos y organofosforados ). Los piretroides, en cambio, no poseen estas desventajas y debido a las bajas cantidades de producto necesarias para combatir las plagas su costo operativo es más que conveniente.

Debido a las ventajas antes señaladas, los piretroides son actualmente una de las principales armas elegidas por los productores agropecuarios y la más importante herramienta en el combate hogareño de los mosquitos. Sus cualidades en este último campo, son su alto poder de volteo y su baja acción en el hombre. En este punto cabe mencionar que interfieren con el funcionamiento normal de los nervios y el cerebro. La exposición breve a niveles muy altos de estos compuestos en el aire, los alimentos o el agua puede causar mareo, dolor de cabeza, náusea, espasmos musculares, falta de energía, alteraciones de la conciencia, convulsiones y pérdida del conocimiento. Hay exámenes que pueden detectar piretrinas y piretroides en la sangre y la orina. Debido a que estos compuestos se degradan rápidamente en el cuerpo, también hay pruebas para medir los productos de degradación de estas sustancias en la sangre y la orina. Estos exámenes sólo son de utilidad si se realizan dentro de unos días después de la

exposición. El examen sólo puede indicar si usted ha estado expuesto a piretrinas o piretroides, pero no puede predecir si ocurrirán efectos adversos.

La Agencia Internacional para la Investigación del Cáncer (IARC) ha determinado que la carcinogenicidad de los piretroides deltametrín, fenvalerato y permetrina no es clasificable.

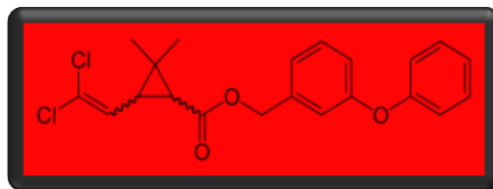
Su acción, como casi todos los insecticidas, es a nivel sistema nervioso, generando una alteración de la transmisión del impulso nervioso. Su efecto fundamental se debe a una modificación en el canal del sodio de la membrana nerviosa. Para explicar el mecanismo de los piretroides distinguimos entre piretroides de tipo I: carentes de grupo alfa ciano en su molécula (aletrina, permetrina, tetrametrina, cismetrina,..)y piretroides de tipo II: poseen el grupo alfa ciano en su molécula (cipermetrina, deltametrina, fenvalerato, fenpropanato,).

Los compuestos de tipo I inducen picos múltiples de descargas en los nervios sensoriales y en los nervios motores y en las interneuronas dentro del sistema nervioso central. Los compuestos de tipo II despolarizan el potencial de las membranas de los axones, esto reduce la amplitud del potencial de acción y lleva a la pérdida de excitabilidad eléctrica. Estos efectos ocurren porque los piretroides prolongan la corriente que fluye por los canales de sodio al hacer más lento o al impedir el cierre de los canales. La duración de las corrientes de sodio modificadas para los compuestos de tipo I dura décimas o centésimas de milisegundos, mientras que las de tipo II duran algunos minutos o aún más.<sup>(2)</sup>

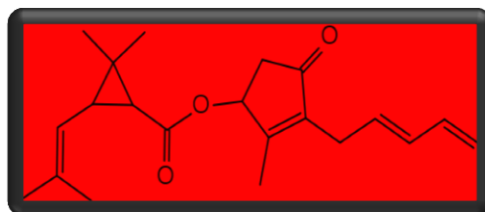
### 2.2.2.2 ESTRUCTURA QUÍMICA

#### GRÁFICO N° 3 ESTRUCTURA QUÍMICA DE LOS PIRETROIDES MÁS COMUNES

##### ALETRINA



##### PERMETRINA



Fuente: <http://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/4/41/piretroides-group-2D.png/220px-piretroid>

### 2.2.2.3 ETIOLOGÍA DE LAS INTOXICACIONES DE LOS PIRETROIDES

Las intoxicaciones accidentales son generalmente de origen profesional, afectando a los obreros que trabajan en la preparación de los insecticidas o a los peones rurales durante o inmediatamente después de la aplicación en los cultivos. Las intoxicaciones alimentarias se deben al consumo de alimentos tratados impropriamente con pesticidas. Las intoxicaciones casuales se

deben generalmente a confusiones, manejo imprudente y falta de vigilancia de los niños. Las intoxicaciones suicidas y criminales se han hecho más frecuentes debido a su alta toxicidad y fácil adquisición. <sup>(3)</sup>

#### **2.2.2.4 ACCIÓN CONTAMINANTE, PERSISTENCIA Y DEGRADACIÓN**

Los piretroides entran al ambiente principalmente debido a su uso como insecticidas. En el aire son degradados rápidamente en 1-2 días por la luz o por otros compuestos que se encuentran en la atmósfera. También pueden adherirse firmemente al suelo y ser degradados por microorganismos en el suelo y en el agua. Son muy poco solubles en agua y quedan retenidos en las capas superficiales del suelo, por lo que normalmente no pasan al agua subterránea.

En las pruebas realizadas con mamíferos se observó que los productos se eliminan con rapidez, en cambio, en las plantas, estudios realizados indican que los piretroides cuando se depositan en las hojas, sufren una isomerización trans-cis y dicho producto forma hidroxí-ésteres, ácido 3-fenoxibenzoico y glicóxidos. La dosis tóxica oral varía entre 100 y 1000 mg/Kg, por lo que se puede incluir en los grupos de plaguicidas III y IV. <sup>(4)</sup>

#### **2.2.2.5 CLASIFICACIÓN DE LOS PIRETROIDES**

Los piretrinas son compuestos naturales derivados de la planta del *Chrysanthemum*. Los Piretroides son derivados sintéticos que se clasifican

en dos grupos. <sup>(5)</sup>

**TABLA Nº 1 CLASIFICACIÓN DE LOS PIRETROIDES**

<b>PIRETRINAS</b>	<b>PIRETROIDES TIPO I</b>	<b>PIRETROIDE TIPO II</b>
Cinerin I y II Piretrin I y II Jasmilin I y II	Permetrina	Cipermetrina Deltametrina Fenvalerate

Fuente: <http://www.cricyt.edu.ar/enciclopedia/terminos/Piretroides.htm>

### 2.2.2.6 PROPIEDADES FÍSICAS-QUÍMICAS DE LOS PIRETROIDES

**GRÁFICO Nº 4 CYPERMETRINA**



Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres?q=propiedades+fisico+quimicas+de+los+piretroides&hl>

Tras su extracción con disolventes, el piretroide es un líquido o aceite viscoso con un color que va desde el amarillo hasta el pardo, dependiendo del grado de pureza. <sup>(6)</sup>

**TABLA Nº 2 PROPIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DE LOS PIRETROIDES**

<b>Factor de conversión</b>	(20 °C, 101 kPa): 1 mg/m <sup>3</sup> = 0,074 ppm
<b>Peso molecular:</b>	328,4
<b>Fórmula molecular:</b>	C <sub>21</sub> H <sub>28</sub> O <sub>3</sub>
<b>Solubilidad:</b>	Insoluble en agua; soluble en una serie de disolventes orgánicos
<b>Punto de ebullición:</b>	146-150 °C (para piretro I) 192-193 °C (para piretro II)

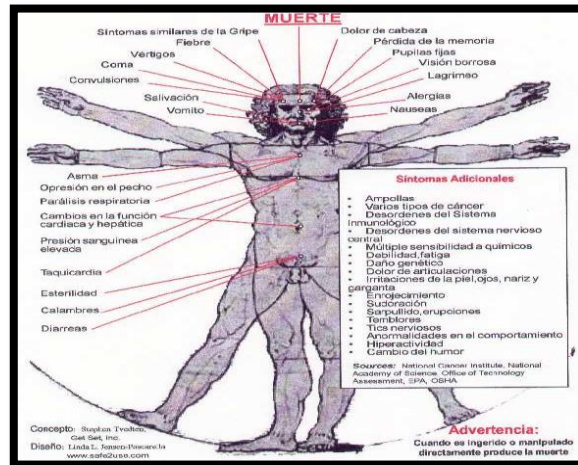
Fuente: <http://www.google.com.ec/imgres?q=propiedades+fisico+quimicas+de+los+piretroides&hl>

### **2.2.2.7 MECANISMO DE ACCIÓN DE LOS PIRETROIDES**

Actúan postergando el cierre de los canales de sodio, produciendo una prolongada corriente de sodio durante el final de la despolarización, esto es más intenso con los Piretroides con grupo ciano. Para explicar el mecanismo de los piretroides distinguimos entre piretroides de tipo I: carentes de grupo alfa ciano en su molécula (aletrina, permetrina, tetrametrina, cismetrina,..) y piretroides de tipo II: poseen el grupo alfa ciano en su molécula (cipermetrina, deltametrina, fenvalerato, fenpropanato).<sup>(7)</sup>

## 2.2.3 TOXICOCINÉTICA DE LOS PIRETROIDES

### GRÁFICO Nº 5 TOXICOCINÉTICA DE LOS COMPUESTOS PIRETROIDES



Fuente:www.uninet.\.Intoxicación por insecticidas piretroides.htm

**2.2.3.1 Absorción:** Es rápida pero escasa post ingestión, y prácticamente no se absorbe por vía dérmica. Las vías de entrada más importantes de una sustancia a un organismo son la respiratoria, la oral y la dérmica. A la naturaleza química y el estado físico de los tóxicos se deben las diferencias en la importancia relativa de cada una de estas vías para cada sust'ancia. En algunos casos es importante la vía placentaria.

La higiene trata de evitar la intoxicación para lo cual resulta necesario conocer las vías de entrada del tóxico.

El hombre tiene una protección natural fundamental, la piel, que presenta una serie de aberturas en las que cambia de características, y aparecen las mucosas, por las que los tóxicos pueden penetrar en el organismo.



**2.2.3.2 Distribución:** Se distribuye en todos los tejidos y cerebro. Después de absorberse, se distribuyen unidos a proteínas (no activos) o libres. Pueden llegar a diferentes órganos y tejidos y llegarán finalmente al hígado (órgano principal del metabolismo). Cambia la sustancia original y del o los metabolitos. Tarde o temprano puede quedar almacenada. Hay dos tejidos que suelen secuestrar (grasa → DDT y huesos → Metales). Pueden evitar que haga daño. Si va al hígado, puede ser excretado o seguir el ciclo enterohepático y volver a circular. Se aprovecha para ciertas terapias. En intoxicación, el carbón activo no se absorbe y tiene mucha atracción de sustancias que las expulsas.

El hígado puede llegar a metabolizarse hasta  $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$  y se expulsa por los pulmones. Para salir necesita ser hidrofílica para poderla hechar por orina. Si no se absorben, salen por heces.

**2.2.3.3 Metabolismo:** Hepático por Hidrólisis. Una vez que los agentes tóxicos han entrado en el organismo, éste activa diversos mecanismos de intoxicación. Cada sustancia se distribuye de una manera característica y tiende a acumularse en un tejido determinado; por ejemplo, los plaguicidas organoclorados tienden a acumularse en el tejido adiposo, en el cual permanecen durante períodos prolongados; otras sustancias pueden ligarse a las proteínas sanguíneas y depositarse en un órgano específico. Todos los mecanismos que el organismo desencadena en respuesta a la presencia de un tóxico forman parte del proceso de intoxicación y, en algunos casos, también del proceso de desintoxicación; este consiste en diversas reacciones bioquímicas cuyo objeto es transformar los tóxicos en compuestos que el organismo puede eliminar con mayor facilidad. Las reacciones de desintoxicación se llevan a cabo principalmente en el hígado,

a través de las enzimas microsomales, e incluyen reacciones de oxidación, reducción, hidrólisis, esterificación, conjugación, etc. Los tóxicos suelen transformarse en compuestos más polares que pueden eliminarse por vía renal, pero también hay casos en que el producto de biotransformación es más estable o menos hidrosoluble que la sustancia que le dio origen, y por tanto no puede eliminarse por esa vía, lo cual provoca su acumulación en el organismo.

**2.2.3.4 Eliminación:** Lentamente excretados por la bilis y orina. La eliminación de las sustancias tóxicas puede realizarse por varias vías. Así, los compuestos polares, tanto los agentes tóxicos mismos como sus productos de biotransformación, se eliminan a través de los riñones. Para su eliminación por esta vía, los tóxicos liposolubles deben ser previamente biotransformados a compuestos polares. La eliminación de un tóxico por vía gástrica da por resultado la presencia del compuesto original en las heces y puede deberse a que el compuesto no se absorbió durante la digestión o bien a que fue eliminado a través de las secreciones que intervienen en ella. Los sistemas biliar y hepático pueden actuar como vía de eliminación para algunos compuestos y están relacionados con la eliminación por vía gástrica, en la que intervienen las secreciones biliares. Los compuestos muy volátiles se eliminan principalmente a través de la respiración.

Uno de los resultados de las reacciones que el organismo efectúa sobre el agente tóxico puede ser su eliminación del organismo por la vía renal. Puede suceder también que el tóxico no se elimine, pero que se biotransforme y disminuya su toxicidad; o bien, como sucede con frecuencia en los compuestos xenobióticos, que la toxicidad aumente después de la biotransformación.

En condiciones naturales, el daño biológico está equilibrado por la reparación biológica; sin embargo, cuando la capacidad de reparación de un organismo es rebasada por el daño que este recibe, los efectos nocivos aparecerán eventualmente, aunque tarden varios años, o aun generaciones en manifestarse. Las barreras biológicas que protegen a los seres humanos de la acción de los tóxicos son resultado de la evolución y del contacto del hombre con las sustancias químicas naturales; por lo tanto, no funcionan con eficacia para las sustancias sintéticas como los plaguicidas. Los mecanismos de biotransformación de las sustancias que se ingieren o se absorben por cualquier vía también son resultado de la evolución y están diseñados para metabolizar alimentos y eliminar gases y otros productos del metabolismo. Por lo tanto, cuando el organismo está en contacto con plaguicidas o con cualquier otra sustancia sintética, el resultado más común de la activación de estos mecanismos naturales es que se formen sustancias más tóxicas, o más persistentes que la sustancia original.

Las vías de entrada más importantes de una sustancia a un organismo son la respiratoria, la oral y la dérmica. A la naturaleza química y el estado físico de los tóxicos se deben las diferencias en la importancia relativa de cada una de estas vías para cada sustancia. En algunos casos es importante la vía placentaria.<sup>(8)</sup>

#### **2.2.4 SIGNOS Y SÍNTOMAS**

Generalmente son de muy baja toxicidad, de baja disponibilidad y alto metabolismo de primer paso. En general las Piretrinas y Piretroides son potentes sensibilizantes, es así como la reacción más frecuente es hipersensibilidad.<sup>(9)</sup>

**TABLA Nº 3 CUADRO DE LOS SIGNOS Y SINTOMAS DE LOS  
PIRETROIDES**

PIRETROIDES TIPO I	PIRETROIDES TIPO II
Síndrome T ( Temblor)	Estimulación del S.N.C
Hiperexcitabilidad a los estímulos	Ataxia
Excitabilidad del S.N.C.	Convulsiones
Episodios convulsivos	Paro cardiorespiratorio
Pupilas con tendencia a la midriasis reactiva	Profusa sialorrea (salivación)
Inyección conjuntival externa.	Incoordinación motora
Cefalea	Coreoatetosis ( Síndrome CS)
Nauseas	Hipersensibilidad
Vértigo	Vómito
Crisis asmáticas	Astenia
Shock anafiláctico	Dermatitis o rash

Fuente: [www.uninet.\.Intoxicación por compuestos piretroides.htm](http://www.uninet.\.Intoxicación por compuestos piretroides.htm)

### **2.2.4.1 DOSIS TÓXICA**

La dosis tóxica oral varía de 100-1.000 mg/kg. Se encuentran dentro de los grupos de plaguicidas. Aunque se ha establecido que la LD50 de Piretrinas es 1 g/kg.<sup>(10)</sup>

### **2.2.4.2 TRATAMIENTO**

- a) ABC
- b) Prevención de la absorción:

### **Inhalación:**

- Aire fresco
- Oxígeno 100% humidificado
- Asistencia ventilatoria si corresponde

### **Piel:**

- Lavar con abundante agua y jabón.
- Manejo de la dermatitis.

### **Ojos:**

- Irrigar por 15 minutos con agua corriente.
- Si persiste irritación, dolor, lagrimación, fotofobia, consulta con un oftalmólogo.

### **Oral:**

- Lavado gástrico
- Carbón activado

### **c) Aumento de la eliminación:**

No tiene utilidad clínica el forzar diuresis.

### **Antídoto:**

No existe antídoto específico. <sup>(11)</sup>

## 2.2.5 EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO

### GRÁFICO Nº 6 PROCESO DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO



Fuente:<http://www.epa.gov/opfead1/safety>

También conocida extracción de solvente, es un proceso químico empleado para separar componentes en solución mediante su distribución en dos fases líquidas inmiscibles. Este proceso también se le conoce como extracción líquida o extracción con disolvente de rezago; sin embargo, este último término puede prestarse a confusión, porque también se aplica a la lixiviación de una sustancia soluble contenida en un sólido. Ya que la extracción líquido-líquido involucra transferencia de masa de una fase líquida a una segunda fase líquida inmiscible, el proceso se puede realizar en varias formas. El ejemplo más sencillo involucra la transferencia de un componente de una mezcla de dos compuestos a una segunda fase líquida inmiscible. Un ejemplo es la extracción líquido-líquido de una impureza contenida en el agua de desperdicio mediante un disolvente orgánico. Esto es similar al agotamiento o absorción en la que se transfiere masa de una fase a otra.

La transferencia del componente disuelto (soluto) se puede mejorar por la adición de agentes desoladores a la mezcla de alimentación o la adición de

agentes "formadores de complejos" al disolvente de extracción. En algunos casos se puede utilizar una reacción química para mejorar la transferencia como por ejemplo, el empleo de una solución caústica acuosa, para extraer fenoles de una corriente de hidrocarburos. Un concepto más complicado de la extracción líquido-líquido se utiliza en un proceso para separar completamente dos solutos. Un disolvente primario de extracción se utiliza para extraer uno de los solutos presentes en una mezcla (en forma similar al agotamiento en destilación) y un disolvente lavador se utiliza para depurar el extracto libre del segundo soluto (semejante a la rectificación en destilación).

(12)

### **2.2.5.1 COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN O REPARTO**

Cuando se ponen en contacto dos disolventes inmiscibles entre sí, una sustancia soluble en ambos de ellos, se distribuye o reparte entre las dos fases. Finalmente se establece un estado de equilibrio dinámico.

Sin embargo en muchos sistemas prácticos el soluto experimenta diferentes tipos o grados de asociación o formación de complejos en los dos disolventes. La constancia de equilibrio para el reparto de soluto puede experimentarse en términos de actividades de la especie correspondiente. Una representación matemática menos rigurosa incluso semiempírica de la condición de equilibrio es:

$$K_d = \frac{(A)_2}{(A)_1}$$

En la forma en que está escrita esta ecuación se asume que la sustancia A existe en la misma forma molecular o iónica en ambos disolventes. En que  $K_d$  es el coeficiente de distribución o reparto y  $A_2$  y  $A_1$  son las

concentraciones totales del soluto A en las dos fases disolventes, cualesquiera que sean las formas moleculares o iónicas en que exista realmente A.

