



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E  
HISTOPATOLÓGICO**

**TÍTULO:**

"DETERMINACIÓN DE COCAÍNA POR EL MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA EN MUESTRAS INORGÁNICAS QUE INGRESAN AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA JUDICIAL DE CHIMBORAZO EN EL PERIODO DE ENERO A JUNIO DEL 2013"

**AUTORES:**

Chugcho Cobo Daysy Jacqueline

Huilcapi Orozco Tania Fernanda

**TUTOR:**

Dr. Wilson Edwin Moncayo Molina

**Riobamba-Ecuador**



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD**

**CARRERA DE LABORATORIO CLÍNICO E  
HISTOPATOLÓGICO**

**TÍTULO:**

"DETERMINACIÓN DE COCAÍNA POR EL MÉTODO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA EN MUESTRAS INORGÁNICAS QUE INGRESAN AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE DEL DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA JUDICIAL DE CHIMBORAZO EN EL PERÍODO DE ENERO A JUNIO DEL 2013"

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

**Nota:** .....

Lcda. Mercedes Balladares

Presidente

\_\_\_\_\_

FIRMA

Dr. Wilson Moncayo

Miembro 1

\_\_\_\_\_

FIRMA

Msc. Clara Mayorga

Miembro 2

\_\_\_\_\_

FIRMA

## **DERECHOS DE AUTORÍA**

Nosotras: Chugcho Cobo Daysy Jacqueline y Huilcapi Orozco Tania Fernanda somos responsables de todo el contenido, ideas y criterios del presente trabajo investigativo, los derechos de autoría pertenecen a la Universidad Nacional de Chimborazo.

## **DEDICATORIA**

A Dios por esta familia maravillosa y por cuidarme en cada paso que doy. A mí querida madre por darme la vida y ser mi amiga incondicional. A mí querido padre que siempre me apoya y me guía para seguir adelante y no desfallecer, a mis hermanos, cuñada y sobrina por estar a mi lado, gracias a todos por su apoyo incondicional.

**Daysy**

## **DEDICATORIA**

A Dios, mis maestros, mi madre y hermanos que siempre me han apoyado en los momentos más difíciles de mi vida.

**Tania**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres Cecilia y Segundo por enseñarme a ser responsable y guiarme con valores que me ayudaran durante mi vida, por ser amigos a parte de padres, mis hermanos por estar a mi lado dándome apoyo a la distancia y un gran ejemplo para llegar hacer profesional, mi cuñada y sobrina por ser parte de mi familia. De todo corazón agradezco infinitamente a Dios por darme la oportunidad de vivir.

**Daysy**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco en primer lugar a Dios por la gran virtud de darme la vida, a mi madre que a pesar de la situación económica me apoya incondicionalmente, a mis maestros, al Dr. Wilson Moncayo por aceptar dirigir nuestro trabajo investigativo y sin duda a la Universidad Nacional de Chimborazo por la oportunidad de superación.

**Tania**

## **RESUMEN**

La presente investigación se trata “Determinación de cocaína por el método de cromatografía en capa fina en muestras inorgánicas que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo en el periodo de Enero a Junio del 2013”, esta investigación se la realiza con el propósito de disminuir el consumo y tráfico ilegal de estupefacientes y psicotrópicos en nuestro medio ya que es perjudicial para la salud del ser humano, afectando el SNC (sistema nervioso central) lo que conlleva a un estado convulsivo e incluso la muerte, por consiguiente se estudia el comportamiento, propiedades físicas, químicas y biológicas; toxicocinética (absorción, distribución, metabolismo, y eliminación) de la cocaína en el ser humano, a continuación se procede a purificar el estupefaciente (cocaína) mediante el método de extracción líquido- líquido para obtener el compuesto puro libre de impurezas y por último la identificación por cromatografía en capa fina, el trabajo investigativo se llevo a cabo en el Laboratorio de Química Forense de la Policía Judicial de Chimborazo siendo una revisión bibliográfica, estadística y antecedentes recolectados para lo cual se analizaron un total de 70 muestras (polvo granular color blanco hueso, láminas de cuero y cartón y muestras en estado líquido), señalando que el 29.1 % pertenece al sexo femenino y el 70,9% corresponde al sexo masculino, siendo todos los resultados positivos para cocaína, la investigación es considerada como un aporte para la sociedad que ignora la mala manipulación de estupefacientes y psicotrópicos

## **SUMMARY**

The present investigation is "Determination of cocaine by the method of thin layer chromatography in inorganic samples entering the Forensic Chemistry Laboratory of the Department of Criminology of the Judicial Police of Chimborazo in the period January to June 2013", this research it is performed with the aim of reducing the consumption and trafficking of narcotic drugs and psychotropic substances in our environment because it is harmful to human health, affecting the CNS (central nervous system) which leads to a state seizure and even death therefore studied the behavior, physical properties, chemical and biological toxicokinetics (absorption, distribution, metabolism, and elimination) of cocaine in humans, then proceeds to purify the drug (cocaine) by the method of extraction liquid-liquid to obtain the pure compound free of impurities and finally identification by thin layer chromatography, the research work was carried out at the Laboratory of Forensic Chemistry of the Judicial Police of Chimborazo being a literature review and background statistics collected for which we analyzed a total of 70 samples (bone white granular powder, leather and cardboard sheets and samples in liquid), noting that 29.1% are female and 70.9% were males, with all positive results for cocaine, research is considered as a contribution to society that ignores the poor handling of narcotic drugs and psychotropic.

## ÍNDICE GENERAL

INTRODUCCIÓN .....	1
<b>CAPÍTULO I</b> .....	2
1. PROBLEMATIZACIÓN. ....	2
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	2
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA. ....	3
1.3. OBJETIVOS.....	3
1.3.1. OBJETIVO GENERAL: .....	3
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS: .....	3
1.4. JUSTIFICACIÓN:.....	5
<b>CAPÍTULO II</b> .....	7
2. MARCO TEÓRICO. ....	7
2.1. POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL. ....	7
2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	7
2.2.1. COCAÍNA.....	7
2.2.1.1. GENERALIDADES.....	8
2.2.2. TOXICOCINÉTICA .....	9
2.2.2.1. ABSORCIÓN .....	9
2.2.2.2. DISTRIBUCIÓN.....	10
2.2.2.3. METABOLISMO.....	11
2.2.2.4. EXCRECIÓN .....	12
2.2.3. MECANISMO DE ACCIÓN .....	13
2.2.4. USOS.....	14
2.2.5. DOSIS TÓXICA .....	14
2.2.6. SIGNOS Y SÍNTOMAS .....	15
2.2.7. PREVENCIÓN.....	16
2.2.8. TRATAMIENTO .....	16
2.2.9. TIPOS DE MUESTRA .....	17
2.2.9.1. POLVO BLANCO HUESO .....	17
2.2.9.2. LÍQUIDO .....	17
2.2.9.3. CUERO Y CARTÓN .....	18
2.2.10. EXTRACCIÓN .....	19



2.2.10.1.2.	GRADO MÁXIMO DE EXTRACCIÓN .....	22
2.2.10.1.3.	SELECTIVIDAD DE LA EXTRACCIÓN .....	22
2.2.10.1.4.	PURIFICACIÓN DEL EXTRACTO .....	23
2.2.10.1.5.	REPARTO ENTRE DOS SOLVENTES INMISCIBLE .....	24
2.2.10.1.6.	IDENTIFICACIÓN TÓXICO .....	24
2.2.11.1.	FASE MÓVIL .....	25
2.2.11.2	FASE ESTACIONARIA .....	26
2.2.11.3.	ABSORBENTE .....	26
2.2.11.4	SÍLICA GEL .....	27
2.2.11.5.	PREPARACIÓN DE PLACAS .....	28
2.2.11.6	APLICACIÓN DE LAS MUESTRAS .....	28
2.2.11.7	DESARROLLO DE LA CROMATOGRAFÍA .....	29
2.2.11.8	REVELADORES .....	30
2.2.12.	CADENA DE CUSTODIA .....	33
2.2.13.1	PRINCIPIOS DE BIOSEGURIDAD .....	37
2.2.13.1.1	NIVELES DE CONTENCIÓN .....	37
2.2.14.1	CONTROL DE CALIDAD INTERNO .....	39
2.2.14.2	CONTROL DE CALIDAD EXTERNO .....	40
2.2.15	PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN DE COCAÍNA .....	41
2.2.16	ROTULACIÓN DE LAS MUESTRAS DE COCAÍNA .....	43
2.2.17	CADENA DE CUSTODIA .....	44
2.2.17.1	PROCEDIMIENTO DE LA CADENA DE CUSTODIA .....	44
2.2.18	EXTRACCIÓN DE COCAÍNA EN MUESTRAS INORGÁNICAS .....	45
2.2.19.1	PREPARACIÓN DE LOS CAPILARES .....	47
2.2.19.2.	PREPARACIÓN DE LA PLACA CROMATOGRÁFICA .....	48
2.2.19.3	DESARROLLO DE LA CROMATOGRAFÍA .....	49
2.2.19.4	PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE DRAGENDORFF .....	50
2.2.20.	PROCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COCAÍNA .....	51
2.2.21.	REVELADORES .....	53
2.2.21.1.	REVELADO FÍSICO .....	53
2.2.21.1.1.	LÁMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA .....	53
2.2.21.2.	REVELADO QUÍMICO .....	54
2.2.21.2.1	REACTIVO DE DRAGENDORFF .....	54