El coeficiente de distribución no es constante por grandes intervalos de concentración a diferencia de cómo lo es la constante de equilibrio termodinámico.

Los requisitos generales que han de satisfacerse por un proceso de extracción para que este sea adecuado como método de efectuar la separación cuantitativa de especies químicas son en esencia los mismos que han de cumplirse en otros métodos de separación. El componente deseado a de separarse completa y selectivamente, y la sustancia separada a de estar en forma física y química apropiadamente para cualesquiera de las operaciones o mediciones consecutivas que hayan de efectuarse con ella.<sup>(13)</sup>

### **2.2.5.2 GRADO MÁXIMO DE EXTRACCIÓN**

Supóngase que la sustancia A esta inicialmente en el disolvente 1, y que ha de extraerse en el disolvente 2 y que los disolvente son mutuamente inmiscibles, el grado de extracción está determinada por dos factores, el coeficiente de distribución y los volúmenes relativos de las dos fases. El grado con el cual una extracción es completa, es mejorado por un  $K_d$  elevado y por un gran volumen relativo de disolvente 2 en relación con el disolvente 1. Con frecuencia a un sistema en los cuales una sola extracción es suficientemente compleja, es posible hacer transferencia cuantitativa de un soluto, de un disolvente a otro, tan solo con realizar la extracción dos o tres veces con diferentes lotes del segundo disolvente inmisible.<sup>(14)</sup>



### **2.2.5.3 SELECTIVIDAD DE LA EXTRACCIÓN**

Cuando se ponen en contacto dos disolventes mutuamente inmiscibles, uno de los cuales contiene inicialmente dos solutos, ambos solutos se distribuyen entre las dos fases, distribución de equilibrio de cada soluto A y B es muy independiente de la presencia del otro, a menos que entre A y B haya alguna interrelación química.

En el proceso de extracción ocurre alguna separación entre A y B siempre y cuando los dos coeficientes de distribución difieran entre si.

Para lograr la separación cuantitativa de A y B por extracción de A de una fase líquida a otra, el coeficiente de distribución de A ha de ser lo suficientemente alto para que sea despreciable la cantidad de A que queda en la solución inicial, y que el coeficiente de distribución de B ha de ser lo bastante pequeño para que la cantidad de B que estaría en la segunda fase sea despreciable. <sup>(15)</sup>

### **2.2.5.4 INTERVALO DE CONCENTRACIÓN Y GRADO DE RECUPERACIÓN DE LA SUSTANCIA EXTRAÍDA**

Un proceso de separación y extracción es realmente útil si no queda la sustancia separada en una forma física y química apropiada para cualesquiera de las operaciones o mediciones que hayan de efectuarse seguidamente sobre ella, por muy completa y selectiva que pueda ser la separación en sí.

En lo que concierne a las extracciones de una sustancia de un líquido por otro líquido tiene especial importancia en intervalo de concentración de la

sustancia separada y el grado en que pueda recuperarse del disolvente en el cual esta disuelta. La concentración del soluto en cada fase líquida está determinada por tres factores interrelacionados, la cantidad total del soluto, los volúmenes de las dos fases tanto absolutos como relativos entre sí, y el coeficiente de distribución.

Su aislamiento al estado de pureza de mezclas tan complejas como son los medios biológicos no pueden efectuarse si no mediante técnicas minuciosamente establecidas que permitan eliminar las impurezas que acompañan, y no pueden ser separadas si no con máxima dificultad.

La elección del disolvente que será utilizado para extraer una sustancia determinada está basada sobre la solubilidad selectiva del tóxico considerado el coeficiente de partición disolvente/líquido acuoso que sea lo más elevado posible.<sup>(16)</sup>

#### **2.2.5.5 SOLVENTES MÁS UTILIZADOS EN TOXICOLOGÍA**

- ✓ **Éter etílico.-** Es el usado con más frecuencia, ofrece como ventajas ser muy volátil, y su eliminación es por tanto más rápida, y no temer que por agitación con el líquido acuoso se formen emulsiones tenaces que causarían pérdidas, sin embargo presenta ciertos inconvenientes que consiste en que producen vapores muy densos que no difunden rápidamente en el aire, de ahí el riesgo de inflamabilidad y explosión al contacto con una llama.
- ✓ **Cloroformo.-** Es un buen disolvente, se emplea entre otras cosas para la extracción de la estricnina, brucina y cafeína, pero presenta el inconveniente de dar emulsiones muy tenaces.

- ✓ **Alcohol amílico.-** Disuelve fácilmente impurezas coloreadas que con frecuencia es difícil separar del tóxico. Por otra parte tiene el inconveniente de su olor desagradable y su escasa volatilidad que hace que la evaporación de la solución extractiva sea lenta y molesta para el analista.
- ✓ **Acetato de etilo.-** Ofrece el interés de ser mucho más volátil y por otra parte menos inflamable que el éter.
- ✓ **Benceno.-** Es un solvente de utilización restringida pues sus propiedades disolventes no son muy amplias en el campo toxicológico, por otra parte sus vapores son pesados e inflamables.
- ✓ **El n-hexano.-** Es un buen disolvente y poco volátil, su principal utilización es como solvente de plaguicidas.<sup>(17)</sup>

#### 2.2.5.6 PURIFICACIÓN DEL EXTRACTO

El análisis de tóxicos sería simple si el solvente extraería solo la sustancia en cuestión, como en el caso de muestras de agua que contienen poco material interferente, pero la mayoría de las muestras a analizar contienen una cantidad apreciable de material extraño que es necesario retirar antes de hacer la estimación del tóxico.

Para separar los componentes de la matriz que hayan sido extraídos al mismo tiempo que el tóxico, existen dos procedimientos adecuados para tal fin que generalmente se utilizan en forma combinada. Por reparto “haciendo distribución del tóxico en dos fases según su polaridad” o por absorción “pasando el extracto a través de una columna de sílica gel seguida por elución con solventes apropiados, en la mayoría de los casos el absorbente retiene las impurezas y los solventes arrastran el tóxico.”<sup>(18)</sup>

### **2.2.5.7 REPARTO ENTRE DOS SOLVENTES INMISCIBLES**

Después de la evaporación del extracto, su residuo se reparte en un sistema de solventes de dos fases. Con ello la mayoría de principios activos van a la fase lipófila, mientras que los componentes polares van a la fase hidrófila, como sistema de dos fases se usan frecuentemente mezclas de solventes uno de cuyos componentes es el agua.

### **2.2.5.8 IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DEL TÓXICO EN EL EXTRACTO PURIFICADO**

Los métodos espectrofotométricos son los procesos muy usados en la determinación de tóxicos, así:

- La espectrofotometría de absorción atómica para la determinación de metales y metaloides.
- La espectrofotometría visible y ultravioleta igualmente en la identificación de fármacos y otros tóxicos.
- La espectrofotometría infrarroja igualmente útil para una buena identificación por comparación de tóxicos aunque es muy poco sensible.
- La espectrofotometría de IR de excelentes resultados sobre todo en la identificación de tóxicos.

Los métodos cromatográficos son generalmente sensibles, selectivos, separan, identifican y cuantifican la gran mayoría de tóxicos.<sup>(19)</sup>

### 2.2.5.9 MUESTRAS PARA ANÁLISIS TOXICOLÓGICO

En las investigaciones de muerte el tipo y cantidad de fluido biológico a remitir dependerá de la droga o tóxico químico a investigar. Se sugieren las siguientes cantidades:

**TABLA Nº 4 MUESTRAS PARA ANÁLISIS TOXICOLÓGICO Y CANTIDADES**

MUESTRAS	CANTIDAD
CEREBRO	25 50 gr
HÍGADO	25 50 gr ( Lado derecho)
RIÑÓN	25 50 gr
PULMÓN	25 50 gr
SANGRE CARDIACA	30 ml ( Lado derecho del corazón, vena cava inferior)
SANGRE PERIFÉRICA	10 ml ( Vena femoral derecha o izquierda)
HUMOR VÍTREO	Todo lo posible y separado de cada ojo
BILIS	Todo lo posible
ORINA	Todo lo posible
CONTENIDO ESTOMACAL	Todo lo posible
HISOPADOS	Anal, vaginal u otros
PIEL Y GRASA	Del musculo de interés

Fuente: <http://www.gep-isfg.org/documentos/Recogida%20de%20evidencias.pdf>

Recordar la importancia del Humor vítreo para determinar alcohol, se conserva sin alterarse por más tiempo que la sangre en el cadáver siendo útil en algunas circunstancias para diferenciar muestras de sangre contaminadas o en casos de producción endógena de alcohol por bacterias.

Para investigar posibles sitios de inyección se debe remitir además del posible lugar de inoculación una muestra blanco de grasa y/o músculo alejada del sitio de inyección.

Cada tipo de muestra presenta sus ventajas dependiendo de la sustancia a investigar, por lo que se sugiere recolectar el mayor número de ellas y mantenerlas en resguardo hasta que se decida que análisis se solicitará.<sup>(20)</sup>

## **2.2.5.10 RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO**

### **GRÁFICO N° 7 RECEPCIÓN DE MUESTRAS**



Fuente:<http://www.google.com.ec/search?q=piretroides&hlmuestras+de+laboratorio&oq>

- ❖ Recibir las muestras y rellenar la hoja de custodia donde debe constar:
- ❖ Nombre de la persona que entrega las muestras.
- ❖ Nombre de la persona que recibe las muestras.
- ❖ Fecha y hora de la entrega.
- ❖ Empresa que realiza el transporte (si procede)
- ❖ Chequear el número de referencia de cada muestra y compararlo con el formulario enviado por el Médico Forense o por la Policía Judicial. Anotar las discrepancias, si las hay.

- ❖ Comprobar que todas las muestras están bien empaquetadas y que los precintos están íntegros.
- ❖ Al abrir los recipientes, bolsas...etc. que contienen las muestras comprobar que la identificación y descripción son correctas. Anotar las discrepancias.
- ❖ Fotografiar las muestras y anotar su estado de conservación. <sup>(21)</sup>

## 2.2.5.11 TOMA DE MUESTRA DE ASPIRADO GÁSTRICO

### GRÁFICO Nº 8 MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

- El cuerpo se traslada desde el lugar de los hechos hasta la morgue del Cementerio Municipal en la ambulancia de medicina legal.
- Ingresado el cadáver a la sala de autopsias se procede a equiparse el personal que interviene, el cual lo conforma Fiscal de Turno, Médico Legista, Químico Forense y Diseccionador.
- Se registran los nombres completos del fallecido, hora, fecha de muerte y causa posible percance que sufrió la víctima.
- Identificar externamente al cadáver para observar todos los cambios.
- Posteriormente se realiza la abertura de las tres cavidades del cuerpo que son:
  - ✓ Cavidad craneal.
  - ✓ Cavidad torácica.
  - ✓ Cavidad abdominal.

- En cada una de las cavidades se observa los cambios que pueda presentar, lo que puede llevar a deducir la posible causa de muerte de la víctima.
- Se marca el frasco en donde se depositara la muestra especificando el nombre y tipo de muestra a ser recolectada, los nombres completos y los apellidos del occiso, fecha y hora de la toma, médico legista y fiscal que lo pide.
- En la cavidad abdominal se divisa el estómago y con un leve palpamiento se constata que está llena de contenido gástrico para proceder a la toma de muestra.
- Con hoja de bisturí No 23 se realiza un pequeño corte perpendicular.
- En un frasco de boca ancha se toma todo lo posible de contenido gástrico y posteriormente se lo tapa.
- Se retira el frasco procediendo a rotular los nombres completos y los apellidos del occiso, fecha y hora de la toma, médico legista y fiscal que lo pide.
- Las cavidades analizadas se cierran para concluir con la autopsia.
- Se entrega el cuerpo a los familiares.
- La muestra es entregada al agente policial de turno para ser trasladado hacia el Departamento de Criminalística con la respectiva cadena de custodia.
- En una nevera portátil con hielo seco el frasco es trasladado por el agente fiscal de turno hacia su lugar de destino.
- El químico forense recibe el frasco con muestra de contenido gástrico tomada en la autopsia.
- Se efectúa el análisis y se proporcionan resultados.<sup>(22)</sup>



## 2.2.6 CROMATOGRAFÍA DE CAPA FINA (TLC)

Es un sistema analítico que permite separar los diferentes componentes de una muestra problema con el fin de identificarlos y/o cuantificarlos.

### Modos en que trabaja la cromatografía

- ✓ Cromatografía de capa fina.
- ✓ Cromatografía de capa fina de alta eficiencia ( HPTL).
- ✓ Cromatografía de columna.
- ✓ Cromatografía líquida de alta precisión.
- ✓ Cromatografía de gas.
- ✓ Cromatografía de papel.

### Clases de cromatografía

- ✓ Absorción.
- ✓ Partición.
- ✓ Intercambio iónico.
- ✓ Permeación a través del gel.

#### ▪ **Absorción**

Este tipo es el más usado en cromatografía de capa fina en este sistema las sustancias quedan retenidas en el soporte mediante fuerzas electrostáticas de diferente densidad según la polaridad de la sustancia, de tal forma que cuando el eluyente pasa sobre la muestra en su camino ascendente arrastra las sustancias con diferente velocidad quedando separadas a lo largo de la placa cuando la elución llega a su fin.

Los soportes usados en este sistema son:

- Sílice gel.
- Aluminio óxido.
- Florisll.

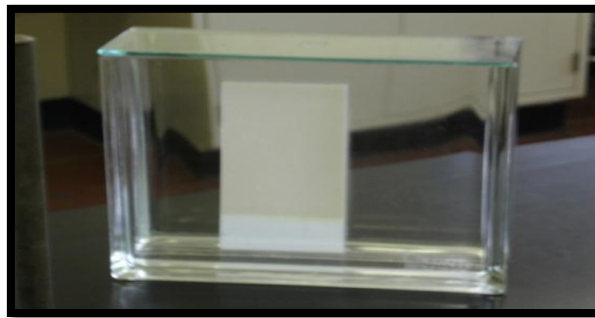
▪ **Partición.**

En este sistema la separación de sustancias se logra gracias a la diferente solubilidad de la sustancia en la fase estacionaria y en la fase móvil o eluyente, de esta manera tenemos que los componentes más solubles en la fase estacionaria migran menos, y los menos solubles migran más lográndose así la disgregación de la muestra en sus componentes.

Los soportes más utilizados en este sistema son:

- Celulosa.
- Tierra silíceo.

## GRÁFICO N° 9 PROCESO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA



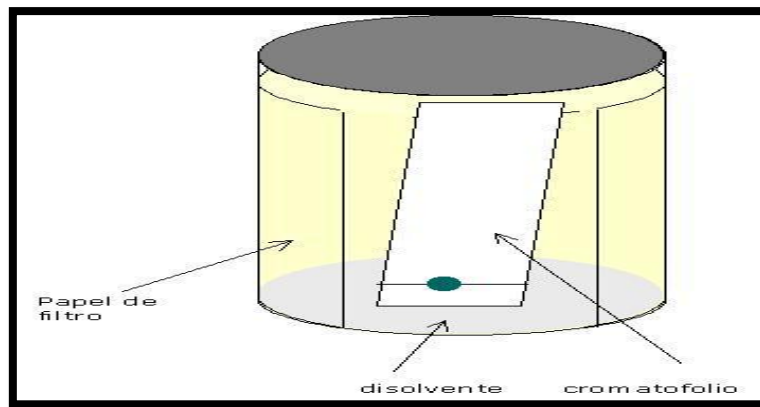
Fuente: [www.cromatografia .com.htp](http://www.cromatografia.com)

La cromatografía en capa fina, que comenzó a usarse en 1950, es muy simple, barata, sensible y eficiente. Es especialmente útil cuando se quiere determinar el número de componentes de una mezcla o identificar los compuestos existentes en una mezcla.

En la cromatografía de capa fina, un adsorbente está depositado formando una delgada capa sobre una placa de vidrio, papel de aluminio u otros materiales, por la que ascienden, arrastradas por un disolvente (eluyente), una o más sustancias que se pretenden separar o identificar. Con la ayuda de un capilar de vidrio, una pequeña cantidad de muestra se deposita sobre el adsorbente, muy cerca del extremo inferior de la placa. Una vez depositada la muestra, se introduce la placa en una cubeta de cromatografía, que contiene en el interior el disolvente con el que va a desarrollarse el cromatograma. La altura del disolvente en dicho frasco o cubeta debe ser tal, que éste no toque la zona donde se encuentra la pequeña mancha de producto depositado. La placa se coloca en posición vertical, ligeramente inclinada.

### 2.2.6.1 INTERACCIÓN DE LA MUESTRA ENTRE LA FASE ESTACIONARIA Y FASE MÓVIL

#### GRÁFICO Nº 10 FASE ESTACIONARIA Y FASE MÓVIL



Fuente: Prácticas de Fundamentos químicos de la Ingeniería – 4.htm

El disolvente asciende entonces por capilaridad a lo largo de la placa, arrastrando a los compuestos a diferentes velocidades, según el grado de adsorción de éstos produciéndose así su separación. Transcurridos unos minutos, cuando el frente del disolvente se encuentra próximo al extremo de la placa, se saca ésta de la cubeta, se deja secar y se examina. Los diversos compuestos se localizan directamente si son coloreados, o con la ayuda de un indicador o luz ultravioleta, si son incoloros.

Los compuestos que avanzan a lo largo de la placa se ven atraídos por fuerzas electrostáticas sobre la superficie del adsorbente, interaccionando el disolvente con ambos.

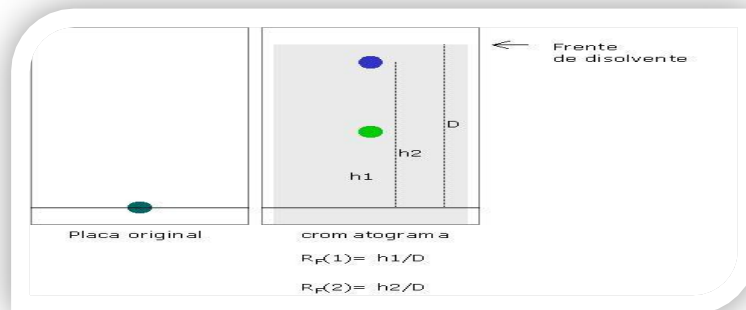
Esta interacción competitiva establece las velocidades relativas con que ascienden por la capa de adsorbente, el frente de disolvente y un determinado compuesto. Cuanto mayor es la polaridad de los compuestos, más intensamente se ven éstos atraídos por el adsorbente. Se puede establecer el orden aproximado de polaridad: ácidos carboxílicos < aminas < alcoholes y tioles < aldehídos, cetonas y ésteres < halogenuros de alquilo y arilo < hidrocarburosno saturados < hidrocarburos saturados

La actividad del adsorbente también influye en el grado de emigración del soluto, de manera análoga a la ya considerada anteriormente. Los adsorbentes más utilizados en cromatografía en capa fina, son la gel de sílice y la alúmina activada dependiendo su grado de adsorción del contenido en agua.

La polaridad del disolvente influye asimismo en la velocidad de ascensión del soluto a lo largo de la capa de adsorbente. A mayor polaridad del disolvente, mayor grado de ascensión del soluto por la placa, pudiéndose establecer un orden orientativo de polaridad creciente de los disolventes: éter de petróleo < tetracloruro de carbono < ciclohexano < éter etílico < acetona < benceno < acetato de etilo < cloroformo < etanol < metanol < agua < piridina < ácido acético.