2.2.22.	CÁLCULOS Y RESULTADOS .....	55
2.2.22.1	PREPARACIÓN DE ACIDO CLORHÍDRICO 10M.....	55
2.2.22.2	CÁLCULOS DE LOS FACTORES DE RETENCIÓN .....	56
2.3.	DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS .....	62
2.4.	HIPÓTESIS Y VARIABLES.....	65
2.4.1.	HIPÓTESIS .....	65
2.4.2.	VARIABLES.....	65
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>67</b>
3.	MARCO METODOLÓGICO. ....	67
3.1.	MÉTODO.....	67
3.2.	POBLACIÓN Y MUESTRA .....	67
3.3.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS. ....	67
3.4.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN RESULTADOS.....	68
INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS. ....		69
3.5.	COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS .....	80
<b>CAPÍTULO IV .....</b>		<b>81</b>
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	81
4.1.	CONCLUSIONES.....	81
4.2.	RECOMENDACIONES .....	82
BIBLIOGRAFÍA .....		84
ANEXOS.....		86

## ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N°.2.1	PLANTA DE COCA .....	7
FIGURA N°.2.2	ESTRUCTURA QUÍMICA.....	8
FIGURA N°.2.3	ABSORCIÓN DEL TÓXICO.....	10
FIGURA N°.2.4	DISTRIBUCIÓN DE LA COCAÍNA .....	11
FIGURA N°.2.5	METABOLISMO DEL TÓXICO .....	12
FIGURA N°.2.7	BASE DE COCAÍNA.....	17
FIGURA N°.2.8	MUESTRA LÍQUIDA INORGÁNICA .....	18
FIGURA N°.2.9	MUESTRAS INORGÁNICAS .....	18
FIGURA N°.2.10	EQUIPO DE EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO .....	19
FIGURA N°.2.11	DESARROLLO CROMATOGRÁFICO.....	25
FIGURA N°.2.12	TRANSPORTE DE SUSTANCIAS.....	26
FIGURA N°.2.13	COMPONENTE POLAR .....	26
FIGURA N°.2.14	PLACAS DE SÍLICA GEL .....	27
FIGURA N°.2.15	APLICACIÓN DE LA MUESTRA .....	29
FIGURA N°.2.16	REACTIVO DE DRAGENDORFF .....	31
FIGURA N°.2.18	PERSONAL ENCARGADO DE LOS INDICIOS .....	33
FIGURA N°.2.19	UTILIZACIÓN DE NORMAS DE BIOSEGURIDAD .....	35
FIGURA N°.2.20	PRENDAS DE BIOSEGURIDAD .....	37
FIGURA N°.2.21	CLASIFICACIÓN DE DESECHOS .....	38
FIGURA N°.2.22	ASEGURAR LA CALIDAD.....	39
FIGURA N°.2.23	CONTROL DE CALIDAD INTERNO.....	39
FIGURA N°.2.24	CONTROL DE CALIDAD EXTERNO.....	40
FIGURA N°.2.25	RECEPCIÓN DE MUESTRAS DE COCAÍNA .....	41
FIGURA N°.2.26	MUESTRA INORGÁNICA DE COCAÍNA.....	43
FIGURA N°.2.27	PROCEDIMIENTO DE LA CADENA DE CUSTODIA .....	44
FIGURA N°.2.28	EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO .....	45

FIGURA N°.2.29	PROCESO PARA LA PREPARACIÓN DE CAPILARES... 47
FIGURA N°.2.30	PROCESO DE PREPARACIÓN DE PLACA ..... 48
FIGURA N°.2.31	APLICACIÓN DE LA MUESTRA EN PLACA ..... 49
FIGURA N°.2.32	PREPARACIÓN DEL REACTIVO..... 50
FIGURA N°.2.33	PROCESO DE CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA ..... 51
FIGURA N°.2.34	REVELADO FÍSICO CON LUZ UV ..... 53
FIGURA N°.2.35	REVELADO QUÍMICO CON DRAGENDORFF..... 54
FIGURA N°36	NÚMERO DE MUESTRAS INORGÁNICAS ..... 69
FIGURA N°37	NÚMERO DE MUESTRAS EN ENERO..... 70
FIGURA N°38	NÚMERO DE MUESTRAS EN FEBBRERO..... 71
FIGURA N°39	NÚMERO DE MUESTRAS EN MARZO ..... 72
FIGURA N°40	NÚMERO DE MUESTRAS EN ABRIL. .... 73
FIGURA N°41	NÚMERO DE MUESTRAS EN MAYO..... 74
FIGURA N°42	NÚMERO DE MESTRAS EN JUNIO ..... 75
FIGURA N°43	CÁLCULO DE LOS FACTORES DE RETENCIÓN ..... 76
FIGURA N°44	TIPO DE MUESTRAS DE COCAÍNA. .... 77
FIGURA N°45	NÚMERO DE MUESTRAS PERTENECEN AL SEXO ..... 78
FIGURA N°46	NÚMERO DE MUESTRAS DESCUBRIR AUTORES..... 79

## ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N°1	PROPIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS DE LA COCAÍNA.....	9
TABLA N°2	FACTORES DE RETENCIÓN DE ENERO.....	56
TABLA N°3	FACTORES DE RETENCIÓN DE FEBRERO.....	57
TABLA N°4	FACTORES DE RETENCIÓN DE MARZO .	58
TABLA N°5	FACTORES DE RETENCIÓN DE ABRIL.....	59
TABLA N°6	FACTORES DE RETENCIÓN DE MAYO.....	60
TABLA N°7	FACTORES DE RETENCIÓN DE JUNIO .	61
TABLA N°8	DATOS ESTADÍSTICOS DE ENERO – JUNIO 2013 .....	69
TABLA N°9	DATOS ESTADÍSTICOS DE ENERO .....	70
TABLA N°10	DATOS ESTADÍSTICOS DE FEBRERO .....	71
TABLA N°11	DATOS ESTADÍSTICOS DE MARZO .....	72
TABLA N°12	DATOS ESTADÍSTICOS DE ABRIL.....	73
TABLA N°13	DATOS ESTADÍSTICOS DE MAYO .....	74
TABLA N°14	DATOS ESTADÍSTICOS DE JUNIO .	75
TABLA N°15	CÁLCULO DE LOS FACTORES DE RETENCIÓN. ....	76
TABLA N°16	DATOS ESTADÍSTICOS DE TIPOS DE COCAÍNA .	77
TABLA N°17	DATOS ESTADÍSTICOS PERTENECEN AL SEXO.....	78
TABLA N°18	DATOS ESTADÍSTICOS DESCUBRIR AUTORES. ....	79

## INTRODUCCIÓN

El uso de sustancias con efectos psicotrópicos se ha convertido en un severo problema que afecta a los individuos y a las sociedades contemporáneas, la drogadicción es un problema universal que prácticamente no existe nación en el mundo que no se vea afectada de alguna manera por el abuso de sustancias que causan dependencia, tanto legales (tabaco, alcohol y medicamentos psicotrópicos), como ilegales.

Entendemos por drogadicción al acto de consumir cualquier sustancia capaz de producir un cambio en la conducta del individuo y además de producir en éste una fuerte dependencia que incita al consumo continuo de la misma, el incremento en el consumo es, especialmente de sustancias que conllevan al desarrollo de abuso y adicción, ha generado la necesidad de detección de estas sustancias por los laboratorios especializados.

Los métodos utilizados para detectar, confirmar y cuantificar estupefacientes son parte importante en el proceso de detección de drogas. La sensibilidad, precisión y especificidad son críticos para la generación de resultados válidos y confiables, con este trabajo nos proponemos comparar la viabilidad mediante los métodos analíticos empleados en la cátedra de toxicología del Laboratorio de Química Forense como es la cromatografía en capa fina (CCF). Todo esto con el objeto de ofrecer determinaciones periódicas de drogas de abuso, en este caso cocaína en muestras inorgánicas mediante el método de cromatografía en capa fina.

La presente investigación se fomenta en los siguientes capítulos: Capítulo I: Problematización en el que se analiza la causa por el que se realiza el trabajo investigativo. Capítulo II: Marco teórico, desarrollo bibliográfico del tema a ser analizado. Capítulo III: Marco metodológico, se estudia los métodos y técnicas con los que se desarrolla la investigación. Capítulo IV: contiene las conclusiones, recomendaciones con las que se ha finalizado el trabajo investigativo.

## **CAPÍTULO I**

### **1. PROBLEMATIZACIÓN.**

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

Muchas personas utilizan la cocaína para el consumo diario sin saber las causas y el daño que se provocan en el organismo como Taquicardia o bradicardia, dilatación pupilar, aumento o disminución de la tensión Arterial, sudoración o escalofríos, náuseas o vómitos, pérdida de peso demostrable de cada uno de ellos así como también afectando a los familiares, sociedad y a la comunidad en general.