## 2.2.6.2 RECORRIDO DE LA MUESTRA EN LA FASE ESTACIONARIA

### GRÁFICO N° 11 MUESTRA Y FASE ESTACIONARIA



Fuente: Prácticas de Fundamentos químicos de la Ingeniería – 4.htm

Bajo unas determinadas condiciones experimentales, un compuesto dado puede recorrer una cierta distancia a lo largo de la placa. Se denomina  $R_f$  a la relación existente entre la distancia recorrida por el compuesto y la recorrida por el disolvente en el mismo tiempo, es decir:

$R_f = \frac{\text{distancia recorrida por el compuesto}}{\text{distancia recorrida por el disolvente}}$  naturalmente, los valores de  $R_f$  para un determinado compuesto varían ampliamente con los cambios de disolvente. El valor de  $R_f$  para un compuesto dado depende de su estructura y es una constante física de éste, lo mismo que lo es su punto de fusión.

Puede calcularse el valor de  $R_f$  para cada compuesto en cualquier cromatograma, bajo unas determinadas condiciones experimentales. La importante influencia de las condiciones experimentales hace imposible la elaboración de tablas con valores de  $R_f$ .

Los datos más importantes que deben registrarse cuando se estudia un cromatograma son:

- Adsorbente utilizado.
- Espesor y grado de activación de este.
- Disolvente utilizado para el desarrollo del cromatograma.
- Cantidad de muestra depositada en la placa.
- Método utilizado para detectar los compuestos.
- Valor de  $R_f$  para cada sustancia.
- Para calcular el valor de  $R_f$  de un compuesto dado, se miden la distancia recorrida por este desde donde se depositó en la placa y la distancia recorrida por el disolvente. La medida se realiza desde el centro de la mancha. Los mejores datos se obtienen cuando las manchas no superan los 5 mm de diámetro.<sup>(23)</sup>

### 2.2.6.3 ELECCIÓN DEL ELUYENTE

#### GRÁFICO Nº 12 SISTEMA DE ELUYENTES



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

La elección del eluyente depende del componente que se va a separar y del material en que la separación se lleva a cabo. Un método que se emplea

para la selección del eluyente es una cromatografía en capa fina con distintos disolventes y unas muestras patrón.

Principales eluyentes en orden creciente de polaridad:

Éter de petróleo, éter dietílico, ciclohexano, acetato de etilo, tetracloruro de carbono, piridina, benceno, etanol, cloroformo, metanol, diclorometano, agua, ácido acético.

En la elección del eluyente influyen varios factores:

Precio, pureza, no utilizar mezclas de eluyentes (reproducibilidad). No utilizar compuestos muy volátiles. Evitar que contengan trazas de metales (catalizadores). La elección del eluyente se realiza de forma empírica. Hay que estudiar la polaridad del componente y probar con eluyentes cada vez menos polares.

a) Toque de la muestra sin aplicar ningún eluyente.

b) Aplicando un eluyente poco polar.

c) Aplicando un eluyente más polar.

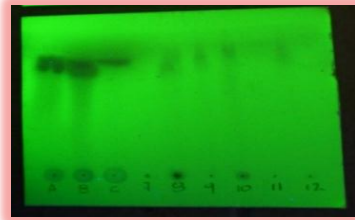
Al aplicar en primer lugar eluyentes poco polares, podemos seguir utilizando la misma placa para aplicar otros eluyentes más polares, hasta dar con el más apropiado.



## 2.2.7 REVELADORES

### 2.2.7.1 Métodos físicos:

#### GRÁFICO Nº 13 REVELADO CON LÁMPARA UV

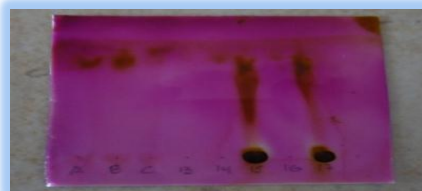


Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

El más común consiste en añadir al adsorbente un indicador fluorescente. De tal forma que al colocar la placa bajo una lámpara ultravioleta (254 nm), y dependiendo del indicador y de la longitud de onda, aparecen manchas fluorescentes en las zonas en las que hay componentes, o en otros casos aparece toda la placa fluorescente excepto donde hay componentes. Las manchas se examinan después de la elución, estas aparecen de color violeta sobre un fondo verde.

### 2.2.7.2 Métodos químicos:

#### GRÁFICO Nº 14 REVELADO CON PERMANGANATO DE POTASIO



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

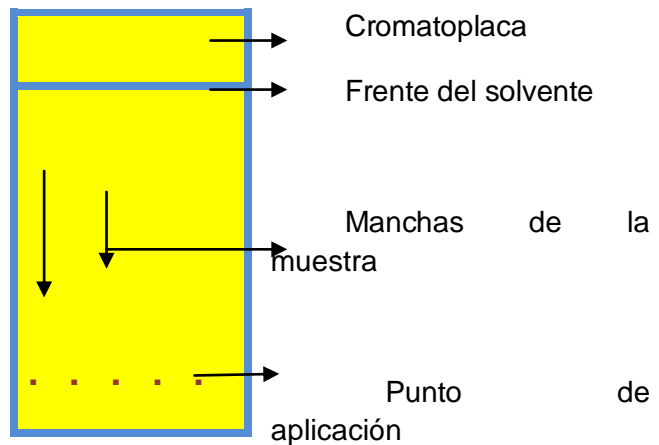
Consisten en realizar una reacción química entre un reactivo revelador y los componentes separados, para ello se pulveriza la placa con los reactivos reveladores.

Generalmente se utiliza como reactivo revelador yodo, el cual forma complejos coloreados con los componentes orgánicos (con tonos amarillo-marrón), pero las manchas desaparecen con el tiempo con lo que es conveniente señalar las manchas aparecidas.

Otro reactivo revelador bastante utilizado es el ácido sulfúrico, que reacciona con los componentes orgánicos produciendo manchas negras.<sup>(24)</sup>

### 2.2.7.3 FACTOR DE RETENCIÓN (Rf)

#### GRÁFICO N° 15 DETERMINACIÓN DE Rf



Fuente: VALLEJO María del Carmen, Manual de Análisis Toxicológico, Colombia. Bogotá, 1986. Primera edición. Pág. 26, 27, 28

La constante Rf (Ratio of Front) es simplemente una manera de expresar la posición de un compuesto sobre una placa como una fracción decimal, mide la retención de un componente. Se define como:

$$R_f = \frac{\text{Distancia recorrida de la muestra}}{\text{Distancia recorrida del sistema de solventes}}$$

La distancia recorrida por el compuesto se mide generalmente desde el centro de la mancha, los cálculos se simplifican si el denominador es 10. Para que los Rf sean reproducibles deben ser fijadas una serie de condiciones (Espesor de la placa, fase móvil, fase estacionaria, cantidad de muestra). El máximo valor de Rf que se puede alcanzar es de 1, lo ideal es un Rf entre 0.55 y 0.7.

Para averiguar si dos compuestos son iguales, se colocan ambos sobre la misma placa y se desarrolla con varios eluyentes. Una vez desarrollados se calculan los Rf y si son distintos, puede deducirse con toda seguridad que no se trataba del mismo compuesto. Por el contrario si los Rf son iguales los compuestos pueden ser iguales o no serlo.

Si se sospecha que dos compuestos son muy parecidos se eluyen sobre la misma placa con el mismo eluyente u otros de menor polaridad, hasta apreciar una separación mínima. En este caso no se pueden usar reveladores químicos, ya que alterarían los compuestos, sino indicador ultravioleta.

Este valor aunque nos es totalmente reproducible es una guía para comparar resultados y evaluar procedimientos cromatográfico.

### **2.2.7.3.1 Análisis semi-cuantitativo.**

Se puede hacer cuantificaciones semi-cuantitativas comparando el tamaño y la intensidad de la mancha de la sustancia problema frente a manchas de patrones de diferente concentración, que han sido aplicadas simultáneamente, el grado de exactitud esta dado por el número de diluciones en los patrones empleados.

### **2.2.7.3.2 Análisis cuantitativo.**

Hay dos formas de hacer el análisis cuantitativo.

1. Raspando la mancha de interés para luego extraer la sustancia mediante un solvente adecuado y a continuación determinar la cantidad mediante titulación o lectura colorimétrica.
2. Densitometría.- Mediante este sistema la determinación se hace directamente sobre la placa mediante la intensidad de la luz reflejada y/o transmitida, utilizando un aparato llamado densitómetro, este es el sistema más adecuado para hacer determinaciones cuantitativa de cromatografía de capa fina especialmente pruebas de toxicología por el gran ahorro de tiempo y trabajo, por la exactitud y reproducibilidad que su empleo trae.

## 2.2.8 CADENA DE CUSTODIA

### GRÁFICO Nº 16 CADENA DE CUSTODIA DE LAS MUESTRAS



Fuente:<http://www.metroecuador.com.ec/foto-noticias-ecuador/2011/10/diligencia.jpg>

Dada la evolución científica de la investigación judicial, es necesario prestar mayor atención al lugar donde se produjo un hecho presuntamente delictivo para localizar, recuperar y documentar indicios que, posteriormente, serán examinados por personal especializado y calificado de los departamentos y unidades de Criminalística, Ministerio Público y Policía Judicial, ya que científicamente aportará al trabajo que realice el equipo investigador.

Proteger la integridad de indicios y evidencias, es un factor importante para el cumplimiento de la ley. Si la integridad del indicio o evidencia es puesto en duda, puede poner en riesgo su empleo durante la etapa del juicio y quizá la posibilidad de someter a una persona culpable a la justicia.

En países con un historial de imperio de la ley, se ha desarrollado un complejo marco de normas y procedimientos para recabar, utilizar y preservar indicios y evidencias. Para que la evidencia resulte admisible ante los tribunales, deben respetarse esas normas. El objetivo primordial de este procedimiento, es proteger los derechos de los imputados y asegurar que

indicios y evidencias no sean alterados, para de esta forma garantizar los resultados de la investigación y presentarlo en la etapa correspondiente.

Es muy importante, que cualquier persona que maneje un indicio o evidencia durante un proceso investigativo, esté familiarizado con las normas y procedimientos que rigen en la cadena de custodia y, las cumpla a cabalidad, teniendo presente que la Cadena de Custodia se inicia en el lugar donde se obtiene o colecta todo indicio (elemento material o físico) y finaliza por orden de la autoridad competente.

Recolección de indicios

Toma de muestras inorgánicas y biológicas, las cuales deben ser autorizadas por el agente fiscal de turno.

Transporte adecuado de las muestras, el cual lo puede realizar el Agente Policial, o un Miembro del Ministerio Público.

Transportar las muestras al Laboratorio de Análisis Toxicológico.

Informe de resultados se le proporciona al Agente Fiscal de Turno

### **2.2.8.1 INGRESO, CUSTODIA Y ANÁLISIS DE INDICIOS Y/O EVIDENCIAS EN EL LABORATORIO**

1. El Fiscal o autoridad competente ordena mediante oficio y/o providencia acorde con la etapa procesal el envío de los elementos físicos a los departamentos de Criminalística o Unidad de Apoyo Criminalístico para la práctica pericial.

2. El perito al cual se le haya designado la práctica pericial, deberá realizar su informe teniendo en cuenta los procedimientos técnicos y científicos de los cuales dejará constancia en el formato de cadena de custodia.

3. El Jefe del Departamento de Criminalística o Unidad de Apoyo Criminalístico, dispondrá el envío del informe pericial al Fiscal o autoridad competente, siguiendo los procedimientos administrativos normales. En caso de ser requeridos por la autoridad judicial, se enviarán además los elementos físicos.

4. Quien entrega y quien recibe los elementos físicos, debe verificar su embalaje el cual debe estar perfecto e íntegro (no puede presentar cortes o alteraciones), el rótulo no debe presentar tachones o enmendaduras, registrando en el formato de cadena de custodia el traslado y traspaso, fecha, hora de entrega, hora de recibo y deja sus observaciones si hubo lugar a ello.

#### **2.2.8.2 Prueba Material o Evidencia Física**

En la investigación del delito, los primeros medios que van a servir al Fiscal, establecer, como pudieron haber ocurrido los hechos y la identificación e individualización de sus autores y partícipes, son los elementos materiales probatorios y la evidencia física; los mismos que serán recogidos por la policía encargada de la investigación en presencia o no del representante del Ministerio Público, del lugar donde se encuentren. Así la prueba material se refiere a los objetos o partes de un objeto capaces de representar, por su solo descubrimiento, un hecho con él relacionado, de cuyo análisis produzca información que tienda a probar o a oponerse a una hipótesis sobre un punto en cuestión.

La evidencia física es un conjunto de materiales, objetos y sustancias que guardan relación con el caso que se investiga, de diversa naturaleza y origen, dejados por la ejecución de la actividad delictiva, cuyo potencial radica en que sirvieron para cometer el hecho o consecuencia del mismo.

En consecuencia evidencia física y elementos materiales probatorios son los objetos tangibles que están directamente vinculados con la controversia del caso. Son los productos o instrumentos del delito que pueden ser presentados en el juicio.

El código Procesal Colombiano establece a manera enunciativa a las evidencias físicas y elementos materiales probatorios (a diferencia del NCPP que no hace referencia taxativamente) a los siguientes:

Huellas, rastros, manchas, residuos, vestigios y similares, dejados por la ejecución de la actividad delictiva.

Armas, instrumentos, objetos y cualquier otro medio utilizado para la ejecución de la actividad delictiva. Dinero, bienes y otros efectos provenientes de la ejecución de la actividad delictiva.

Los elementos materiales descubiertos, recogidos y asegurados en desarrollo de diligencia investigativa de registro y allanamiento, inspección corporal y registro personal.

Los documentos de toda índole hallados en diligencia investigativa de inspección o que han sido entregados voluntariamente por quien los tenía en su poder o que han sido abandonados allí.

Los elementos materiales obtenidos mediante grabación, filmación, fotografía, video o cualquier otro medio avanzado, utilizados como cámaras



de vigilancia, en recinto cerrado o en espacio público. El mensaje de datos, como el intercambio electrónico de datos, internet, correo electrónico, telegrama, télex, telefax o similar.

Los demás elementos materiales similares a los anteriores y que son descubiertos, recogidos y custodiados por el Fiscal General, por el fiscal directamente o por conducto de servidores de policía judicial o de peritos del Instituto Nacional de Medicina Legal y Ciencias Forenses, o de laboratorios aceptados oficialmente.<sup>(25)</sup>

## **2.2.9 CONTROL DE CALIDAD**

### **GRÁFICO Nº 17 CONTROL DE CALIDAD EN EL LABORATORIO**



Fuente: <http://www.google.com.ec/CONTROL+DE+CALIDAD&oq=CONTROL+DE+CALIDAD&gs.es>

En general este control debe identificar, monitorear, evaluar y aprobar metodologías relativas al identificar la presencia de agentes tóxicos. En este contexto el control de calidad en el Laboratorio de Química Forense envuelve el monitoreo de los, reactivos, instrumentos, procedimientos y el personal,

para asegurar una adecuada práctica en el aislamiento, identificación y caracterización de agentes tóxicos para el organismo y su correspondiente análisis para su adecuada identificación.

Un programa de control de calidad debe incluir además un Manual de Procedimientos, validación de metodologías y equipos, el desarrollo de ciclos de educación continuada, elementos de bioseguridad y una supervisión sobre los reportes generados. En éste sentido se hace énfasis en la correcta valoración de las pruebas de laboratorio de Química Forense, los agentes tóxicos causales de envenenamiento o muerte de los individuos y la interpretación correcta de las pruebas realizadas en las diferentes muestras sean biológicas o no biológicas.

El control de calidad en el laboratorio tiene como objetivo, que el producto final del trabajo tenga un grado aceptable de seguridad, de conformidad con los límites establecidos.

## **2.2.10 NORMAS DE BIOSEGURIDAD**

### **GRÁFICO Nº 18 UTILIZACIÓN DE NORMAS DE BIOSEGURIDAD**



Fuente: <http://usuarios.multimania.es/institutohu/studies9.html>

Las medidas de Seguridad en Laboratorios son un conjunto de medidas preventivas destinadas a proteger la salud de los que allí se desempeñan frente a los riesgos propios derivados de la actividad, para evitar accidentes y contaminaciones tanto dentro de su ámbito de trabajo, como hacia el exterior. Las reglas básicas aquí indicadas son un conjunto de prácticas de sentido común realizadas en forma rutinaria.

El elemento clave es la actitud proactiva hacia la seguridad y la información que permita reconocer y combatir los riesgos presentes en el laboratorio. Será fundamental la realización meticulosa de cada técnica, pues ninguna medida, ni siquiera un equipo excelente puede sustituir el orden y el cuidado con que se trabaja.

El ingreso al laboratorio está prohibido a personas que no poseen las medidas de bioseguridad.

- Mantener las áreas de trabajo del laboratorio en perfecto orden.
- Efectuar la recepción, almacenamiento y distribución de sustancias químicas de alto riesgo en una área ventilada, con extinguidores, etc., y debe estar a cargo de personal técnicamente calificado.
- Utilizar mascarillas y guantes, cuando sea necesario, según el tipo de trabajo.
- Lavarse las manos antes y después de realizar cualquier trabajo, sobre todo después de haber manipulado material infeccioso.

### 2.2.10.1 Manejo de Residuos

Hoy en día, es sumamente importante que todos nosotros conozcamos la manera adecuada de manejar los desechos que generamos. A causa de las graves consecuencias que algunos compuestos generan en el medio ambiente y el impacto negativo que pueden tener en la salud y en los recursos naturales, es indispensable destacar que los residuos se clasifican de la siguiente manera:

- **Residuos no peligrosos:** Aquellos que por su naturaleza no presentan ningún riesgo para la salud ni para el medio ambiente. Son los residuos biodegradables, inertes, reciclables y comunes.
- **Residuos peligrosos:** Aquellos que por su naturaleza y composición presentan gran riesgo para la salud y el medio ambiente. Comúnmente son producidos por las industrias y en éstos se incluyen aquellos con características combustibles, radioactivas, explosivas, corrosivas, reactivas, inflamables o tóxicas.
- **Residuos infecciosos o de riesgo biológico:** Aquellos que contienen microorganismos tales como bacterias, virus, parásitos u hongos que pueden producir enfermedades infecciosas en huéspedes susceptibles
- **Residuos Químicos:** Aquellos que cuentan con propiedades físico-químicas en su naturaleza y composición.
- **Residuos Tóxicos:** Aquellos que cuentan con propiedades químicas y toxicológicas en su naturaleza y composición.
- **Residuos Radioactivos:** Aquellos cuya composición contiene elementos químicos radioactivos.

El manejo adecuado de residuos no peligrosos es comúnmente conocido, pues, éstos se dividen a su vez en orgánicos e inorgánicos y sobre esta clasificación pueden ser reciclados por los centros de acopio y/o reutilizados en el hogar y la industria.

Una vez que se conoce el manejo adecuado de residuos peligrosos en los laboratorios e industrias; queda por exponer lo que tú puedes hacer en el hogar si es que alguna vez te encuentras cara a cara con algún residuo especial o peligroso.

Coloca los residuos sanitarios en cajas o bolsas de color rojo y recuerda no mezclarlos con otros residuos, a pesar de que sean inorgánicos.