El tráfico de drogas es una de las graves causas en la actualidad del país, dando lugar a una problemática socio-educativa debido a la venta y consumo de estas sustancias en diferentes instituciones educativas a nivel nacional sin a ver un control permanente por parte de las autoridades.

Uno de los principales problemas que ocurre en nuestro medio es el consumo de sustancias psicotrópicas y estupefacientes (cocaína) producido por situaciones familiares, sentimentales, emocionales y económico en personas que sin saber el daño que ocasionan el consumo de la droga llevándolo a la adicción e incluso a la muerte por una sobredosis.

Los delincuentes hoy en día utilizan diferentes medios para provocar daño a jóvenes y adultos mediante el consumo de estupefacientes (cocaína) induciéndoles a daños severos e incluso la muerte.

## **1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.**

¿Por qué determinamos cocaína por el método de cromatografía en capa fina en muestras inorgánicas que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo en el período de Enero a Junio del 2013?

## **1.3. OBJETIVOS.**

### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL:**

- ✓ Demostrar la efectividad del método de cromatografía en capa fina para el análisis de cocaína en muestras inorgánicas que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS:**

- ✓ Revisar a través de medios bibliográficos actualizados y tecnológicos la toxicocinética (absorción, distribución, metabolismo y eliminación), de cocaína en el organismo del ser humano.
- ✓ Extraer la muestra cocaína mediante el método de extracción líquido-líquido para purificar el componente en estudio y obtener una mayor concentración y pureza del tóxico.
- ✓ Determinar cualitativamente el tóxico en muestras inorgánicas por el método confirmatorio de cromatografía en capa fina, mediante los respectivos factores de retención (Rf).
- ✓ Tabular los datos estadísticos obtenidos en el tiempo de prueba en la determinación de cocaína en muestras inorgánicas que ingresan al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.



- ✓ Demostrar los beneficios de la técnica de cromatografía en capa fina para la identificación de cocaína en muestras inorgánicas en comparación con otros métodos de identificación como la cromatografía en papel.
- ✓ Concienciar a la población acerca del consumo y complicaciones de psicotrópicos y estupefacientes.
- ✓ Sugerir a las instituciones educativas la realización de la prueba cualitativa confirmatoria de cromatografía en capa fina para descartar el consumo de cocaína en estudiantes.

## **1.4. JUSTIFICACIÓN:**

El siguiente trabajo de investigación, ha sido realizado debido a la incidencia de personas en nuestro medio por el consumo de cocaína, los mismos que se presentan en planteles educativos y en la población en general con mayor frecuencia en adolescente y ancianos los mismos que ayudan al tráfico ilícito de estupefacientes siendo la causa principal la falta de información adecuada en cuanto al riesgo del consumo y manipulación del mismo.

La complicación debido al ingreso del tóxico al organismo puede variar de acuerdo a la cantidad, presentándose primero como una intoxicación, llegando muchas de las veces a causar daños irreversibles e incluso la muerte del paciente.

La cocaína es un estimulante que funciona mediante la modulación de la dopamina, un neurotransmisor que se encuentra en ciertas zonas y neuronas del cerebro. Ha sido llamada la droga de los años setenta, ochenta y noventa por su gran popularidad y uso durante esas décadas, la misma ocasiona a largo o corto plazo en el organismo daños principalmente en el sistema nervioso central (SNC) se presenta en personas que ingieren directamente la cocaína.

Se establece un informe comparativo sobre consumo de cocaína en 6 países de Sudamérica: Argentina, Bolivia, Chile, Ecuador, Perú y Uruguay, dicho informe está basado en los resultados de los estudios de estos países, en la población comprendida entre 15 a 64 años de edad, por otra parte el uso actual o consumo en los últimos 30 días, la tasa en Colombia alcanza a 0,5%, cifra superior a Ecuador, Perú y Bolivia, e inferior a Chile (0,6%), Uruguay (0,9%) y Argentina (1,6%).

A nivel provincial según datos de la tercera encuesta Nacional sobre consumo de drogas, alrededor de un 4.9% de la población entre 15 y 19 años de edad, asegura haber consumido algún tipo de sustancia alguna vez en la vida, siendo las drogas

de mayor prevalencia la cocaína (1.3%) y la pasta base (0.8%), existiendo una cifra promedio de los países con el 1,4% en el Ecuador.

Esta investigación no se ha realizado en ninguna otra institución a nivel Provincial o Nacional, siendo la Universidad Nacional de Chimborazo la primera en aportar conocimientos de este tipo de investigación mediante la determinación de cocaína en muestras inorgánicas por el método de cromatografía en capa fina, la misma que se pretende realizar en el Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

Mediante este trabajo investigativo se quiere llegar a las autoridades competentes de la ciudad y del país en especial a los adolescentes de las instituciones educativas que están expuestos a la manipulación y consumo de estupefacientes (cocaína), con el fin de concientizar a todas las personas con charlas, conferencias y documentales, de esta manera informar a los jóvenes, niños y adultos acerca de las causas que produce esta droga (cocaína) brindando un servicio a la sociedad y comunidad en general.

## CAPÍTULO II

### 2. MARCO TEÓRICO.

#### 2.1. POSICIONAMIENTO TEÓRICO PERSONAL.

Este trabajo de investigación está basado en la técnica del pragmatismo debido a que para realizar el estudio de las variabilidades en la determinación de Cocaína en muestras inorgánicas, manipulación, conservación y transporte de la misma en el laboratorio químico forense del Departamento de Criminalística de la Policía judicial de Chimborazo se debe realizar mediante la técnica y/o método de cromatografía en capa fina.

#### 2.2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

##### 2.2.1. COCAÍNA

**FIGURA N° .2.1 Planta de coca**



**Fuente:** <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Erythroxylum-coca-foliage.jpg>

La coca (*Erythroxylum coca*) es un arbusto originado de América del Sur aunque también se ha cultivado en otros países del mundo. La cocaína es un alcaloide más importante que se encuentra en la planta de coca y se concentra especialmente en las hojas de donde se extrae. (Enciclopedia criminalística, (2010))

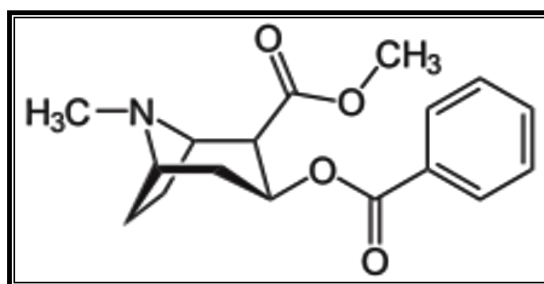
La cocaína es un estimulante del sistema nervioso central, un supresor del apetito, y un anestésico tópico. Específicamente, es un inhibidor de la recaptación de serotonina-norepinefrina-dopamina (también conocido como un inhibidor de la

recaptación triple (TRI)), que media la funcionalidad de estos neurotransmisores como un ligando de transportador de catecolamina exógeno. Es adictiva para el sistema de recompensa mesolímbico. (Cocaína.(en línea).Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Coca%C3%ADna>).

La cocaína conocida como la benzoilmetilecgonina, es una sustancia alcaloide obtenida de las hojas del arbusto *Erythroxylon coca*. La planta es originaria de los países de la región andina de América. Su nombre proviene de una de las culturas más desarrolladas del Alto Perú, la aimará, en donde se le llamaba KkoKa, que significa arbusto. Las hojas de coca contienen varios componentes entre los que se encuentran taninos, aceites esenciales y múltiples alcaloides. Los alcaloides que contiene la hoja de coca, se dividen en dos grupos: derivados de la tropinona (cocaína, truxilina, tropacocaína y la cinamilcocaína) y derivados del pirrol (higrina y cuskigrina). Hay varias especies de *Erythroxylon* que pueden contener trazas de cocaína, pero la mayor fuente es la del *Erythroxylon coca* con 0.5%-1% del alcaloide. (Cocaína. (en línea). Disponible en: <http://www.scielo.org.co/pdf> )

### 2.2.1.1. GENERALIDADES

**FIGURA N° 2.2 Estructura química**



**Fuente:** [http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kokain\\_-\\_Cocaine.svg](http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kokain_-_Cocaine.svg)

La cocaína es un compuesto cristalino, C<sub>17</sub> H<sub>21</sub> N O<sub>4</sub>, de color blanco y sabor amargo; es soluble en agua y reacciona con los ácidos formando sales. (Cocaína. (en línea). Disponible en: <http://www.psiquiatria.com.es/socidrogalcohol/cocaina.pdf>)

A diferencia de la mayoría de las moléculas, la cocaína posee bolsillos con alta eficiencia hidrófila y lipófila, violando la regla de equilibrio hidrófilo-lipófilo. Esto provoca que cruce la barrera hematoencefálica con un refuerzo muy superior que a otras sustancias químicas psicoactivas. (Cocaína.(en línea). Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Coca%C3%ADna>)

### 2.2.1.2. PROPIEDADES

**TABLA N° 1 PROPIEDADES FÍSICO- QUÍMICAS DE LA COCAÍNA**

<b>Masa molecular</b>	<b>303,35 g/mol</b>
<b>Formula molecular</b>	<b>C<sub>17</sub>H<sub>21</sub>NO<sub>4</sub></b>
<b>Punto de fusión</b>	<b>98 °C</b>
<b>Punto de ebullición</b>	<b>187 °C</b>

**Fuente:** <http://es.wikipedia.org/wiki/Coca%C3%ADna>

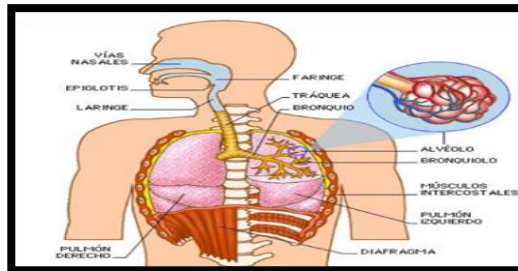
La cocaína desde el punto de vista químico es la benzoilmetilecgonina; la ecgonina es una base aminoalcohólica íntimamente relacionada con la amopina, el aminoalcohol de la atropina. La cocaína es así un éster del ácido benzoico y una base que contiene nitrógeno. (Cocaína.(en línea). Disponible en: [http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d\\_lacocaina.pdf](http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d_lacocaina.pdf) )

### 2.2.2. TOXICOCINÉTICA

#### 2.2.2.1. ABSORCIÓN

- ✓ Oral: de hojas frescas de la planta de coca mascadas. Propio de los países productores e inexistente en nuestro país.
- ✓ Nasal o naso-alveolar: por inhalación alcanza una concentración en plasma a los 15 a 60 min. El efecto eufórico se alcanza a los 15 a 20 min.

**FIGURA N°.2. 3 Absorción del tóxico**



Fuente: <http://4.bp.blogspot.com/Nueva+image.png>

- ✓ Fumado: cuando se fuma, el crack o cocaína free base es absorbida rápida y completamente a través de la circulación pulmonar. El efecto psicológico y fisiológico de 15 ml de esta forma es similar al obtenido al obtenido con 20 ml de clorhidrato de cocaína por vía endovenosa. La euforia se produce entre 6 y 11 minutos.
- ✓ Inyección endovenosa: la toxicocinética de la cocaína inyectada en la vena es similar al fumado, aunque los efectos psicológicos y fisiológicos aparecen varios minutos antes.
- ✓ Ingestión: la cocaína ingerida alcanza niveles en sangre entre 50 y 90 minutos. Se absorbe mejor en el medio alcalino del intestino delgado que en el medio ácido del estómago. (QUINTERO, A y RAMOS, R, (2007).)

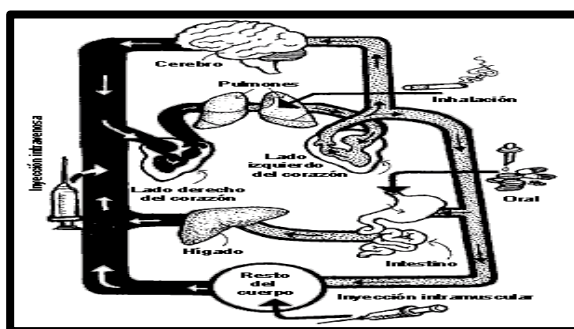
#### **2.2.2.2. DISTRIBUCIÓN**

Una vez absorbida la cocaína pasa rápidamente a la sangre y se distribuye por todo el organismo, teniendo especial afinidad por el cerebro. También atraviesa la barrera hematoencefálica y la barrera feto placentaria debido a su alta liposolubilidad.

La cocaína tiene un volumen de distribución de 2 l/kg. La biotransformación del principio activo se inicia rápidamente en la sangre misma debido al pH del medio acuoso, el cual es potenciado por la presencia de colinesterasas y posteriormente se completa en el hígado donde es hidrolizada por colinesterasas produciendo sus

dos metabolitos principales la benzoilecgonina (BEG) y la ecgoninametilester (EME). 15-30 minutos después de la administración aparece la benzoilecgonina (BEG), el principal metabolito del cual se pensaba que era farmacológicamente inactivo. La BEG puede detectarse en plasma hasta 24 horas después de su administración.

**FIGURA N°2. 4 Distribución de la cocaína**



Fuente: [http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/130/img/130\\_102.gif](http://bibliotecadigital.ilce.edu.mx/sites/ciencia/volumen3/ciencia3/130/img/130_102.gif)

La cantidad encontrada en sangre corresponde fielmente a la cantidad a la que están expuestos los receptores. En personas con sobredosis, la sustancia muestra concentraciones diferenciales importantes en cerebro y sangre, llegando a encontrarse en el primero hasta 10 veces la concentración en la sangre, tomada al mismo tiempo. (Distribución de la cocaína. (en línea). Disponible en: <http://infobacter.blogspot.com/2012/02/cocaina-origen-la-cocaina-conocida.html>)

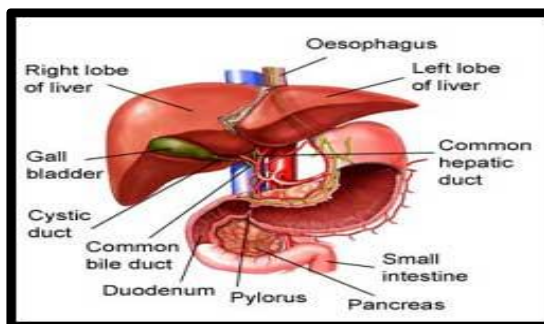
### **2.2.2.3. METABOLISMO**

El metabolismo principal de la cocaína tiene lugar mediante una hidrólisis enzimática hepática rápida que produce los metabolitos inactivos benzoilecgonina (45%), metilesterecgonina (45%) y ecgonina; también se producen cantidades menores de norcocaína (que es activa pero tiene una acción clínica poco relevante).

En el caso de las formas fumadas el metabolismo produce también metil-ester-anhidroecgonina, activa en animales y de acción poco conocida en humanos.



## FIGURA N°.2.5 Metabolismo del tóxico



Fuente: <http://2.bp.blogspot.com/Higado+en+ingles.jpg>

Todos los metabolitos de la cocaína tienden a acumularse en el tejido graso desde el cual se liberan lentamente. La benzoilecgonina aparece en orina hasta al menos 3-4 días después de un consumo moderado y, por ello, es el metabolito más utilizado para determinar el consumo reciente en ámbitos asistenciales. La benzoilecgonina puede detectarse también en la saliva, el cabello o el sudor. (Metabolismo. (en línea). Disponible en: <http://www.pnsd.msc.es/Categoria2/publica/pdf/AdiccionCocaina.pdf> )

### 2.2.2.4. EXCRECIÓN

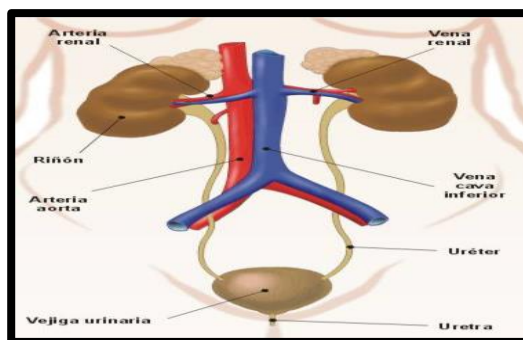
La cocaína se elimina más rápida y casi totalmente metabolizada por las colinesterasas de la sangre. Solo menos de 1 a 9 % se elimina sin cambio alguno. La vida media de eliminación también depende de las rutas de absorción: fumada 56 min, por vía endovenosa 78 min, inhalada 80 min.

Metabolitos en orina: en orden de importancia son de metilo de ecgonina, narcocaína, benzoilecgonina y cocaetileno

Metilo de ecgonina: es inactivo, representa de 32 a 45% de los metabolitos urinarios.

Narcocaína: se produce por la metilación de una pequeña fracción de cocaína. Representa de 2.6 a 6.2% de los metabolitos urinarios. Aunque es activo, se cuestiona su contribución en el efecto de la droga. Después de ser inhalado puede detectarse entre 8 y 12 horas después.

**FIGURA N°.2.6 Eliminación del tóxico**



Fuente: <http://www.aula2005.com/html/cn3eso/10excretor/urinaricatala2es.jpg>

Benzoilecgonina: puede identificarse en la orina por técnicas cromatografía y por radioinmunoensayo hasta 144 horas más tarde.

Cocaetileno: se encuentra en consumidores que abusan de la cocaína y también del etanol. La forma la esterasa del hígado. En ausencia de alcohol, dicha enzima metaboliza la cocaína a benzoilecgonina. (QUINTERO, A y RAMOS, R, (2007).)

### **2.2.3. MECANISMO DE ACCIÓN**

La cocaína produce hiperactividad de dos neurotransmisores: noradrenalina y dopamina (DOPA).