Tapa los polos de las pilas con cinta canela, colócalas en botellas de plástico y busca un centro de recolección en tu ciudad. Si no encuentras uno entonces colócalas en contenedores de residuos especiales.

Coloca las lámparas fluorescentes en bolsas o cajas para evitar el derrame del mercurio que contienen.

En resumen, el manejo adecuado de residuos peligrosos también es nuestra responsabilidad, ya que, además del peligro de contaminar el medio ambiente y los recursos naturales, nuestra salud también puede verse afectada si no conocemos las medidas que debemos tomar. Por lo tanto cuando te encuentres con algún desecho especial o peligroso, recuerda jamás mezclarlo con la demás basura y siempre manejarlo con sumo cuidado.<sup>(26)</sup>

## 2.2.11 PROCEDIMIENTO DE PIRETROIDES EN MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO

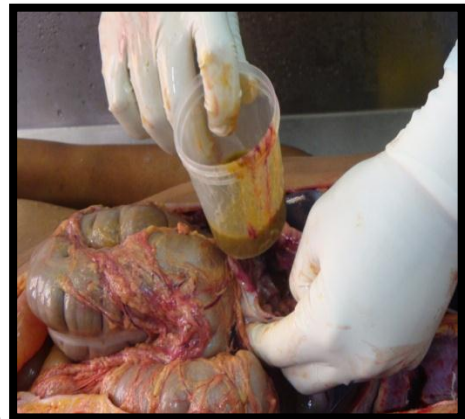
### 2.2.11.1 TOMA DE MUESTRA DE ASPIRADO GÁSTRICO

#### GRÁFICO Nº 19 TOMA DE MUESTRA DE ASPIRADO GÁSTRICO DE UN CADÁVER

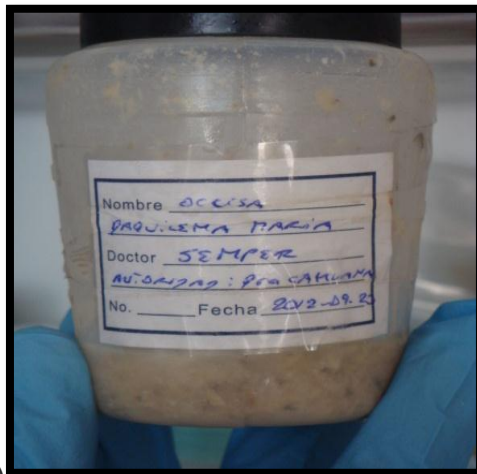




E)



F)



G)



H)



I)



J)

Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

## ❖ TOMA DE MUESTRA DE ASPIRADO GÁSTRICO

- A) El cuerpo se traslada desde el lugar de los hechos hasta la morgue del Cementerio Municipal en la ambulancia de medicina legal.
- B) Ingresado el cadáver a la sala de autopsias se procede a equiparse el personal que interviene, el cual lo conforma: Fiscal de Turno, Médico Legista, Químico Forense y Diseccionador.
- C) Posteriormente se realiza la abertura de las tres cavidades del cuerpo que son:
- Cavity craneal.
  - Cavity torácica.
  - Cavity abdominal.
- D) En la cavidad abdominal se divisa el estómago y con un leve palpamiento se verifica que está llena de contenido gástrico para proceder a la toma de muestra.
- E) Con un bisturí No 23 se realiza un pequeño corte perpendicular.
- F) En un frasco de boca ancha se toma todo lo posible de contenido gástrico y posteriormente se lo tapa.
- G) Se retira el frasco procediendo a rotular los nombres completos y los apellidos del occiso, fecha y hora de la toma, médico legista y fiscal.
- H) Las cavidades analizadas se cierran para concluir con la autopsia y la muestra es enviada hacia el Departamento de Criminalística con la respectiva cadena de custodia.
- I) El Químico Forense recibe el frasco con la muestra de contenido gástrico tomada en la autopsia.
- J) Se efectúa el análisis y se proporcionan los resultados.



## ❖ ROTULACIÓN DE LAS MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO

### GRÁFICO Nº 20 ASPIRADO GÁSTRICO



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

Para un correcto análisis toxicológico debe constar con la siguiente información:

- Caso o Nombre
- Fecha y hora de la toma de muestra
- Agente Fiscal de turno
- Persona que toma la muestra
- Tipo de muestra
- Peso/Volumen(opcional)

## ❖ CADENA DE CUSTODIA

Es un procedimiento legal que se debe seguir desde la toma de la muestra de una persona en tratamiento o fallecida hasta la entrega de los resultados de los análisis.

### GRÁFICO Nº 21 PROCEDIMIENTO DE LA CADENA DE CUSTODIA



A)



B)



C)



D)



E)



F)

Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

### ➤ Pasos a seguir

- A) Informar al señor Agente Fiscal de turno, para su respectiva comparecencia-indispensable.
- B) Recolección de indicios o cualquier otra evidencia existente en el lugar de los hechos que permitan determinar la causa de la muerte o intoxicación.
- C) Persona en tratamiento.- Toma de muestra por el médico tratante o analista, en presencia del agente quien autoriza la misma.
- D) Persona fallecida.- Toma de muestra por el médico legista o analista en presencia del señor Agente Fiscal quien autoriza la toma.
- E) Traslado de la muestra al laboratorio de análisis, por un miembro del Ministerio Público, agente, policía o analista.
- F) Entrega de los resultados por parte del analista acreditado por el Ministerio Público al señor Agente Fiscal de turno, el cual solicita el análisis con fines investigativos.

## ❖ RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO

### GRÁFICO Nº 22 RECEPCIÓN DE MUESTRAS EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE

Hoja de Custodia de Evidencia de la Policía Nacional Antinarcóticos, Pastaza. Contiene información sobre la droga (Cocaína) encontrada en una botella plástica con el logotipo Picaflor Plus Antiepilectico. Incluye detalles de la entrega y recepción por parte de los funcionarios de la Fiscalía de Pastaza.

**POLICÍA NACIONAL**  
DIRECCIÓN NACIONAL ANTINARCÓTICOS  
JEFATURA PROVINCIAL ANTINARCÓTICOS DE PASTAZA  
CADENA DE CUSTODIA No. 072013

Con fines periciales se recibe la evidencia:

DRUGA (COCAINA), ENCONTRADA EN EL INTERIOR DE UNA BOTELLA PLASTICA CON EL LOGOTIPO, PICAFLOR PLUS ANTEPILECTICO, LA CUAL SE ENCONTRABA DENTRO DE UNA ENCORNADA (CAJA DE CARTON DE COLOR AMARILLO, AZUL, ROJO, VERDE Y LILA), CON EL LOGOTIPO ESPUMA DE CARNAVAL, LA CUAL TENIA COMO RUTA FUTOCUADORHESPAÑAEUROPACO.

Una botella plástica con el logotipo, PICAFLOR PLUS ANTEPILECTICO, conteniendo en su interior una sustancia aceitosa con un olor fuerte, sustancia que al ser sometida a la respectiva prueba PIPH, con lo reactivos químicos FANNED, con el cual se determina si en la sustancia existe Alcaloides, dando positivo, de igual manera se utilizó el reactivo químico SCOTT, con el cual se determina si en la sustancia existe cocaína, dando positivo para cocaína con un peso bruto de 689.3, incluido el envase.

Oficio recibido: P. 113- FGE- FP- P2- S01 / FERIA 13 FERIA 2013

Entregado por: COR. CARLOS TERESA TELLO Firma: [Firma] CI: 149049813

Recibido por: DR. SIBOGA VIVIANO BOLA Firma: [Firma] CI: 60234221-5

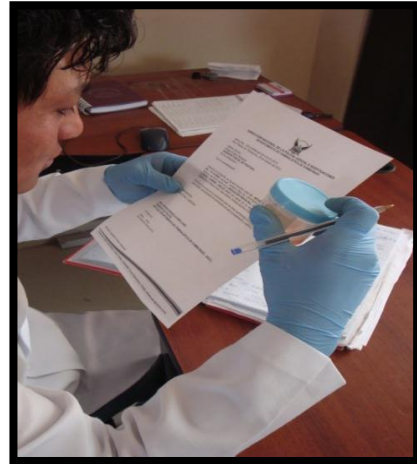
Fecha: 14 de Febrero del 2013 Hora: 08:30

Entregado por: CPD JUDITHA UMBIDO Firma: [Firma] CI: 60234221-5

Recibido por: DR. W. Lora Mena Firma: [Firma] CI: 60234221-5

Fecha: 14/02/2013 Hora: 14:00

A)



B)



C)



D)

Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

A) La Hoja de Custodia consta de:

- Características de la evidencia que se entrega, peso, volumen, embalaje, material, prenda de vestir, etc.
- Nombre, firma y cédula de identidad de la persona que entrega las muestras

- Nombre, firma y cédula de identidad de la persona que recibe las muestras.
  - Fecha y hora de entrega
  - Empresa que realiza el transporte si se daría el caso
- B) Chequear el número de referencia de cada muestra y constatar con el formulario enviado y comprobar la integridad de los precintos.
- C) Al abrir los recipientes comprobar que las muestras y descripción de las mismas son correctas.
- D) Fotografiar lo indicado y refrigerar las muestras para su posterior análisis.

## 2.2.12 PREPARACIÓN DE LOS ESTÁNDARES

### GRÁFICO Nº 23 ESTÁNDARES DE PIRETROIDES



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

Los estándares piretroides más conocidos comercialmente, se distribuyen en: altamente tóxicos y moderadamente tóxicos.

Los 3 piretroides comúnmente utilizados en nuestro medio, con los que se ha trabajado la presente investigación son:

- Cipermetrina

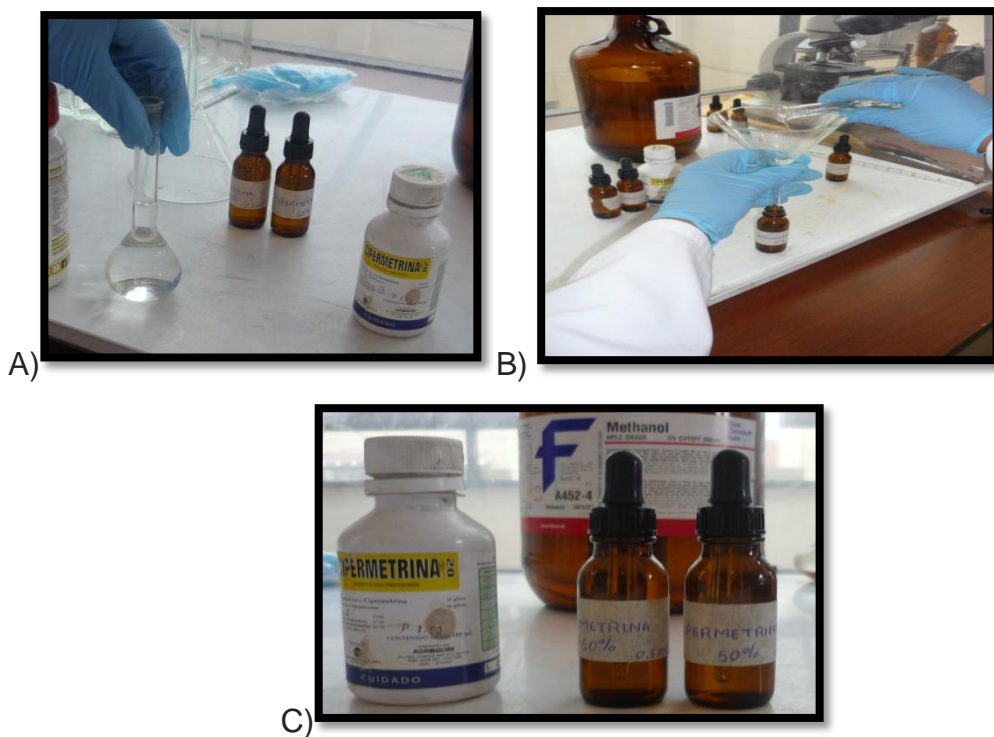


- Alfacipermetrina
- Deltacipermetrina

Para la preparación de los estándares se realizó en diferentes concentraciones como:

### Estándar (A) Cipermetrina al 1%

#### GRÁFICO N° 24 PREPARACIÓN DE CIPERMETRINA



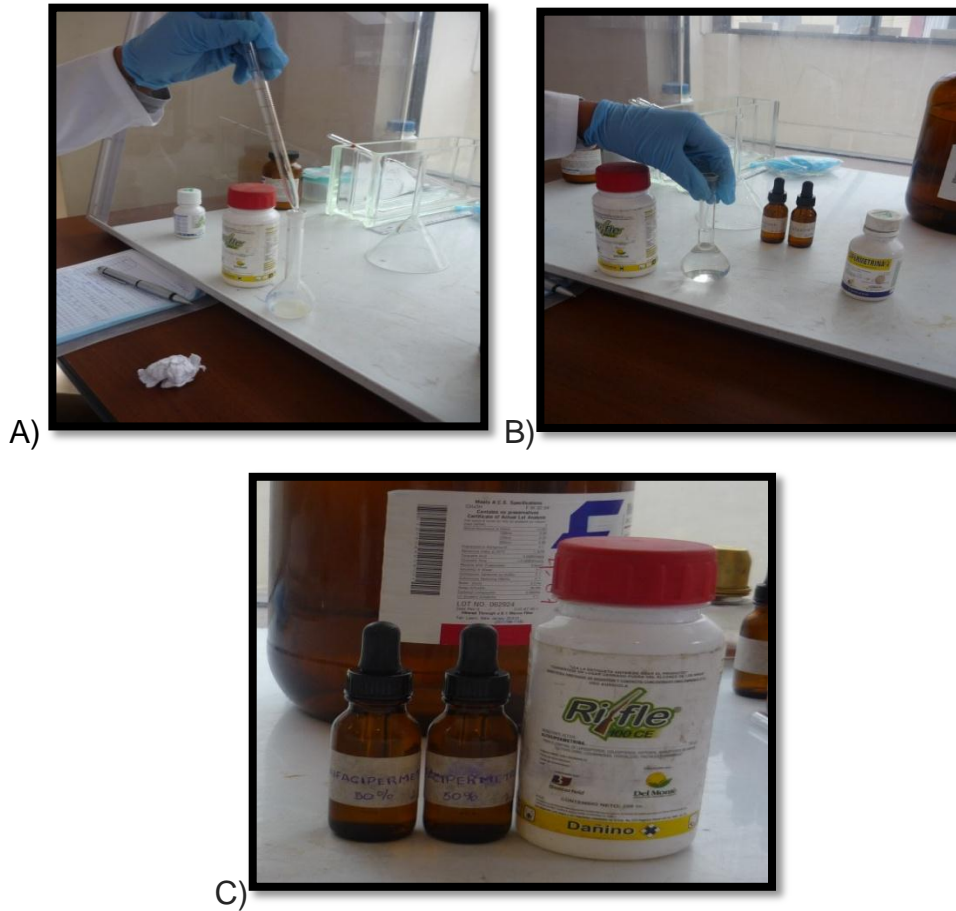
Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

#### ➤ Cipermetrina al 1%

- Se pipetea el volumen correcto de cipermetrina para obtener la concentración deseada en un balón volumétrico aforado.
- Se afora con 100ml de metanol y colocar la preparación en frascos color ámbar
- Una vez listos se ubica en un lugar oscuro

## Estándar (B) Alfacipermetrina 5%

### GRÁFICO N° 25 PREPARACIÓN ALFACIPERMETRINA



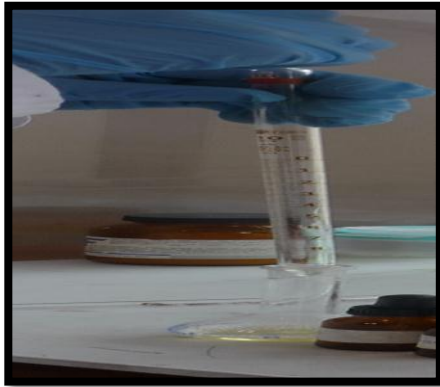
Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

#### ➤ Alfacypermetrina 5%

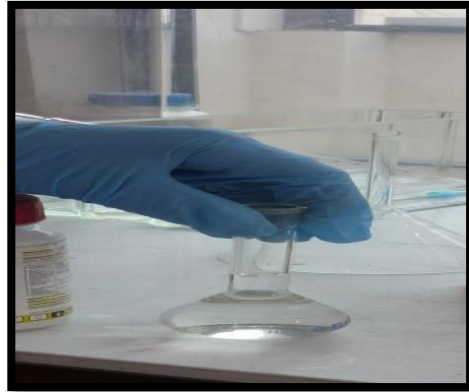
- A) Se pipetea el volumen correcto de alfacypermetrina para obtener la concentración deseada en un balón volumétrico aforado.
- B) Se afora con 100ml con metanol y homogenizar
- C) Una vez preparado se coloca en un recipiente de color ámbar y guardar

## Estándar (C) Deltacipermetrina 10%

### GRÁFICO Nº 26 PREPARACIÓN DELTACIPERMETRINA



A)



B)



C)

Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

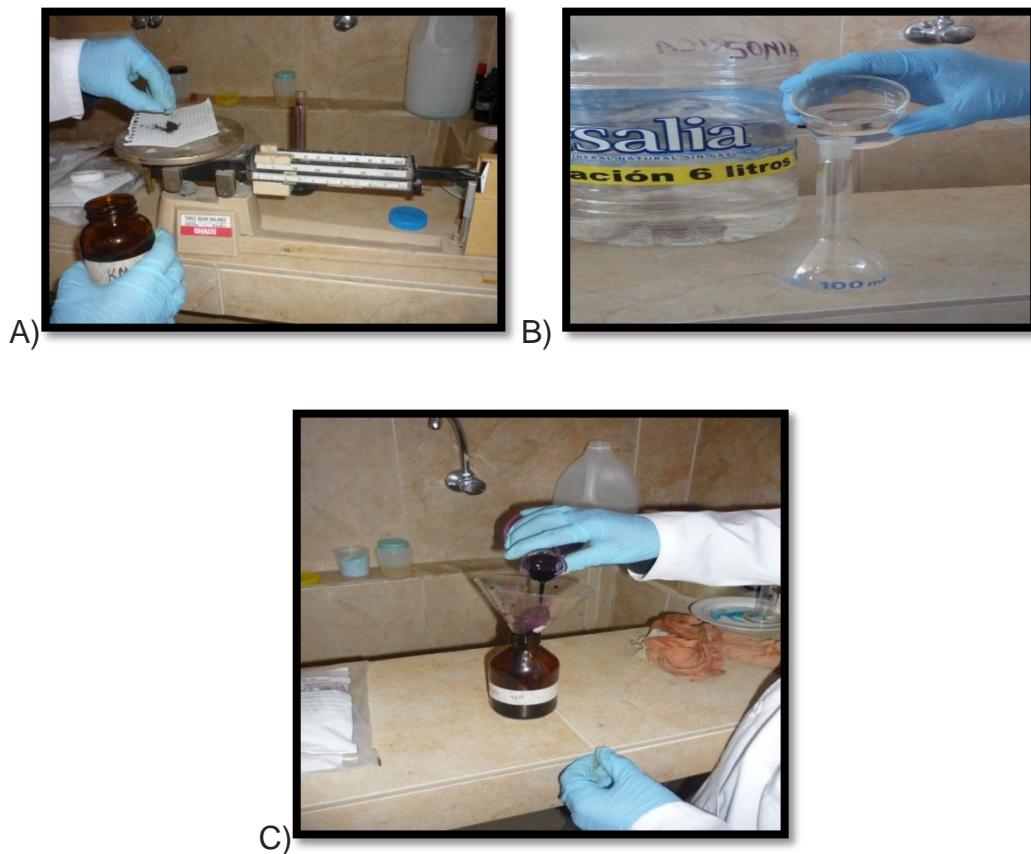
#### ➤ Deltacipermetrina 10%

- A) Se pipetea el volumen correcto de deltacipermetrina para obtener la concentración deseada en un balón volumétrico aforado.
- B) Se afora con 100ml de metanol y homogenizar
- C) Una vez preparado se coloca en un recipiente de color ámbar y guardar



## 2.2.13 PREPARACIÓN DE LOS REVELADORES

### GRÁFICO N° 27 PERMANGANATO DE POTASIO 0,5 NORMAL



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

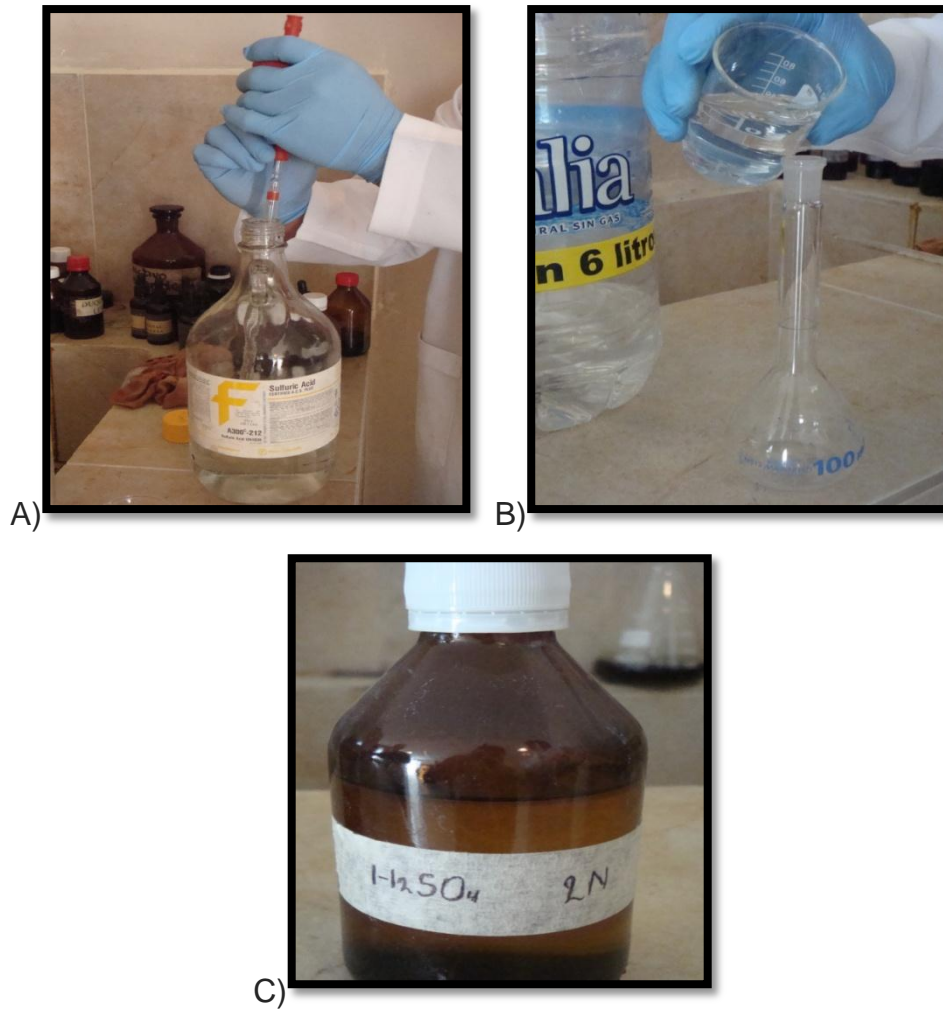
#### ➤ **Permanganato de potasio 0,5 Normal.**

A) Se pesa 1,6 gr de  $\text{KMnO}_4$

B) En un balón de 100ml se afora con agua destilada y homogenizar.

C) Se guarda en un recipiente oscuro evitando el contacto directo con la luz.

## GRÁFICO N° 28 ÁCIDO SULFÚRICO 2 NORMAL

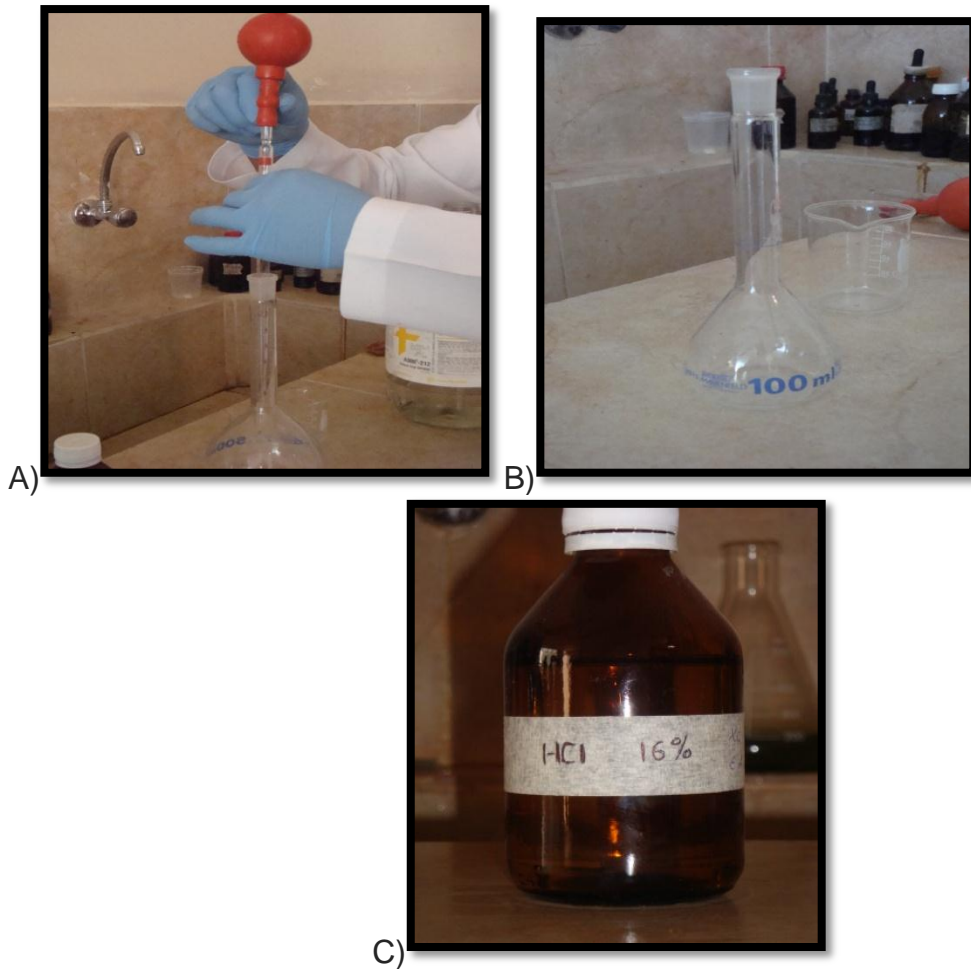


Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

### ➤ Ácido sulfúrico 2 normal

- A) Se pipetea 5,6 ml de solución de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> en un balón de 100ml.
- B) Se afora con agua destilada.
- C) Se guarda en un recipiente de color ámbar evitando el contacto con la luz de forma directa (reactivo listo para el análisis en cromatografía de capa fina)

## GRÁFICO N° 29 ÁCIDO CLORHÍDRICO 16%



Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

### ➤ **Ácido clorhídrico 16%**

A) Se pipetea 43,2ml de solución HCl.

B) En un balón de 100ml se afora con agua destilada.

D) Se guarda en un recipiente oscuro y evitar el contacto con la luz  
(reactivo listo para el análisis en cromatografía de capa fina)

## 2.2.14 EXTRACCIÓN DE PIRETROIDES A PARTIR DE LAS MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO

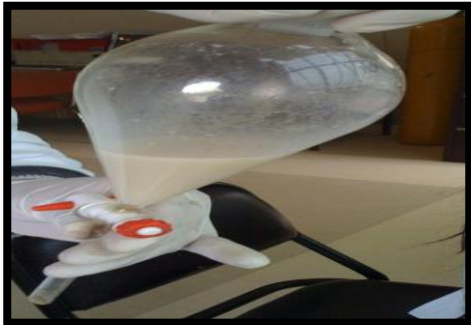
### GRÁFICO Nº 30 PROCESO DE EXTRACCIÓN DE LOS COMPUESTOS PIRETROIDES



A)



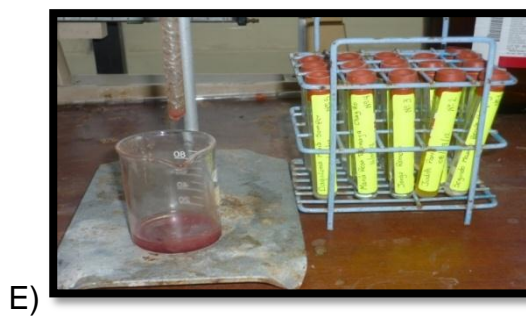
B)



C)



D)



E)

Fuente: Coba Xavier, Alcívar Edison

## ➤ EXTRACCIÓN LÍQUIDO – LÍQUIDO

- A) Para el proceso se emplea un embudo de separación añadiendo la muestra de contenido gástrico junto con el solvente extractor (ciclohexano) en una proporción 1:1.
- B) La muestra de contenido gástrico presenta poca interferencia, la extracción del plaguicida se lo realiza directamente con diferentes sistemas de solventes, el más usado es el ciclohexano.
- C) Se extrae la muestra con agitación mecánica continua por lo menos 5 minutos, de esta manera permitiendo que el solvente extractor obtenga la mayor concentración del piretroide.
- D) Se evapora el solvente extractor que contiene el piretroide a temperatura ambiente o a su vez mediante la utilización de una sorbona.
- E) Se redisuelve el residuo con 1 ml de metanol quedando las muestras listas para la aplicación sobre la placa cromatográfica junto con las soluciones patrón.

## ❖ MÉTODO DE IDENTIFICACIÓN POR CROMATOGRFÍA EN CAPA FINA

### GRÁFICO Nº 31 CAPILARES EN PROCESO





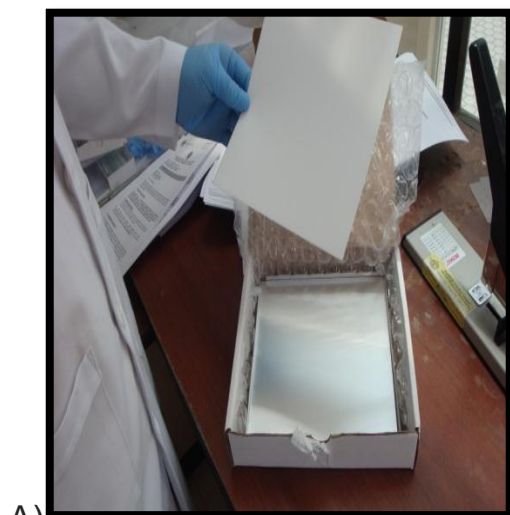


Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

## Preparación de los capilares

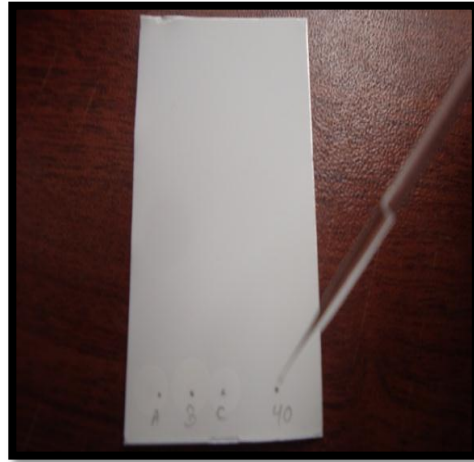
- A) La preparación de los capilares se obtiene colocando los mismos en el centro de la llama del mechero.
- B) Por efecto de la temperatura se separan y dividen en dos.
- C) Se obtiene un extremo terminado en punta y un diámetro menor para la aplicación exacta en la placa.

## GRÁFICO Nº 32 PROCESO PREPARACIÓN DE LA PLACA SÍLICA GEL





C)



D)

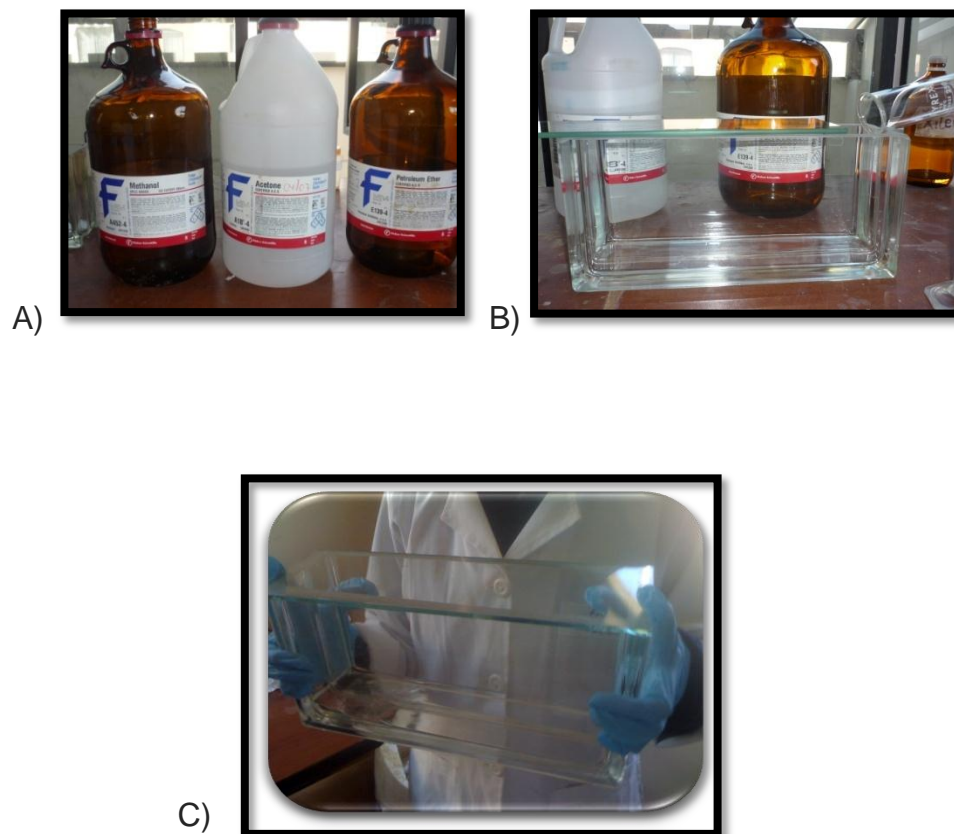
Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

- **Preparación de la placa sílica gel**

- A) Se toma la placa de sílica gel para ser preparada.
- B) Se corta la placa de sílica gel con un tamaño de 10cm de alto, y el ancho dependerá del número de muestras que van hacer analizadas.
- C) Se traza una línea desde la base inferior a la superior de 1.5 cm, sin que se dañe la sílica impregnada en la placa, la distancia entre las muestras es de 0,5 cm
- D) La placa esta lista para ser utilizada en la determinación de los compuestos piretroides.

## 2.2.15 PREPARACIÓN DEL SISTEMA DE SOLVENTES

### GRÁFICO N° 33 SISTEMAS DE SOLVENTES PARA ANÁLISIS DE PIRETROIDES



Fuente: Coba Xavier, Alcivar

### Preparación del Sistema de Solventes

El sistema de solventes utilizado para esta investigación es:

- Metanol : Acetona (4:1)
- Éter de Petróleo : Acetona (1:1)
- Hexano : Benceno (4:1)

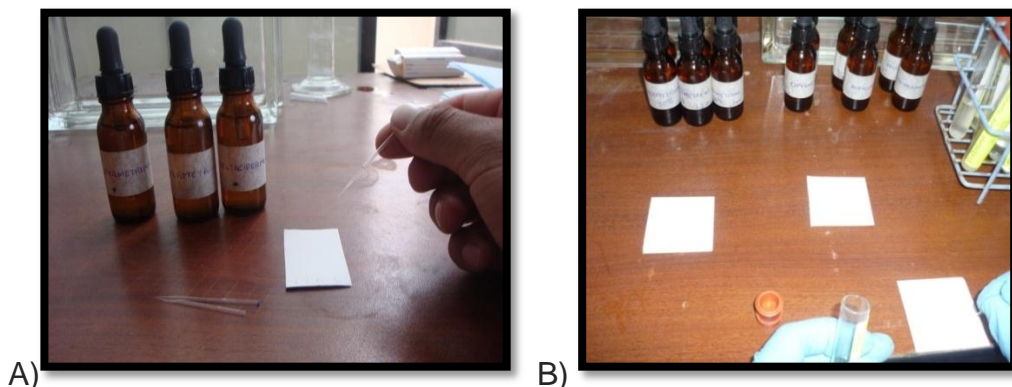


- A) Se mide en una probeta 80 ml de metanol.
- B) Luego se procede a medir 20 ml de acetona.
- C) El metanol y la acetona se coloca en la cuba cromatográfica y se cierra herméticamente para que se sature el interior de la misma.

**NOTA:** El sistema de solvente más utilizado es metanol – acetona (4:1), debido a que tiene mayor afinidad con los Piretroides, el cual permite que exista un mejor recorrido del sistema de solventes sobre la placa de sílica gel.

## 2.2.16 DESARROLLO DE LA CROMATOGRAFÍA

### GRÁFICO Nº 34 APLICACIÓN DE LOS ESTÁNDARES Y LAS MUESTRAS EN LA PLACA DE SÍLICA GEL



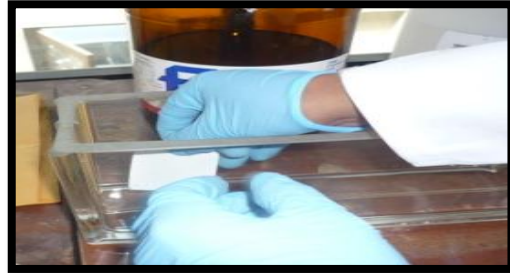
Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

- A) Primero se procede aplicar los estándares, las aplicaciones deben ser de 2 a 3 veces con un intervalo de 40 segundos. Dejar secar a temperatura ambiente.
- B) Luego de los estándares se aplica cada una de las muestras extraídas realizando el mismo proceso anterior.