Actúa bloqueando los receptores de la DOPA y compitiendo con la proteína transportadora de la misma. Como consecuencia se acumula mucha DOPA en la sinapsis y se produce hiperactividad por agotamiento.

Por otra parte la cocaína actúa en la autorregulación de la serotonina, disminuyendo la concentración de la misma en forma considerable. Esta sustancia es un importante protector del corazón, lo que explica la muerte por paro cardíaco en la sobredosis de cocaína.

Es común encontrar que los adictos aspiren coca e ingieran al mismo tiempo alcohol, porque este último disminuye los efectos adversos de la primera. La mezcla de ambas sustancias forma cocaetileno, el cual mantiene por más tiempo el

efecto simpaticomimético de la coca, que aumenta la competencia con la serotonina incrementando la acción negativa sobre el corazón.

La sensación de placer que produce la cocaína está dada por el exceso de dopamina en el núcleo Acumbens. (Mecanismos de acción de la cocaína.(en línea).Disponible en: [http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d\\_lacocaina.pdf](http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d_lacocaina.pdf))

#### **2.2.4. USOS**

La hoja de la coca posee grandes cualidades medicinales. A nivel digestivo: Las hojas de la coca resultan estimulantes de las funciones digestivas. También pueden reducir la secreción salivar o la sensibilidad de las mucosas. En el pasado la infusión de las hojas de coca eran utilizadas como sedante y analgésicas de las corneas oculares.

La hoja de la coca ha sido utilizada desde tiempos inmemorables como analgésico natural, y sus cualidades como sedantes la hacen una herramienta común de las culturas indígenas de América del Sur en tratamientos contra el reumatismo o la artritis. A pesar de esto, su uso como cocaína le ha creado un tabú y el rechazo ante la sociedad por la facilidad con que crea adicción. Posee efecto directo sobre el sistema nervioso central, estimulando la capacidad psíquica y física, reduciendo el cansancio y provocando alucinaciones e hipnotismo. Beneficios a nivel digestivo, reumatológico, cardiovascular y nervioso. (Usos de la cocaína. (en línea).Disponible en: <http://www.misabueso.com/salud/Coca>)

#### **2.2.5. DOSIS TÓXICA**

La dosis tóxica es variable. Hay personas que tienen una sensibilidad especial a la cocaína que las hace reaccionar ante dosis muy pequeñas y entran rápidamente en shock, a veces durante la misma aplicación de la droga. La cifra tóxica está generalmente alrededor de los 0,20 a 0,30 g., pudiendo en los adictos llegar a los 3 gramos. (Dosis tóxica. (en línea).Disponible en: [http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d\\_lacocaina.pdf](http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d_lacocaina.pdf))

### 2.2.6. SIGNOS Y SÍNTOMAS

**Intoxicación aguda** (por ingestión, inyección o absorción a través de las mucosas o abrasiones cutáneas)

- Inquietud
- Excitación
- Alucinaciones
- Taquicardia
- Dilatación pupilar
- Escalofríos o fiebre
- Errores sensoriales
- Dolor abdominal
- Vomito
- Parestesias
- Espasmos musculares

Después ocurre irregularidades respiratorias, convulsiones, coma y colapso circulatorio. La muerte ocurre casi de inmediato luego del consumo, o puede retrasarse de 1 a 3h. Hay casos con edema pulmonar mortal después de la administración intravenosa de base libre de cocaína.

**Intoxicación crónica** (por ingestión, inyección o absorción a través de mucosas o abrasiones cutáneas)

- Alucinaciones
- Deterioro mental
- Pérdida de peso
- Cambio de carácter

El uso de cocaína inhalada conduce a la perforación del tabique nasal.

### **2.2.7. PREVENCIÓN**

Evitar el uso de más de 50 mg (1mL de solución al 5%) de cocaína sobre las mucosas. Usar con menor frecuencia en pacientes < 20 años de edad. La cocaína nunca debe inyectarse.

### **2.2.8. TRATAMIENTO**

#### **Intoxicación aguda**

##### **1) Medidas de urgencia:**

- a) mantener las vías respiratorias libres y ventiladas. Retrasar la absorción del fármaco ingerido con carbón activado y posteriormente eliminar del estomago el fármaco restante mediante lavado gástrico o catarsis. Limite de absorción en el sitio de inyección con bolsas de hielo. Es probable que los esfuerzos para eliminar el fármaco después de 30 min sea inútiles.
- b) Controlar las convulsiones con diacepam 0.1mg/kg por vía intravenosa lenta. Prepararse para aplicar respiración artificial. Tratar la taquicardia y cualquier otra arritmia cardiaca.

##### **2) Medidas generales:**

- a) Tal vez se requiera succinilcolina si las convulsiones intervienen con la respiración.
- b) Mantener la presión arterial con líquidos. El uso de vasopresores es peligroso.
- c) En caso de reacciones hipertensivas, administrar fentolamina 5mg por vía intravenosa lenta.
- d) Evaluar la posible presencia de otras drogas recreativas.
- e) Tratar la hipertermia.

#### **Intoxicación crónica**

Suspender el uso de la droga por lo general, no hay síntomas de abstinencia después de interrumpir la cocaína. (DRIESBACH, (2003))

## 2.2.9. TIPOS DE MUESTRA

### 2.2.9.1. Polvo blanco hueso

La base de cocaína es la cocaína no tratada, extraída de las hojas de coca a través de un proceso de maceración y mezcla con solventes tales como la parafina, bencina, éter sulfúrico, etc.

La cocaína es una droga que estimula el sistema nervioso central y que alcanza rápidamente el cerebro.

Tiene apariencia de un polvo blancuzco o amarillento, dependiendo de las sustancias con que ha sido mezclada.

**FIGURA N°.2.7 Base de cocaína**



**Fuente:** fotografía de muestra de polvo blanco hueso que ingresó al Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania.

### 2.2.9.2 Líquido

En diferentes ocasiones la base de cocaína y el clorhidrato se encuentra en soluciones con solventes orgánicos, con la finalidad de ocultar la droga para que sea distribuida después de su purificación en el mercado ilícito de las sustancias psicotrópicas y estupefacientes, además estas soluciones se encuentran en frascos etiquetados correspondientes a otras composiciones para que el producto no sea identificado como muestra en el gráfico N°.2.8.

**FIGURA N°.2.8 Muestra líquida inorgánica**



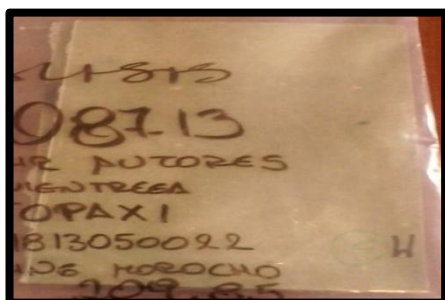
**Fuente:** fotografía de muestra líquida que ingresó al Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania.

### 2.2.9.3 Cuero y cartón

En ciertas ocasiones la base de cocaína se encuentra en láminas y/o soportes de cuero con el propósito de encubrir dicha droga para luego ser distribuida por el mercado ilícito como sustancias psicotrópicas y estupefacientes, aquellos extractos se pueden encontrar en otras composiciones para no ser descubiertas así como muestra el gráfico N°.2.9.

**FIGURA N°.2.9 Muestras inorgánicas láminas de cartón y cuero**



**Fuente:** fotografías de láminas de cuero y cartón que ingresaron al Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

## 2.2.10. EXTRACCIÓN

En química, la extracción es un procedimiento de separación de una sustancia que puede disolverse en dos disolventes no miscibles entre sí, con distinto grado de solubilidad y que están en contacto a través de una interface. La relación de las concentraciones de dicha sustancia en cada uno de los disolventes, a una temperatura determinada, es constante. Esta constante se denomina coeficiente de reparto y puede expresarse como:

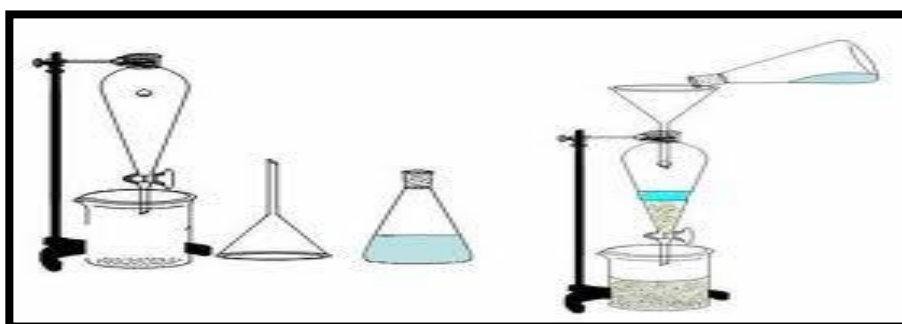
$$K = \frac{[sustancia]_1}{[sustancia]_2}$$

Donde  $[sustancia]_1$  es la concentración de la sustancia que se pretende extraer, en el primer disolvente y, análogamente  $[sustancia]_2$  la concentración de la misma sustancia en el otro disolvente. (Extracción de cocaína. (en línea). Disponible en: <http://es.wikipedia.org/wiki/Extracción>)

### 2.2.10.1. EXTRACCIÓN LÍQUIDO-LÍQUIDO

La extracción líquida, llamada algunas veces extracción con disolventes, es la separación de los componentes de una solución líquida por contacto con otro líquido insoluble.