## ❖ PROCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PIRETROIDES GRÁFICO N° 35 PROCESO CROMATOGRÁFICO



A)



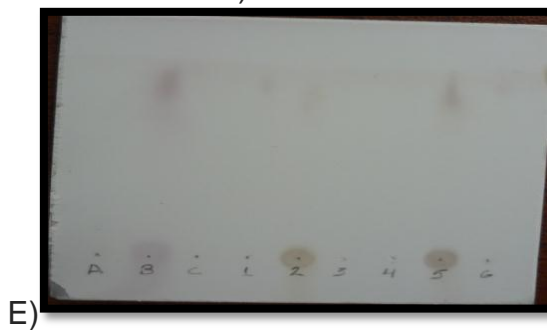
B)



C)



D)



E)

Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

### Proceso de cromatografía en capa fina

- A) Se coloca el sistema de solventes en la cuba cromatográfica donde se dará la saturación.
- B) En el interior de la cuba cromatográfica se introduce la placa de sílica gel que contiene los estándares y las muestras.
- C) Ocurre el principio de capilaridad y adsorción donde el sistema de

solventes sube a través de la placa arrastrando a cada uno de los componentes que se presume la presencia del piretroide.

- D) Se retira la placa una vez que llegue a la línea superior marcada.
- E) Se deja secar la placa a temperatura ambiente.

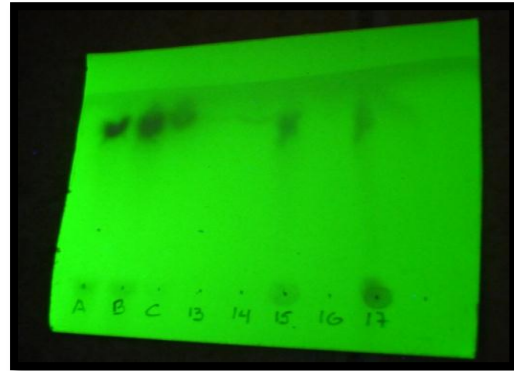
## 2.2.17 REVELADORES

### REVELADO FÍSICO

#### GRÁFICO N° 36 REVELADO FÍSICO CON LUZ UV



A)



B)

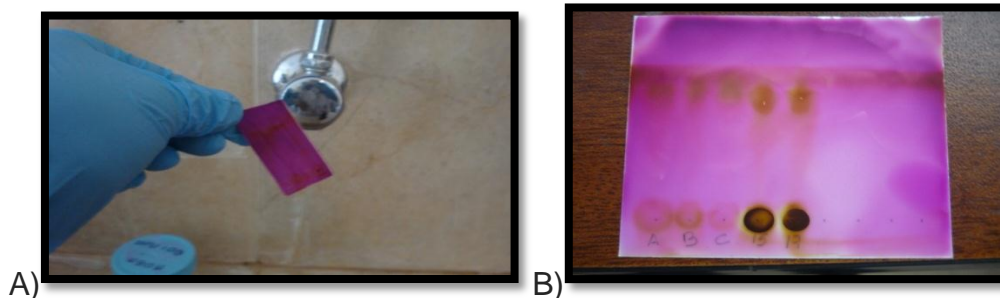
Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

### Lámpara Luz Ultravioleta

- A) Se utiliza la lámpara de luz ultravioleta a una longitud de onda de 254 o 366 nm.
- B) Se observa la aparición de unas manchas fluorescente de color violeta sobre un fondo verde claro con una longitud de onda de 254 nanómetros.

## REVELADOR QUÍMICO

### GRÁFICO N° 37 REVELADO QUÍMICO CON $\text{KMnO}_4$



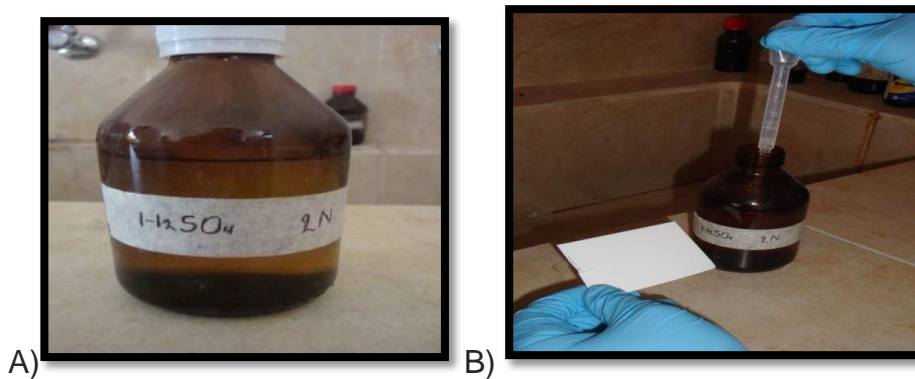
Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

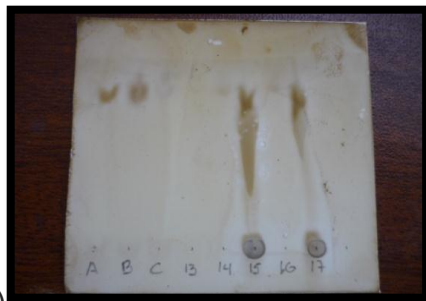
#### ➤ Permanganato de potasio 0,5 Normal

- A) Se coloca el  $\text{KMnO}_4$  y lavar con agua corriente eliminando el exceso de reactivo.
- B) Una vez que se aplica este reactivo aparecerán manchas de color amarillo, resultado positivo para los compuestos piretroides.

#### ➤ Ácido Sulfúrico 2 normal

### GRÁFICO N° 38 REVELADO CON ÁCIDO SULFÚRICO





C)

Fuente: Coba Xavier, Alcivar Edison

➤ **Ácido Sulfúrico 2 normal**

A) Ácido Sulfúrico 2 normal preparado

B) Se coloca Ácido Sulfúrico 2 normal en la placa de sílica gel

C) Se deja secar a temperatura ambiente y observar el resultado

## 2.2.18 CÁLCULOS Y RESULTADOS

➤ **Permanganato de potasio 0,5 Normal.**

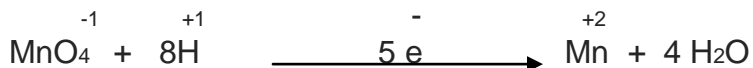
**Pesos moleculares de cada elemento**

**K**= 39,102 g/mol

**Mn**= 54,98 g/mol

**O**= 16 X4 =64 g/mol

**Igualación del ión electrón**



$$\frac{0,5 \text{ eq g KMnO}_4}{1000\text{ml sln KMnO}_4} * 100\text{ml sln KMnO}_4 * \frac{1 \text{ mol KMnO}_4}{5 \text{ eq g KMnO}_4} * \frac{158,1 \text{ g KMnO}_4}{1 \text{ mol KMnO}_4}$$

$$= \frac{7905,0}{5000,0} = 1,6 \text{ g KMnO}_4$$

➤ **Ácido sulfúrico 2 N (normal)**

**% Peso**= 95,7

**d**= 1,84 g/ ml

**Pesos moleculares de los elementos**

**S**= 32,064 g/mol

**O**= 16 X 4 g/mol

**H**= 1,0079 g/mol

$$\frac{2 \text{ eq gH}_2\text{SO}_4 * 100 \text{ ml slnH}_2\text{SO}_4 * 1 \text{ molH}_2\text{SO}_4 * 98,08 \text{ gH}_2\text{SO}_4 * 100 \text{ g slnH}_2\text{SO}_4}{1000 \text{ ml slnH}_2\text{SO}_4 \quad 2 \text{ eq gH}_2\text{SO}_4 \quad 1 \text{ mol H}_2\text{SO}_4 \quad 95,7 \text{ gH}_2\text{SO}_4}$$

$$\frac{1 \text{ ml slnH}_2\text{SO}_4 \quad 1961,780}{1,84 \text{ g sln H}_2\text{SO}_4 \quad 352,176} = \frac{1961,780}{352,176} = 5,6 \text{ ml sln H}_2\text{SO}_4$$

➤ **Ácido clorhídrico 16%**

**Datos:**

**C<sub>1</sub>**: 37%

**V<sub>1</sub>**: ?

**C<sub>2</sub>**: 16%

**V<sub>2</sub>**: 100 ml

$$V_1 = \frac{16\% \times 100 \text{ ml sln HCl}}{37\%} = 43,2 \text{ ml sln HCl}$$

## 2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Absorción:** Es rápida pero escasa post ingestión, y prácticamente no se absorbe por vía dérmica. Las vías de entrada más importantes de una sustancia a un organismo son la respiratoria, la oral y la dérmica.
- **Anticolinérgico:** Que impide la transmisión de los impulsos nerviosos parasimpáticos.
- **Biotransformación:** Cualquier transformación química de una sustancia producida por organismos vivos o por preparaciones obtenidas de estos.
- **Broncodilatación:** Expansión de las vías aéreas pulmonares; se produce por relajación de la musculatura peribronquial por efecto de fármacos  $\beta$ -2 agonistas.
- **Concentración letal absoluta (CL-100):** Mínima concentración de una sustancia en el ambiente que mata a la totalidad (100%) de los organismos de una especie ensayados bajo condiciones definidas.
- **Concentración letal (CL):** Proporción de una sustancia tóxica en un medio, que causa la muerte después de un cierto período de exposición.
- **Concentración letal media (CL50):** Concentración, calculada estadísticamente, de una sustancia en el medio, que se espera que mate al 50% de los organismos de una población bajo un conjunto de condiciones definidas.
- **Concentración letal mínima:** La más baja que se sepa produce la muerte.
- **Cromatografía:** Es un conjunto de técnicas basadas en el principio de retención selectiva, cuyo objetivo es separar los distintos componentes

de una mezcla, permitiendo identificar y determinar las cantidades de dichos componentes.

- **Distribución:** Se distribuye en todos los tejidos y cerebro. Después de absorberse, se distribuyen unidos a proteínas (no activos) o libres.
- **Eliminación:** Lentamente excretados por la bilis y orina. La eliminación de las sustancias tóxicas puede realizarse por varias vías. Así, los compuestos polares, tanto los agentes tóxicos mismos como sus productos de biotransformación, se eliminan a través de los riñones.
- **Fase Estacionaria:** Es una capa uniforme de un absorbente mantenido sobre una placa, la cual puede ser de vidrio, aluminio u otro soporte.
- **Hemoperfusión:** Paso del plasma sanguíneo por una columna de carbón activo o de resina adsorbente para la eliminación de tóxicos.
- **Herbicida:** Sustancia para eliminar plantas. m. gral. Plaguicida
- **Intoxicación:** Proceso patológico, con signos y síntomas clínicos, causado por una sustancia de origen exógeno o endógeno.
- **Metabolito:** Cualquier producto intermedio o final resultante del metabolismo.
- **Placa de Sílica Gel:** Es una forma granular y porosa de dióxido de silicio fabricado sintéticamente a partir de silicato sódico. A pesar del nombre, el gel de sílice es sólido.
- **Plaga:** Organismo que puede dañar la salud, atacar los alimentos u otros productos esenciales para la humanidad, o que afecta de forma adversa a los seres vivos.
- **Plaguicida:** En sentido estricto, sustancia que mata plagas; en el uso corriente, cualquier sustancia que se utiliza para controlar, evitar o destruir plagas animales, microbianas o vegetales. m. est. fungicida, herbicida, insecticida.



- **Piretrinas:** Son una mezcla de compuestos orgánicos que se encuentran de modo natural en las flores de plantas del género *Chrysanthemum*.
- **Piretroides:** Son moléculas con actividad insecticida que se aplican a cosechas, plantas de jardines, animales domésticos y también directamente a seres humanos.
- **Reabsorción Intestinal:** Nueva absorción de sustancias que ya se hallan en proceso de excreción por el intestino, normalmente con la bilis, y que pasan otra vez a la sangre.
- **Toxicidad:** Disciplina que estudia los efectos nocivos de los agentes químicos o físicos (agentes tóxicos) en los sistemas biológicos, así como la magnitud del daño en función de la exposición de los organismos a dichos agentes.
- **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 xenobioticos. 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:** Se aplica a la sustancia que puede causar trastornos graves o la muerte de un ser vivo por envenenamiento.
- **Veneno:** Es cualquier sustancia dañina, ya sea sólida, líquida o gaseosa, que puede alterar el sistema de un ser vivo, incluso provocando la muerte.

## **2.4 HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.4.1 HIPÓTESIS**

El método de Cromatografía en Capa Fina es eficaz para el análisis de compuestos piretroides en muestras de aspirado gástrico.

### **2.4.2 VARIABLES**

#### **VARIABLE INDEPENDIENTE**

Método de Cromatografía en Capa Fina.

#### **VARIABLE DEPENDIENTE**

Determinación de compuestos piretroides.

## 2.5 OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLES	CONCEPTO	CATEGORIA	INDICADORES	TÉCNICAS INSTRUMENTOS
<p><b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b></p> <p>Método de Cromatografía en Capa Fina</p>	<p>Método cualitativo (identifica la presencia o ausencia del toxico), se define como la separación de una mezcla de dos o más compuestos. Por distribución entre dos fases, las cuales son estacionaria (placa de sílica gel) y la fase móvil (sistema solventes).</p>	<p>Separación del o los metabolitos entre una fase móvil y una fase estacionaria</p>	<p><b>ESCALA NOMINAL</b></p> <p>Reveladores físicos. (Dan manchas de color violeta en un fondo verde lo cual es positivo, si no existe dichas manchas es negativo)</p> <p>Reveladores químicos.(Dan manchas de color amarillas en un fondo morado lo cual es positivo para piretroides)</p>	<p>Análisis de Laboratorio</p>
<p><b>VARIABLE DEPENDIENTE</b></p> <p>Determinación de compuestos piretroides</p>	<p>Son sustancias químicas que se obtienen por síntesis y poseen una estructura muy parecida a las piretrinas.</p>	<p>Signos y síntomas</p> <p>Altera el funcionamiento normal del ser humano.</p> <p>Ataca principalmente al SNC</p>	<p><b>ESCALA NUMÉRICA</b></p> <p>Dosis tóxica varía entre 100 y 1000 mg/Kg, si existen valores menores a 100 los riesgos disminuyen.</p>	<p>Observación</p> <p>Guía de 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

##### **3.1.3 TIPO DE ESTUDIO**

Es un estudio longitudinal

#### **3.2 POBLACIÓN Y MUESTRA**

##### **3.2.1 POBLACIÓN**

La población de la presente investigación estará constituida por 50 muestras.

##### **3.2.2 MUESTRA**

La investigación no requiere extracción de muestra ya que la población es pequeña la misma que constituye el universo.

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

Los datos fueron recolectados del Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de la Provincia de Chimborazo.

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

Se utilizó la tabulación, cuadros, gráficos, utilizando Excel, el mismo que nos permite interpretar de mejor manera los datos y el correspondiente análisis.

## CAPÍTULO IV

### 4.1 ANÁLISIS E IRTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

TABLA Nº 5

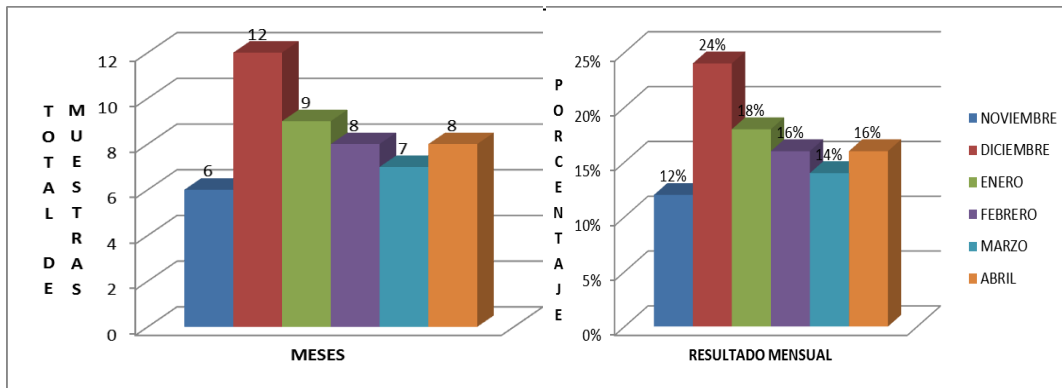
**DATOS ESTADÍSTICOS DE LAS MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE.**

ANÁLISIS DE PIRETROIDES PERIODO NOVIEMBRE DEL 2012 ABRIL DEL 2013		
MESES	Nº DE MUESTRAS	PORCENTAJE
NOVIEMBRE	6	12%
DICIEMBRE	12	24%
ENERO	9	18%
FEBRERO	8	16%
MARZO	7	14%
ABRIL	8	16%
<b>TOTAL</b>	<b>50</b>	<b>100%</b>

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

GRÁFICO Nº 39

**MUESTRAS ANÁLISADAS DE PIRETROIDES DESDE NOVIEMBRE DEL 2012 - ABRIL DEL 2013**



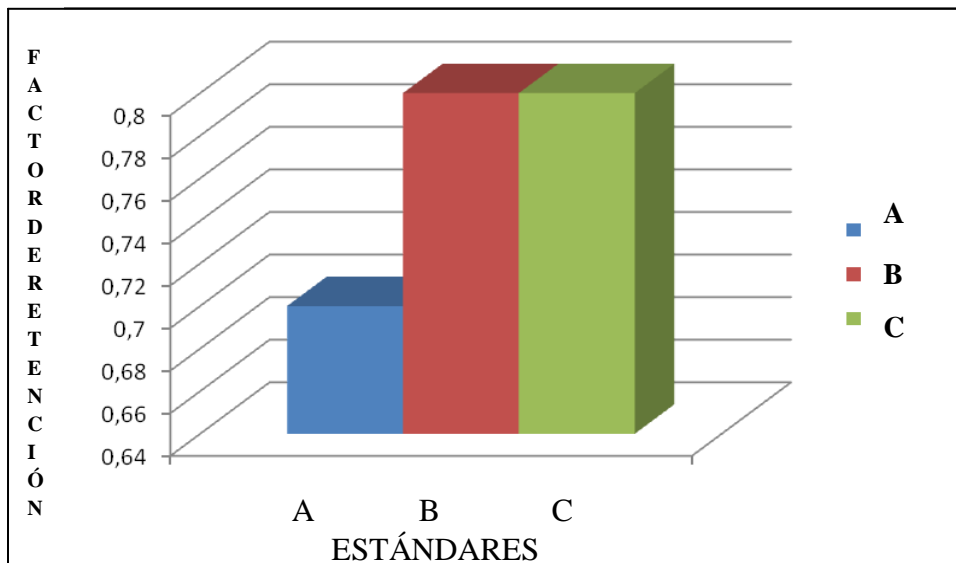
De las 50 muestras procesadas se puede observar que en el mes de diciembre existió un mayor número de intoxicaciones por compuestos piretroides en comparación con los meses anteriores que disminuyó su porcentaje.

**TABLA N° 6**  
**FACTORES DE RETENCIÓN DE LOS ESTÁNDARES QUE SE UTILIZARON PARA LA DETERMINACIÓN DE PIRETROIDES.**

FACTOR DE RETENCIÓN	OPERACIÓN (Dst/DS) o (Dat/DS)	RESULTADO (Rf)
ESTÁNDAR A	$R_{fst} = \frac{2,3}{2,9}$	0,7
ESTÁNDAR B	$R_{fst} = \frac{2,4}{2,9}$	0,8
ESTÁNDAR C	$R_{fst} = \frac{2,4}{2,9}$	0,8

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO N 40**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS FACTORES DE RETENCIÓN DE LOS ESTÁNDARES UTILIZADOS PARA PIRETROIDES**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

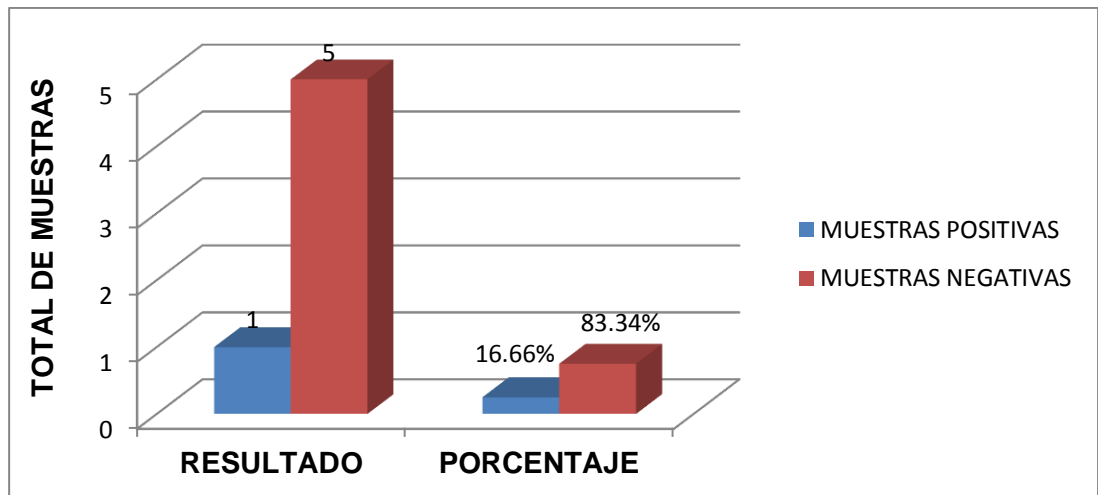
En el gráfico se puede evidenciar que los factores de retención (Rf) del estándar B y C son más altos debido a la afinidad que presenta por el sistema de solventes en comparación con el estándar A que presenta una menor afinidad por dicho sistema.

**TABLA Nº 7**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE COMPUESTOS PIRETROIDES EN MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO EN EL MES DE NOVIEMBRE-2012**

MUESTRAS ANALIZADAS EN NOVIEMBRE DEL 2012		
MUESTRAS	RESULTADO	PORCENTAJE
MUESTRAS POSITIVAS	1	16.66%
MUESTRAS NEGATIVAS	5	83.34%
TOTAL MUESTRAS	6	100%

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO Nº 41**  
**MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADOS EN EL MES DE NOVIEMBRE DEL 2012**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

En el gráfico se indica que en el mes de noviembre ingresaron 6 muestras de las cuales 1 resultó positiva para compuestos piretroides, lo que significa el 16.66%, las 5 restantes resultaron negativas, es decir el 83.34%, el porcentaje es bajo en comparación con diciembre.

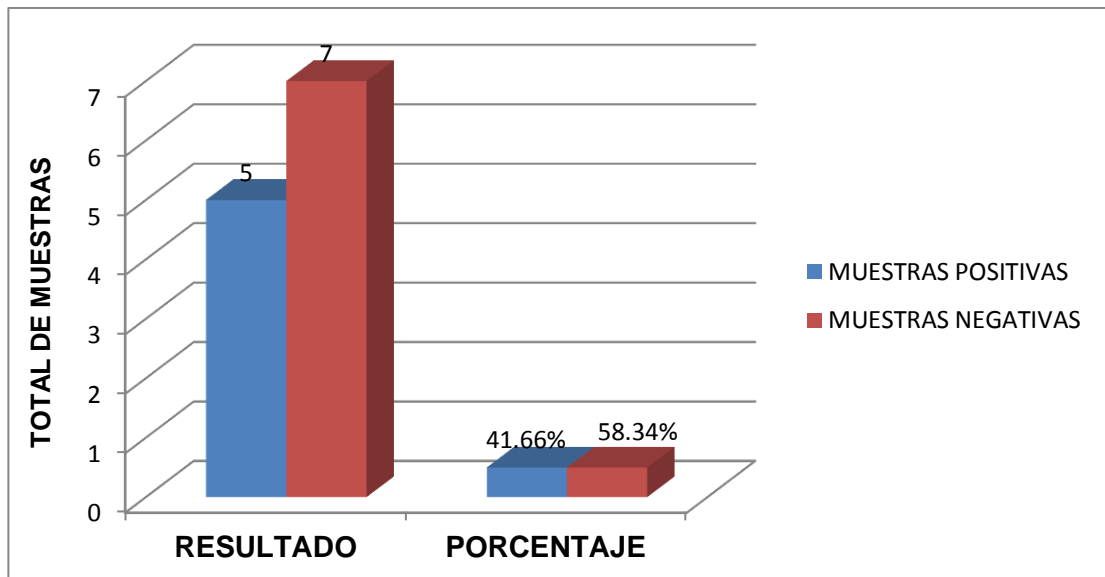


**TABLA Nº 8**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE COMPUESTOS PIRETROIDES EN**  
**MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO EN EL MES DE DICIEMBRE 2012**

<b>MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN DICIEMBRE DEL 2012</b>		
<b>MUESTRAS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>MUESTRAS POSITIVAS</b>	<b>5</b>	<b>41.66%</b>
<b>MUESTRAS NEGATIVAS</b>	<b>7</b>	<b>58.34%</b>
<b>TOTAL MUESTRAS</b>	<b>12</b>	<b>100%</b>

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO Nº 42**  
**MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN EL MES**  
**DE DICIEMBRE DEL 2012**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

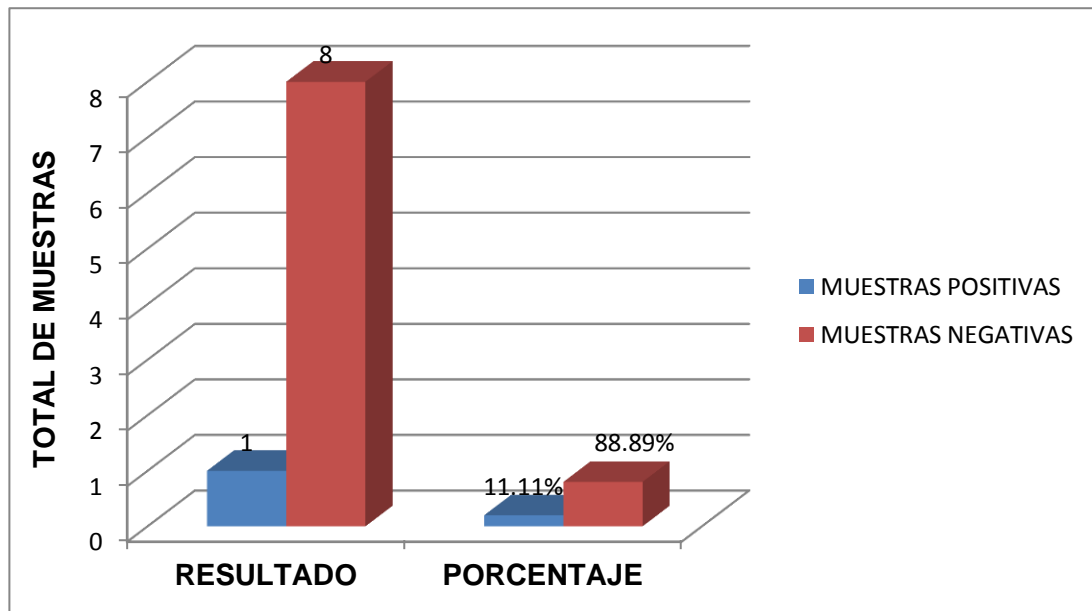
En el mes de diciembre ingresaron 12 muestras de las cuales 5 resultaron positivas, lo que significa el 41.66%, las 7 muestras restantes resultaron negativas, es decir el 58.34%, esto puede deberse a cuestiones de diferente índole sean sentimentales, económicas o sociales por las cuales las personas toman la decisión de consumir estos compuestos altamente tóxicos.

**TABLA N° 9**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE COMPUESTOS PIRETROIDES EN**  
**MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO EN EL MES DE ENERO DEL 2013**

<b>MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN ENERO DEL 2013</b>		
MUESTRAS	RESULTADO	PORCENTAJE
MUESTRAS POSITIVAS	1	11.11%
MUESTRAS NEGATIVAS	8	88.89%
TOTAL MUESTRAS	9	100%

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO N° 43**  
**MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN ENERO DEL 2013**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

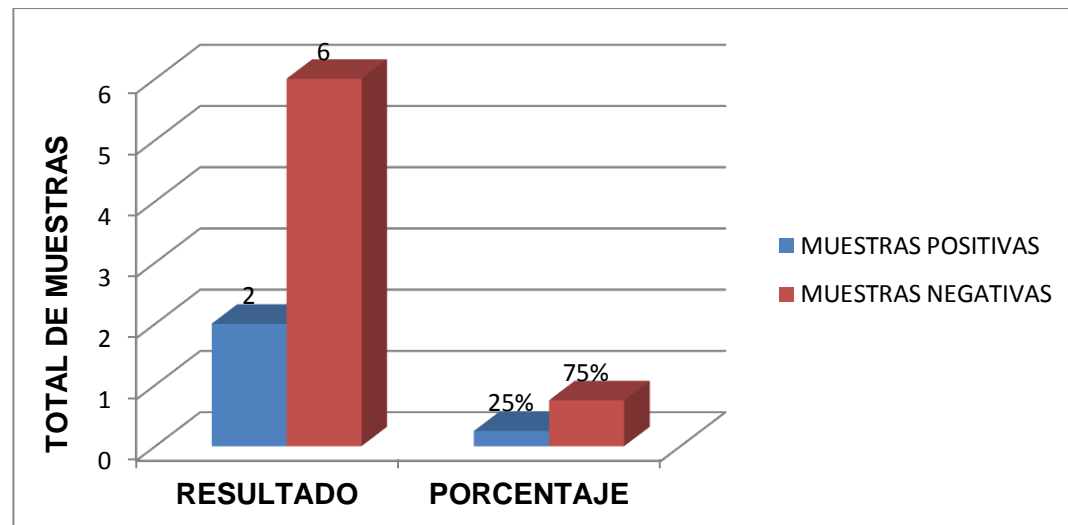
Se puede evidenciar que en el mes de enero ingresaron 9 muestras de las cuales 1 resultó positiva para piretroides, lo que significa el 11.11%, las 8 muestras restantes resultaron negativas, es decir el 88.89%, en comparación a diciembre este mes no presenta porcentajes elevados por el consumo de compuestos piretroides.

**TABLA Nº 10**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE COMPUESTOS PIRETROIDES EN**  
**MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO EN EL MES DE FEBRERO DEL**  
**2013**

<b>MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN FEBRERO DEL 2013</b>		
<b>MUESTRAS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>MUESTRAS POSITIVAS</b>	<b>2</b>	<b>25%</b>
<b>MUESTRAS NEGATIVAS</b>	<b>6</b>	<b>75%</b>
<b>TOTAL MUESTRAS</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO Nº 44**  
**NÚMERO DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN FEBRERO**  
**DEL 2013**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

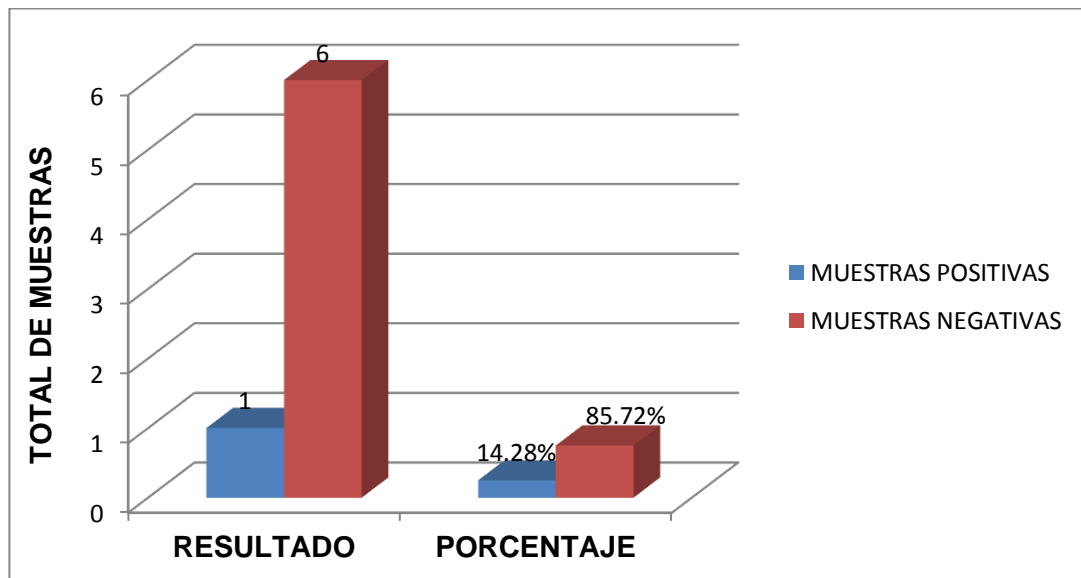
En el mes de febrero ingresaron 8 muestras de las cuales 2 resultaron positivas para piretroides, lo que significa el 25%, las 6 muestras restantes resultaron negativas, es decir el 75%, en comparación con enero se observa un aumento en el porcentaje de consumo de compuestos piretroides que puede deberse a diferentes cuestiones sean sentimentales, económicas o sociales.

**TABLA Nº 11**  
**DATOS ESTADÍSTICO DE LOS COMPUESTOS PIRETROIDES EN**  
**MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO EN EL MES DE MARZO DEL 2013**

<b>MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN MARZO DEL 2013</b>		
<b>MUESTRAS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>MUESTRAS POSITIVAS</b>	<b>1</b>	<b>14.28%</b>
<b>MUESTRAS NEGATIVAS</b>	<b>6</b>	<b>85.72%</b>
<b>TOTAL MUESTRAS</b>	<b>7</b>	<b>100%</b>

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO Nº 45**  
**MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN EL MES**  
**DE MARZO DEL 2013**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

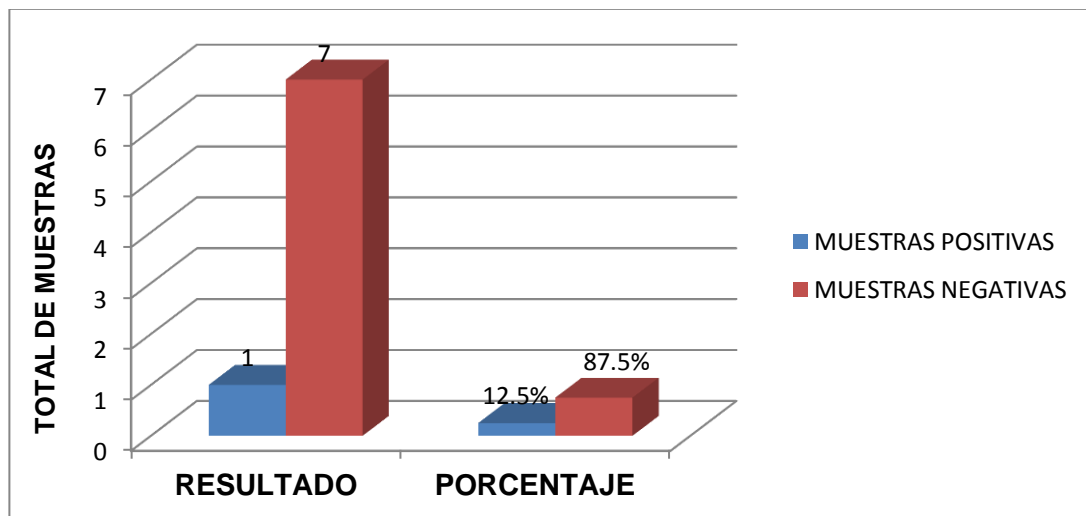
Se puede observar que en el mes de marzo ingresaron 7 muestras de las cuales 1 resultó positiva para compuestos piretroides, lo que significa el 14.28%, las 6 muestras restantes resultaron negativas, es decir el 85.72%, en este mes disminuyó el porcentaje de consumo de compuestos piretroides comparado con febrero.

**TABLA N° 12**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE COMPUESTOS PIRETROIDES EN**  
**MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO EN EL MES DE ABRIL DEL 2013**

<b>MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN ABRIL DEL 2013</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>MUESTRAS POSITIVAS</b>	<b>1</b>	<b>12.5%</b>
<b>MUESTRAS NEGATIVAS</b>	<b>7</b>	<b>87.5%</b>
<b>TOTAL MUESTRAS</b>	<b>8</b>	<b>100%</b>

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO N° 46**  
**MUESTRAS DE COMPUESTOS PIRETROIDES ANALIZADAS EN EL MES**  
**DE ABRIL DEL 2013**



**INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

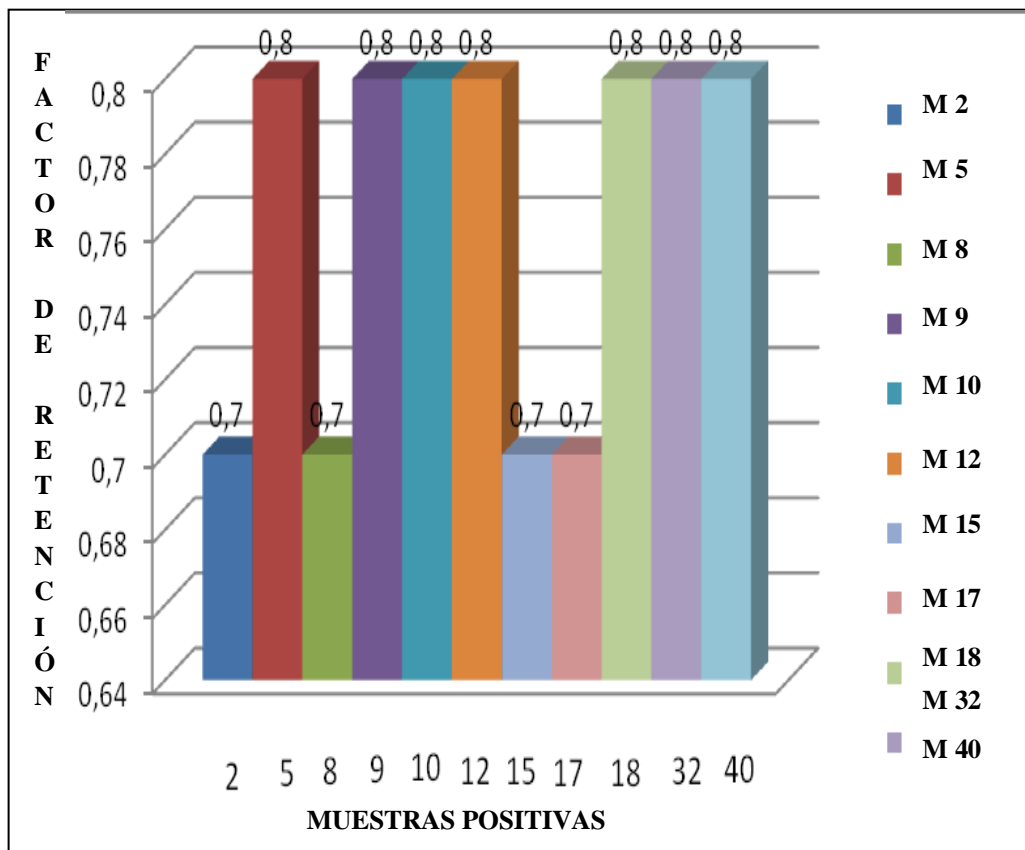
En el gráfico se puede evidenciar que en el mes de abril ingresaron 8 muestras de las cuales 1 resultó positiva para piretroides, lo que significa el 12.5%, las 7 muestras restantes resultaron negativas, es decir el 87.5% del total analizadas.