**FIGURA N°.2.10** Equipo de extracción líquido-líquido



Fuente: [http://rodas.us.es/file/laboratotoi\\_quimica\\_organica\\_SCORM.zip/pagina\\_16.htm](http://rodas.us.es/file/laboratotoi_quimica_organica_SCORM.zip/pagina_16.htm)

Este proceso se fundamenta en la diferencia de solubilidades de los componentes en vez de la diferencia de las volatilidades. Puesto que la solubilidad se basa en



las propiedades químicas, la extracción depende de las diferencias químicas en vez de las diferencias de presión de vapor. Si las sustancias que se componen la solución original se distribuyen de manera distinta entre las dos fases líquidas, se puede lograr cierto grado de separación, que puede incrementarse mediante el uso de contactos múltiples. (QUINTERO, A y RAMOS, R, (2007).)

En la extracción líquido-líquido se extrae del seno de un líquido A una sustancia (solute) poniendo A en contacto con otro líquido B, inmiscible o parcialmente miscible con A, que tiene mayor afinidad por el soluto, pasando la sustancia del seno del líquido A al seno de B.

Con esta operación se busca concentrar un analito o bien separarlo de una matriz compleja o con interferentes.

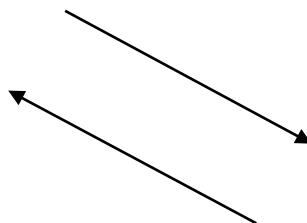
El proceso de lixiviación líquido-líquido separa dos sustancias miscibles o polares (yodo + agua) entre sí por medio de una tercera sustancia, por ejemplo tetracloruro de carbono, que sea miscible con la sustancia a extraer (yodo) pero no sea miscible con la sustancia de separación (agua).

Este proceso también se le conoce como extracción líquida o extracción con disolvente. La transferencia del componente disuelto (solute) se puede mejorar por la adición de agentes saladores 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 cáustica acuosa (como una solución de hidróxido de sodio), 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). (Extracción líquido-líquido de cocaína. (en línea). Disponible en: [http://www.neodiagnostica.es/drg\\_analisis-drogas](http://www.neodiagnostica.es/drg_analisis-drogas).)

### 2.2.10.1.1. COEFICIENTE DE DISTRIBUCIÓN O REPARTO (KD)

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.



En que A1 y A2 representan el soluto A en los disolventes 1 y 2 respectivamente.

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. 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 que Kd es el coeficiente de distribución o reparto y A2 y A1 son las concentraciones totales de 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 ha de estar en forma física y química apropiadamente para cualquiera de las operaciones o mediciones consecutivas que hayan de efectuarse con ella.

#### **2.2.10.1.2. 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 inmiscible.

#### **2.2.10.1.3. 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 sí.

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.

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.

#### **2.2.10.1.4. 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.

#### **2.2.10.1.5. REPARTO ENTRE DOS SOLVENTES INMISCIBLE**

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.

#### **2.2.10.1.6. IDENTIFICACIÓN Y ESTIMACIÓN DE LA CANTIDAD DEL TÓXICO EN EL EXTRACTO PURIFICAD.**

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.

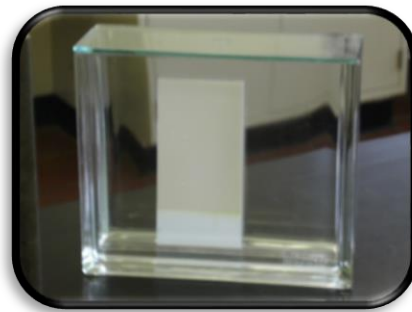
- La espectrofotometría de nasas de excelentes resultados sobre todo en la identificación de tóxicos.

Los métodos cromatográficos son generalmente sensibles, selectivos, separan, identifican y cuantifican la gran mayoría de tóxicos. VALLEJO, M (1986)

### **2.2.11. CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA**

Entre los métodos de cromatografía en plano se encuentra la cromatografía en capa fina (CCF) y la cromatografía en papel. En todos los casos se emplea una capa plana y relativamente delgada de un material que a la vez es el soporte. La fase móvil se desplaza por la fase estacionaria por acción capilar a veces ayudada por la gravedad o por la aplicación de un potencial eléctrico. En la actualidad, la cromatografía en plano se centra en la capa fina, que es más rápida, tiene mejor resolución y más sensible que la cromatografía en papel. Esta sección se dedica solo a los métodos de capa fina. (DOUGLAS, A; SKOOG; STANLEY, R; CROUCH, F; JAMES, H, (2008).)

**FIGURA N°.2.11 Desarrollo cromatográfico**



Fuente: <http://www.uprm.edu/biology/profs/velez/crom3.JPG>

#### **2.2.11.1. FASE MÓVIL**

La fase móvil es líquida, llamada también activa que transporta las sustancias que se separan y que progresa en relación con la otra, denominada fase estacionaria.

**FIGURA N°.2.12 Transporte de sustancias**

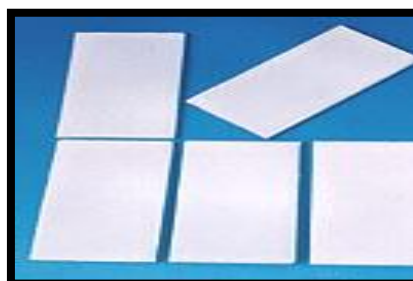


Fuente: <http://mazzally.wordpress.com/tag/fase-movil/>

### **2.2.11.2 FASE ESTACIONARIA**

La fase estacionaria consiste en un sólido o un líquido. La fase estacionaria será un componente polar y el eluyente será por lo general menos polar que la fase estacionaria, de forma que los componentes que se desplacen con mayor velocidad serán los menos polares.

**FIGURA N°.2.13 Componente polar**



Fuente: <http://es.made-in-china.com/.html>

Hidrocarburos < olefinas < flúor < cloro < nitro < aldehído

Aldehído < ester < alcohol < cetonas < aminas < ácidos < amidas

### **2.2.11.3. ABSORBENTE**

Al realizar la elección del adsorbente se debe tener en cuenta el tamaño de las partículas del adsorbente, cuanto más finamente dividido esté mayor será su

adhesión al soporte, aunque también se le puede añadir un adherente (yeso,...). Algunos de los adsorbentes más utilizados son:

- Celulosa
- Almidón
- Azúcares
- Gel de sílice (sílica gel)
- Óxido de aluminio (alúmina)
- Carbón activo (carbón en polvo)

#### 2.2.11.4 SÍLICA GEL

El gel de sílice o ácido silícico es uno de los más utilizados, es débilmente ácido, su pH oscila entre 4-5. Con lo cual no se deberá utilizar con sustancias que se corrompan con los ácidos. Los geles de sílice normales suelen contener impurezas de hierro y/o aluminio, este factor también se debe tener en cuentas respecto al uso de componentes. El tamaño del grano suele ser de 10 a 40 micras ( $\mu$ ) y el tamaño de poro varía de 20 a 150Å.

**FIGURA N°.2.14 Placas de sílica gel**



Fuente: <http://www.reactivosyequipos.com.mx/producto/>

Generalmente lleva incorporado un agente aglomerante, yeso (sulfato de cálcico semihidratado), para proporcionar firmeza al adsorbente. También han sido incorporados dos indicadores del ultravioleta, juntos o por separados (amarillo y/o verde), en diversos tipos de gel de sílice.



Se trata de un adsorbente polar, pero puede ser tratado con hidrocarburos para neutralizar los grupos –OH, de forma que se haga apto para separar componentes lipófilos (esteroides, ácidos grasos, ceras, vitaminas liposolubles, etc.). A este proceso se le denomina cromatografía de fase reversa (silanizado).

#### **2.2.11.5. PREPARACIÓN DE PLACAS**

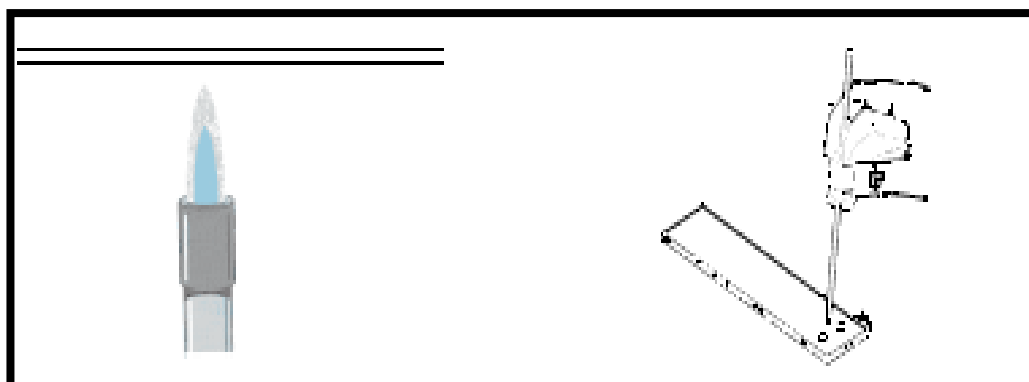
El adsorbente se deslíe en agua destilada. Para mezclar la papilla homogéneamente es preferible agitar de modo mecánico. La proporción de adsorbente y agua depende del tipo de adsorbente. Dos partes de agua y una de adsorbente pueden tomarse como norma general, no obstante, habrán de consultarse las instrucciones del fabricante.