**TABLA N°13**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS FACTORES DE RETENCIÓN (Rf) DE**  
**LAS MUESTRAS POSITIVAS PARA COMPUESTOS PIRETROIDES**

N° MUESTRA	OPERACIÓN (D <sub>st</sub> /D <sub>S</sub> ) o (D <sub>at</sub> /D <sub>S</sub> )	RESULTADO (R <sub>f</sub> )
Muestra N° 2	$\frac{DM = 2.3}{DS \quad 3}$	0,7
Muestra N° 5	$\frac{DM = 2.5}{DS \quad 3}$	0,8
Muestra N° 8	$\frac{DM = 2.3}{DS \quad 3}$	0,7
Muestra N° 9	$\frac{DM = 2.5}{DS \quad 3}$	0,8
Muestra N° 10	$\frac{DM = 2.5}{DS \quad 3}$	0,8
Muestra N° 12	$\frac{DM = 2.5}{DS \quad 3}$	0,8
Muestra N° 15	$\frac{DM = 2.3}{DS \quad 3}$	0,7
Muestra N° 17	$\frac{DM = 2.3}{DS \quad 2,9}$	0,7
Muestra N° 18	$\frac{DM = 2.2}{DS \quad 2,6}$	0,8
Muestra N° 32	$\frac{DM = 2.3}{DS \quad 2,6}$	0,8
Muestra N° 40	$\frac{DM = 2.5}{DS \quad 3,9}$	0,8

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO Nº 47**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS FACTORES DE RETENCIÓN DE LAS MUESTRAS POSITIVAS PARA COMPUESTOS PIRETROIDES**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

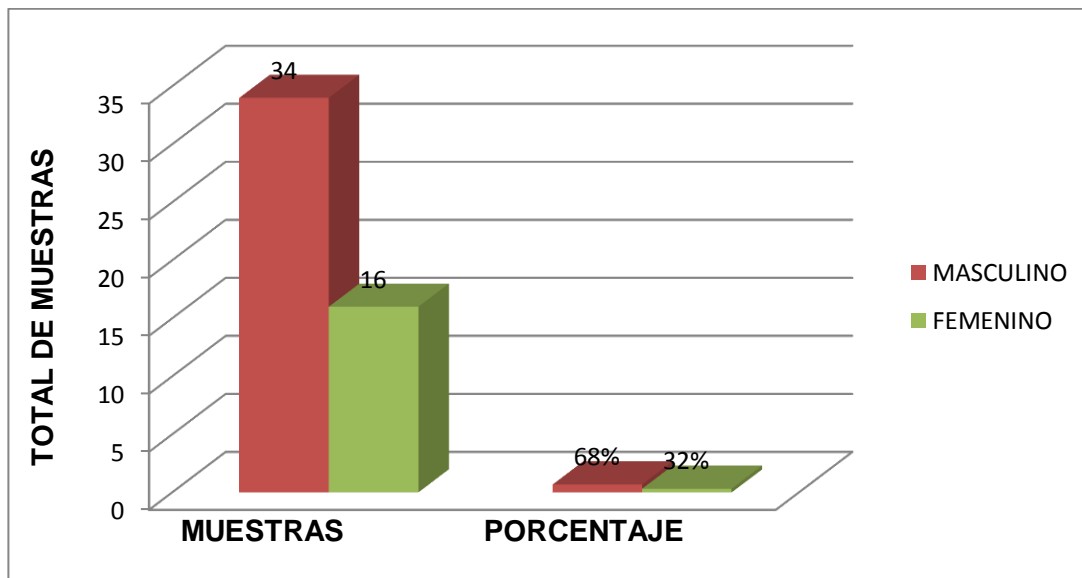
El factor de retención de las muestras 2,5,8,9,10,12,15,17,18,32,40 de aspirado gástrico que ingresaron al Laboratorio de Química, presentan valores aproximados a los estándares utilizados, lo que nos indica que se trata de compuestos piretroides ya que sus factores de retención son idénticos.

**TABLA N° 14**  
**DATOS ESTADÍSTICOS QUE PERTENECEN A PERSONAS DE SEXO**  
**MASCULINO Y FEMENINO EN EL PERIODO DE NOVIEMBRE DEL 2012 –**  
**ABRIL DEL 2013**

<b>MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO QUE PERTENECEN A PERSONAS DE SEXO MASCULINO Y FEMENINO</b>			
	<b>N° MUESTRA</b>	<b>MASCULINO</b>	<b>FEMENINO</b>
<b>TOTAL</b>	50	34	16
<b>PORCENTAJE</b>	100%	68%	32%

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO N° 48**  
**DATOS ESTADÍSTICOS QUE PERTENECEN A PERSONAS DE SEXO**  
**MASCULINO Y FEMENINO EN EL PERIODO DE NOVIEMBRE DEL 2012 –**  
**ABRIL DEL 2013**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De las 50 muestras de aspirado gástrico recolectadas desde noviembre del 2012 hasta abril del 2013, se obtuvo 34 que pertenecen a cadáveres de sexo masculino, lo cual representa un 68%, y 16 que pertenecen a cadáveres de sexo femenino, lo cual representa un 32% del total recolectada.

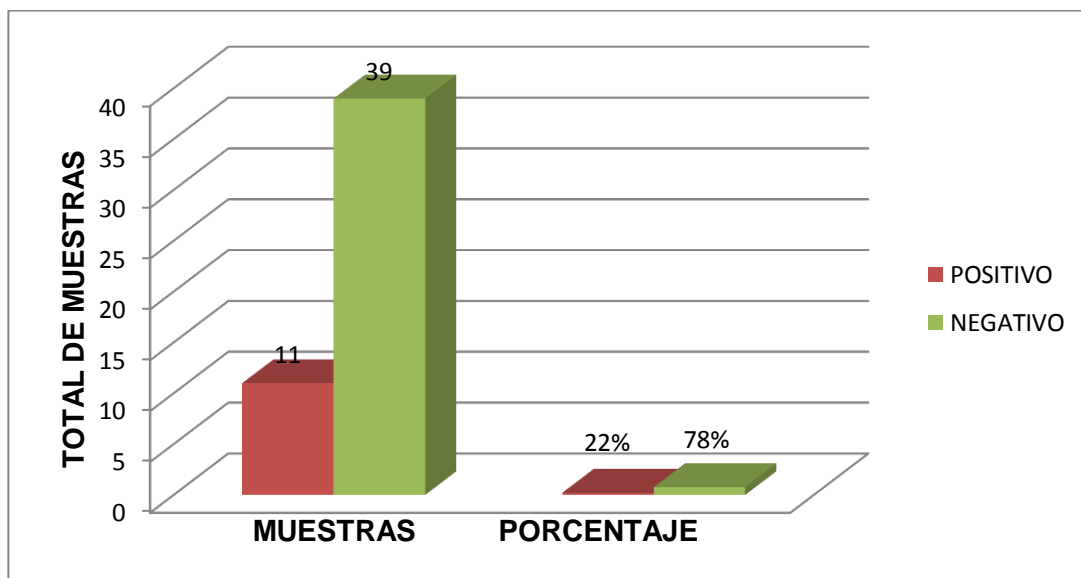


**TABLA N° 15**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE LAS MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO**  
**QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE**

<b>MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE</b>			
	<b>Nº MUESTRA</b>	<b>POSITIVO</b>	<b>NEGATIVO</b>
<b>TOTAL</b>	50	11	39
<b>PORCENTAJE</b>	100%	22%	78%

Fuente: Alcívar Edison, Coba Xavier

**GRÁFICO N° 49**  
**DATOS ESTADÍSTICOS DE LAS MUESTRAS DE ASPIRADO GÁSTRICO**  
**QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE**



### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De las 50 muestras de aspirado gástrico recolectadas desde noviembre del 2012 hasta abril del 2013, se obtuvo 11 positivas, lo cual representa un 22%, y 39 negativas, lo cual representa un 78% del total analizada. Es un porcentaje elevado ya que lo adecuado es que no exista muertes por estos compuestos y se debe tomar medidas precautelares para controlar y evitar este porcentaje.

## **CAPÍTULO V**

### **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1 CONCLUSIONES**

- En la presente investigación se estudió la toxicocinética que implica absorción, distribución, metabolismo y eliminación de los compuestos piretroides y su comportamiento al momento que estos ingresan al organismo de un ser vivo, lo cual nos permitió desarrollar la investigación de manera idónea.
- Mediante el proceso de extracción líquido – líquido, se logró purificar y separar los compuestos piretroides a partir de la muestra de aspirado gástrico, dando como resultado una mayor concentración para nuestro trabajo investigativo.
- Con la aplicación de la técnica cualitativa confirmatoria de cromatografía en capa fina se llegó a identificar los compuestos piretroides que fueron la causa de intoxicación o muerte de los individuos que se tomo las muestras de aspirado gástrico.
- Después de tabular los datos obtenidos para el análisis de compuestos piretroides se concluyó que de las 50 muestras procesadas, 11 de ellas resultaron positivas, lo que significa el 22%, mientras que 39 fueron negativas, que representa el 78% del total de las muestras analizadas durante el tiempo de estudio de la presente investigación.

## 5.2 RECOMENDACIONES

- En la toma de muestra se debe cumplir con todos los pasos de ley entre ellos la cadena de custodia para evitar errores al momento de la toma, transporte, recepción y análisis de la misma y de esta manera dar una adecuada identificación del compuesto en estudio para los fines legales investigativos.
- Al realizar la extracción líquido – líquido se debe tomar en cuenta que la cantidad del solvente y la muestra sean iguales para lograr una adecuada purificación y extracción del compuesto en estudio y obtener resultados efectivos.
- La extracción se la debe realizar con un solvente selectivo elegido adecuadamente ya que de esto depende el éxito de la purificación y posterior análisis.
- Los reactivos utilizados para revelar deben ser recién preparados para obtener resultados confiables y precisos.
- Los desechos generados deben ser depositados de manera adecuada en sus respectivos contenedores para evitar al personal de limpieza se infecte o se lastime con uno de estos desechos.
- Conociendo que las muestras biológicas producen contaminación y las muestras químicas producen intoxicación se recomienda utilizar todas las normas de bioseguridad (mandil, guantes, mascarilla, gafas, etc.).

## BIBLIOGRAFÍA:

1. ARIENS J. Introducción a la Toxicología General, e. J. Ariens, p.a. Lehmann, a.m. Simonis, Segunda Impresión, Enero 1981. <sup>(4)</sup> Pág.13
2. CASARETY Y DOULL, Manual de Toxicología, 5ta edición, Editorial MC Gracu Hill, México 2001. <sup>(7)</sup> Pág. 15
3. DUFFUS H. Jhon, Universidad de Heriot-Watt, Edimburgo, Ediciones Omega, s.a, Barcelona, 1983, TOXICOLOGIA Ambiental. <sup>(1)</sup> Pág. 9
4. KLETTE K.L, Levine B, Dreka. C, Smith.m.I y Golberger. B.A, Cholinesterase Activity in Post mortem Blood as a Screening Test For Organophosphate/Chemical weapon Exposures, forensic sci, 1993 <sup>(8)</sup> Pág. 19
5. MANUAL de Análisis de residuos de Plaguicidas, Policía Científica de España, Madrid, 2007. <sup>(20)</sup> Pág.30
6. MANUAL de Toxicología, Curtis d. Klaassen, Johon B. Watkins III, Quinta Edición, MC Graw-Hill Interamericana Editores S.A, México, 2001 <sup>(10)</sup> Pág. 20
7. RAMÍREZ Germán, Bogotá 1979, Conferencias Dictadas en el Curso de Análisis Toxicológico en el Instituto Nacional de Salud, Sanidad de Ambiente. <sup>(5)</sup> Pág. 14
8. TRUF; DREISBACH, Manual de Toxicología clínica de Dreisbach: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. Editorial Manual Moderno, 7a edición. <sup>(21)</sup> Pág. 31
9. VALLEJO María del Carmen, Manual de Análisis Toxicológico, Colombia. Bogotá, 1986. Primera edición. <sup>(14)</sup> Pág. 24
10. VALLEJO R. María Del Carmen, Segunda Edición, Diario el Sur Pasto, Noviembre, 1984, TOXICOLOGÍA Analítica. <sup>(18)</sup> Pág. 27
11. VARGAS Alvarado Eduardo, Costa Rica, MEDICINA Legal y Toxicología. <sup>(22)</sup> Pág. 32

## LINKOGRAFÍA

1. [http://www. Aplicación De Plaguicida.Quiminet.com.htm](http://www.Aplicación De Plaguicida.Quiminet.com.htm) <sup>(24)</sup> Pág. 42
2. <http://bonesforum.blogspot.com//cadena-de-custodia.html> <sup>(19)</sup> Pág. 28
3. [www.cromatografía .com.](http://www.cromatografía.com) <sup>(23)</sup> Pág. 39
4. <http://www.encolombia.com/medicina/Urgenciastoxicologicas/Piretrina sypiretroides.htm> <sup>(2)</sup> Pág. 11
5. <http://escuela.med.puc.cl/publ/guiaintoxicaciones/piretrinas.html> <sup>(6)</sup> Pág.14
6. <http://es.wikipedia.org/wiki/Piretroide> <sup>(9)</sup> Pág. 19
7. <http://www.epa.gov/oppfead1/safety/spanish/healthcare/handbook/Spch2.pdf> <sup>(11)</sup> Pág. 21
8. <http://www.google.com.ec/CONTROL+DE+CALIDAD&oq=CONTROL+DE+CALIDAD&gs.es> <sup>(26)</sup> Pág. 53
9. <http://www.google.com.ec/imgres?q=piretroides&hl=es> <sup>(12)</sup> Pág. 23
10. [www.uninet.\.Intoxicación por insecticidas piretroides.htm](http://www.uninet.\.Intoxicación por insecticidas piretroides.htm) <sup>(17)</sup> Pág. 27
11. <http://www.monografias.com/trabajos/mmbiologia.shtml> <sup>(25)</sup> Pág. 49
12. [www.Prácticas de fundamento crítico. 4 Cromatografía.htm.es](http://www.Prácticas de fundamento crítico. 4 Cromatografía.htm.es) <sup>(3)</sup> Pág. 13
13. [WWW.\.RAP-AL – plaguicidas.Toxicidad.htm](http://WWW.\.RAP-AL – plaguicidas.Toxicidad.htm) <sup>(13)</sup> Pág. 24
14. [http://www.unmsm.edu.pe/quimica/ing%/BOLETIN\\_22.pdf](http://www.unmsm.edu.pe/quimica/ing%/BOLETIN_22.pdf) <sup>(16)</sup> Pág. 26
15. <http://.wikimedia.org/wikipedia/commons/4/41/piretroides> <sup>(15)</sup> Pág. 25

# ANNEXES

## ANEXO Nº 1

### FOTOGRAFÍAS

#### ANFITEATRO Y AMBULANCIA DE MEDICINA LEGAL DEL CEMENTERIO GENERAL DE RIOBAMBA

##### AMBULANCIA



##### ANFITEATRO



##### MORGUE



FUENTE: COBA XAVIER, ALCÍVAR EDISON

## ANEXO Nº 2

### OFICINA DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA JUDICIAL DE CHIMBORAZO

#### DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA



#### OFICINA DE QUÍMICA FORENSE



FUENTE: COBA XAVIER, ALCÍVAR EDISON



### ANEXO Nº 3

## ÁREA DE TRABAJO DEL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DE LA POLICIA JUDICIAL DE CHIMBORAZO

### ÁREA DE TRABAJO



### EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO

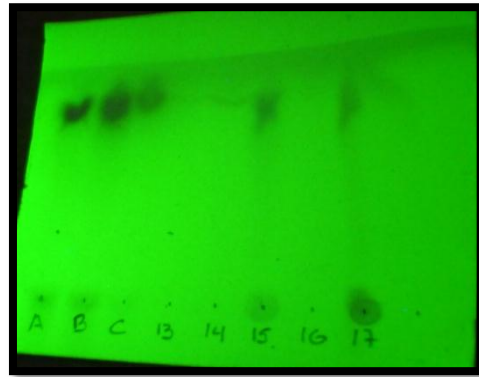


FUENTE: COBA XAVIER, ALCÍVAR EDISON

## ANEXO Nº 4

### REVELADO FÍSICO Y QUÍMICO DE LOS COMPUESTOS PIRETROIDES EN LAS PLACAS DE SÍLICA GEL

#### REVELADO FÍSICO CON LÁMPARA UV

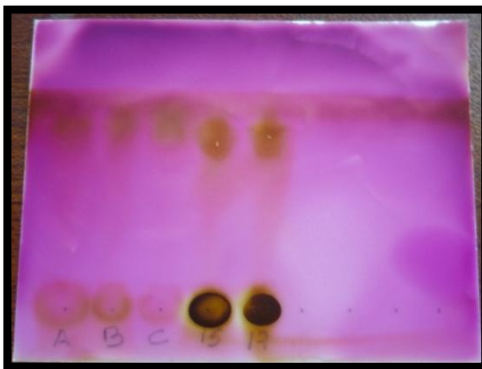


#### REVELADO QUÍMICO

##### PERMANGANATO DE POTASIO

POSITIVO

NEGATIVO



FUENTE: COBA XAVIER, ALCÍVAR EDISON

## ANEXO Nº 5

# REACTIVOS Y SOLVENTES EXISTENTES EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE

## REACTIVOS QUÍMICOS



## SOLVENTES DE TRABAJO



FUENTE: COBA XAVIER, ALCÍVAR EDISON

## ANEXO Nº 6

### EQUIPOS EXISTENTES EN EL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE

**ESTUFA**



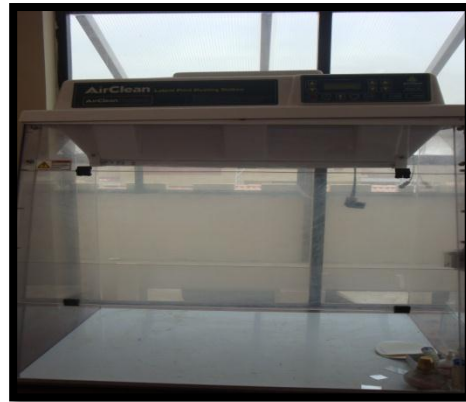
**REFRIGERADORES**



**CROMATOGRAFO DE GASES**




**EXTRACTOR DE GASES**



FUENTE: COBA XAVIER, ALCÍVAR EDISON

**ANEXO Nº 7**

**HOJA DE LA CADENA DE CUSTODIA**



**DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA JUDICIAL DE CHIMBORAZO**

**CADENA DE CUSTODIA No.....**

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:.....

---

Informe técnico de: ..... Pericia No..... Fecha: .....

Realizado por: .....

**FUENTE: COBA XAVIER, ALCÍVAR EDISON**