Originariamente se utilizaban, como soporte del adsorbente, láminas de vidrio, pero en la actualidad también se utilizan láminas de otros compuestos orgánicos más flexibles. Dependiendo del tipo de separación que se desee (cualitativa o preparativa) se utilizará un tamaño de placa u otro. En general para realizar una separación preparativa de un gramo de muestra es necesario una placa de vidrio de 20x20 cm., 35 gramos de adsorbente y 80 ml. De agua destilada. Las propiedades de la fase estacionaria pueden alterarse mediante la adición de compuestos tales como disoluciones tamponadoras para mantener el pH deseado.

#### **2.2.11.6 APLICACIÓN DE LAS MUESTRAS**

Los productos a examinar se disolverán, cuando sea posible, en un disolvente orgánico no polar que tenga un punto de ebullición lo suficientemente bajo para que se evapore después de la aplicación. Sin embargo a menudo se necesitan disolventes polares; la mezcla cloroformo: metanol (1:1) es efectiva. Frecuentemente se emplean disoluciones al 1%, de manera que al aplicar 2  $\mu$ l resulta en la carga 20  $\mu$ g de producto sólido. Muchos reactivos de revelado llegan a detectar 0.1  $\mu$ g de material; por esto con esta carga puede llegarse a observar un 5% de impurezas.

**FIGURA N°.2.15 Aplicación de la muestra en la cromatoplaaca**



Fuente:<http://www.textoscientificos.com/quimica/cromatografia/capa-fina>

Existen una gran variedad de micropipetas y microjeringuillas para realizar el proceso de siembra de la muestra a analizar. También pueden usarse tubos capilares. El proceso de siembra se realiza tocando con la punta del capilar (micropipeta, jeringuilla, etc.) sobre la placa preparada. Dejando una distancia al borde inferior de un centímetro aproximadamente. El punto de aplicación de la muestra se denomina toque. Una vez colocado el toque se deja secar para evaporar el disolvente, de forma que en la placa solo quedará la muestra a analizar.

#### **2.2.11.7 DESARROLLO DE LA CROMATOGRAFÍA**

El desarrollo de los cromatogramas en capa fina se realiza normalmente por el método ascendente, esto es, al permitir que un eluyente ascienda por una placa casi en vertical, por la acción de la capilaridad. La cromatografía se realiza en una cubeta. Para conseguir la máxima saturación posible de la atmósfera de la cámara, las paredes se tapizan con papel impregnado del eluyente. A veces pueden obtenerse separaciones mejores sin poner papeles en las paredes, cosa que no debe olvidarse.

Generalmente el eluyente se introduce en la cámara una hora antes del desarrollo, para permitir la saturación de la atmósfera. El tiempo de desarrollo, por lo general, no llega a los 30 minutos. El tiempo de una cromatografía cualitativa suele ser de

un par de minutos, mientras que el tiempo de una cromatografía preparativa puede llegar a un par de horas.

Las placas pueden desarrollarse durante un tiempo prefijado, o hasta que se alcance una línea dibujada a una distancia fija desde el origen. Esto se hace para estandarizar los valores de Rf. Frecuentemente esta distancia es de 10 cm.; parece ser la más conveniente para medir valores de RF. Después del desarrollo, las placas pueden secarse rápidamente con una corriente de aire caliente.

La mejor posición de desarrollo para un componente es el punto medio entre el origen y el frente del eluyente, ya que permite separar las impurezas que se desplazan con mayor y menor velocidad. El frente del eluyente nunca debe llegar a tocar el borde de la placa. Si la placa se estropea por acción del aire o de la luz, se secará en una cámara que contenga un gas inerte o aislado de la luz.

#### **2.2.11.8 REVELADORES**

Si los compuestos separados no son coloreados es necesario revelar la posición de dichos compuestos, para ello existen dos tipos de métodos:

##### **a) MÉTODOS QUÍMICOS**

Consisten en realizar una reacción química entre un reactivo revelador y los componentes separados, para ello se pulveriza la placa con los reactivos reveladores con la ayuda de un pulverizador de vidrio y una pera de goma, o mediante un dispositivo que proporcione aire comprimido. La pulverización se realizará poco a poco. En cromatografía en capa fina no puede realizarse el bañado del cromatograma (en cromatografía en papel sí).

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.

**FIGURA N°.2.16 Reactivo de dragendorff**



**Fuente:** fotografía del reactivo químico de dragendorff para el análisis de cocaína.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania.

Además de estos reveladores generales, existen otros específicos:

- 2,4 – dinitrofenilhidracina (para aldehídos y cetonas).
- Verde de bromocresol (para ácidos carboxílicos).
- Paradimetil aminobenzaldehído (para aminas).
- Ninhidrina (para aminoácidos).

**a) MÉTODOS FÍSICOS**

El más común consiste en añadir al adsorbente un indicador fluorescente. De tal forma que al colocar la placa bajo una lámpara ultravioleta, 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.

Algunos compuestos poseen cierta fluorescencia (aunque no es normal) con lo que pueden ser detectados directamente en una lámpara de ultravioleta.

Constantes  $R_f$  y  $R_x$

La constante  $R_f$  (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.

## FIGURA N°.2.17 Lámpara de luz ultravioleta



**Fuente:** fotografía del revelado físico para el análisis de cocaína.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania.

Se define como:

$$Rf = \frac{\text{Distancia recorrida desde el origen por el compuesto}}{\text{Distancia recorrida desde el origen por el frente del eluyente}} = \frac{x}{y}$$

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 0.65 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 eluyente 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. También se puede operar de la manera siguiente: Se selecciona un compuesto (X), que tenga una posición de

desarrollo conveniente; todos los demás compuestos sobre la placa se relacionan con éste. De esta manera se tiene el Rx, ya que:

$$Rf = \frac{\text{Distancia recorrida desde el origen por el compuesto}}{\text{Distancia recorrida desde el origen por el compuesto de referencia(x)}} = \frac{x}{y}$$

## 2.2.12. CADENA DE CUSTODIA

**FIGURA N°.2.18 Personal encargado de los indicios**



Fuente: <http://cienciascriminalisticas2.blogspot.com/>

El concepto cadena de custodia engloba el conjunto de normas de actuación que garantiza la identidad de una muestra o prueba y consecuentemente de los resultados analíticos.

Está basado en la cumplimentación de una serie de documentos, normalmente formularios impresos, en que se verifican o certifican todos los pasos que siguen las muestras desde su obtención hasta su destrucción o conservación posterior, así como la identificación de las personas que hayan intervenido en todo el proceso.

Se distinguen las cadenas abiertas, cerradas y mixtas:

**Cadenas de custodia abiertas:** son aquellas en que intervienen organismo y personas de distinta entidad, que se transfieren la prueba y su control de unos a otros, observando normas que pueden ser diferentes.

**Cadenas de custodia cerradas:** en que todo el proceso de gestión de la muestra es analizado por miembros de un mismo organismo según una normativa única.

**Cadenas mixtas:** son cadenas cerradas en la que también intervienen personas ajenas al organismo, como transportistas, etc.

El objetivo básico es la garantía de que los resultados que ofrece el laboratorio corresponden realmente a la muestra que en un principio, debió tomarse y obviar errores que no estén relacionados con el método analítico.

La cadena (así llamada porque no debe romperse o interrumpirse en ningún momento) se inicia en el instante de la recolección de la muestra, con la cadena de custodia externa mediante anotación de fecha y hora, clase de muestra, lugar de la toma, condiciones y circunstancias de la recolección, del envasado, acondicionado (aditivos añadidos, etc.) y medios por los que se remite al laboratorio.

Todas las personas por las que, en cualquier momento, hayan pasado las pruebas así como las que se hacen cargo de ellas para su transporte deberán dejar constancia de su identidad y firmar el documento.

La llegada al laboratorio se inicia, la cadena de custodia interna, en nuevos documentos que habrán de registrar:

- ✓ Fecha y hora de la recepción.
- ✓ Identidad de la persona que recibe la muestra.
- ✓ Identidad y firma del portador.
- ✓ Naturaleza, cantidad y condiciones en las que se recibe la prueba.
- ✓ Documentación que la acompaña (documento de la cadena de custodia externa, solicitud de análisis, etc.).
- ✓ Identificación de la prueba mediante un número de registro, preferiblemente a través de código de barras.
- ✓ Lugar y condiciones (frigorífico, almacén, etc.) en que se conservara hasta su análisis.
- ✓ Destino posterior.

Obviamente antes de iniciar los análisis deberá comprobarse la concordancia de todos los datos que se aseguran la identidad de la muestra, así como sus condiciones de conservación y hacerlo constar en su informe. Finalmente en la documentación de la cadena se consignara el destino que se da a la muestra (paso a otro laboratorio, conservación, devolución, destrucción, etc.), y cualquier eventualidad que pudiera sobrevenir, con identificación y firma de las personas que intervengan. (REPETTO, M, Y REPETTO, G, (2009).)

### 2.2.13. NORMAS DE BIOSEGURIDAD

Existe un riesgo evidente de contaminación al que está expuesto el personal de salud (profesionales, estudiantes, investigadores, etc., personal de limpieza), al tratar con pacientes infectados o potencialmente infectados, en especial cuando el personal de salud, está en contacto con sangre o hemoderivados, con agujas, jeringas e instrumental contaminado, pudiendo adquirir infecciones como el HIV, Hepatitis B, C, etc., así como el riesgo de toxicidad, cuando en su trabajo emplea sustancias químicas, ya sea como reactivos, o como productos de desinfección, los cuales pueden dañar también el medio ambiente. (FUNES, F; ESPINOZA, A, PANOZO, M, CARDOZO, T, (2005))

**FIGURA N°.2. 19 Utilización de normas de bioseguridad**



Fuente: <http://deconceptos.com/cienciasnaturales/bioseguridad>

Los laboratorios son instalaciones donde se debe trabajar con mucha seriedad, precisión y pulcritud. La precisión es la manera cuidadosa de realizar un experimento de acuerdo con las instrucciones, y haciendo observaciones muy



cuidadosas de lo que sucede para adquirir una completa comprensión del experimento. La precisión requiere la anotación inmediata de las observaciones. La pulcritud implica limpieza en el manejo de los reactivos y equipos.

- No se permitirá comer, beber, fumar y/o almacenar comidas así como cualquier otro ítem personal (maquillaje, cigarrillos, etc.) dentro del área de trabajo.
- Usar bata de manga larga dentro de laboratorio, la cual se pondrá al momento de entrar y deberá ser quitada inmediatamente antes de abandonar el laboratorio.
- Asegurarse de no presentar cortes, raspones u otras lastimaduras en la piel y en caso de que así sea cubrir la herida de manera conveniente.
- Usar guantes de látex de buena calidad para todo manejo de material biológico o donde exista, aunque sea de manera potencial, el riesgo de exposición a sangre o fluidos corporales. Cambiar los guantes toda vez que hayan sido contaminados, lavarse las manos y ponerse guantes limpios.
- No tocar los ojos, nariz o piel con las manos enguantadas.
- No abandonar el laboratorio o caminar fuera del lugar de trabajo con los guantes puestos.
- Bajo ninguna circunstancia se pipeteara sustancia alguna con la boca, para ello se utilizaran peras plásticas o pipetas automáticos.
- Lavar las manos con jabón y agua inmediatamente después de realizar el trabajo. Descartar los guantes de látex en un recipiente con solución desinfectante.
- No detener manualmente la centrifuga, no destaparla antes de que cese de girar.
- No permitir la entrada de personas ajenas al laboratorio y/o que no tengan sus implementos de bioseguridad adecuados.

### **2.2.13.1 PRINCIPIOS DE BIOSEGURIDAD**

El término contención se usa para describir métodos seguros para manejar materiales infecciosos en el medio ambiente de laboratorio donde son manipulados o conservados.

El objetivo de la contención es reducir o eliminar la exposición de quienes trabajan en laboratorios u otras personas y del medio ambiente externo agentes potencialmente peligrosos.

#### **2.2.13.1.1 NIVELES DE CONTENCIÓN**

El elemento más importante de la contención es el cumplimiento estricto de las prácticas y técnicas microbiológicas estándar de procesamiento de las muestras de laboratorio. Cuando las prácticas de laboratorio no son suficientes para controlar los riesgos asociados con un agente o con un procedimiento de laboratorio particular, es necesario aplicar medidas adicionales.

Estas medidas adicionales corresponden a los equipos de seguridad diseñados para la protección de personal y prácticas de manejo adecuadas y un diseño de la instalación y características de la infraestructura de los locales.

Estos niveles están definidos de la siguiente manera:

#### **a) CONTENCIÓN PRIMARIA:**

**FIGURA N°.2.20 Prendas de bioseguridad**



**Fuente:** <http://normasbioseguridad123.blogspot.com/2010/07/normas-de-bioseguridad.htm>

Consiste en la protección del personal y del medio ambiente inmediato contra la exposición a agentes infecciosos.

La protección personal, incluye una vestimenta adecuada a la actividad que se va a realizar (ejemplo: guantes, mascarillas, mandiles de manga larga, etc.).

## b) CONTENCIÓN SECUNDARIA

**FIGURA N°.2.21 Clasificación de desechos**



Fuente: <http://somer.milaulas.com/enrol/index.php?id=12&lang=en>

Es la combinación entre las características de la edificación y prácticas operacionales.

La magnitud de contención secundaria dependerá del tipo de agente infeccioso que se manipule en el laboratorio. Dentro de ellas se incluyen (precámaras), la disponibilidad de sistemas de descontaminación (autoclaves). (Normas de bioseguridad.(en línea).Disponibile en: <http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/pdf>).

### 2.2.14. CONTROL DE CALIDAD

#### CONCEPTO

Conjunto de medidas diseñadas para asegurar y verificar, que en todo momento, el personal (técnicos, docentes y estudiantes) cumple con las normas adaptadas y adoptadas en la Institución.

### **Mantenimiento de una buena precisión y exactitud.**

Deberá emplearse para cada determinación mejor método posible de análisis, satisfactorio para el laboratorio, y capaz de dar una buena precisión y exactitud. Los análisis deberán realizarse por técnicos entrenados y dedicados, los cuales hayan sido instruidos en la importancia del control de calidad. (DHARAN, M, (1982).)

**FIGURA N°.2.22 Asegurar la calidad**



Fuente: <http://quimicoclinico.wordpress.com/tag/control-de-calidad-laboratorio/>

#### **2.2.14.1 CONTROL DE CALIDAD INTERNO**

El control de calidad interno se realiza diariamente en todos los equipos, previo al análisis de las muestras de pacientes.

Estos controles son sustancias con concentraciones conocidas de al menos dos niveles: Uno que tenga en cuenta el nivel de decisión clínica, (que permite diferenciar entre estados de salud y enfermedad) y otro que monitorea niveles francamente patológicos.

**FIGURA N°.2.23 Control de calidad interno**



Fuente: <http://www.upc.com.mx/general/calidad>

Una vez procesado el control de calidad interno este es interpretado por el operador del equipo quien aplica los criterios de aceptación y rechazo que luego son confirmados por un Supervisor de Procesos. Solamente cuando los controles de calidad han sido aprobados las muestras de pacientes podrán ser procesadas, caso contrario se establece un análisis y la consecuente corrección y acción correctiva.

#### **2.2.14.2 CONTROL DE CALIDAD EXTERNO**

**FIGURA N°.2.24 Control de calidad externo**



**Fuente:** <http://naucalpandejuaréz.olx.com.mx/lv-laboratorios-clinicos-iid-7765143>

El Control de Calidad Externo permite comparar los resultados de nuestro laboratorio con los resultados de cientos de laboratorios en el mundo. Estos son los llamados Test de Proficiencia y que son provistos por organismos de reconocida solvencia técnica y profesional. Periódicamente INTERLAB recibe muestras cuyo valor no lo conocemos. Estas muestras son procesadas para todas las pruebas que realizamos. Luego los resultados son enviados al proveedor del ensayo y este hace una comparación de nuestro resultado con el resultado consensado de todos los laboratorios participantes. (Control de calidad interno y externo.(en línea). Disponible en: <http://blog.utp.edu.co/cienciasclinicas/files/.pdf>).

## 2.2.15 PROCEDIMIENTO DE IDENTIFICACIÓN DE COCAÍNA EN MUESTRAS INORGÁNICAS POR CROMATOGRAFÍA EN CAPA FINA.

FIGURA N°.2.25 Recepción de muestras de cocaína



A)



B)



C)



D)



E)

**Fuente:** fotografías de recepción de muestras al Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

- A) Informar al señor Agente Fiscal de turno, para su respectiva investigación.
- B) Ingreso del señor agente fiscal al Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.
- C) Entrega de muestras de cocaína por parte del señor agente fiscal al analista de turno.
- D) Se realiza la verificación de los nombres completos y los apellidos, la fecha de la toma y médico fiscal.
- E) Ingresado la muestra se procede al registro de verificación de entrega de muestras por parte del analista de turno.

## 2.2.16 ROTULACIÓN DE LAS MUESTRAS DE COCAÍNA

**FIGURA N°.2.26 Muestra inorgánica de cocaína**



**Fuente:** fotografía de rotulación de muestra para un correcto análisis químico en el Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

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

- Caso o Nombre
- Instrucción Fiscal o Indagación previa
- Fiscal encargado
- Característica de la muestra
- Peso o Volumen (opcional)

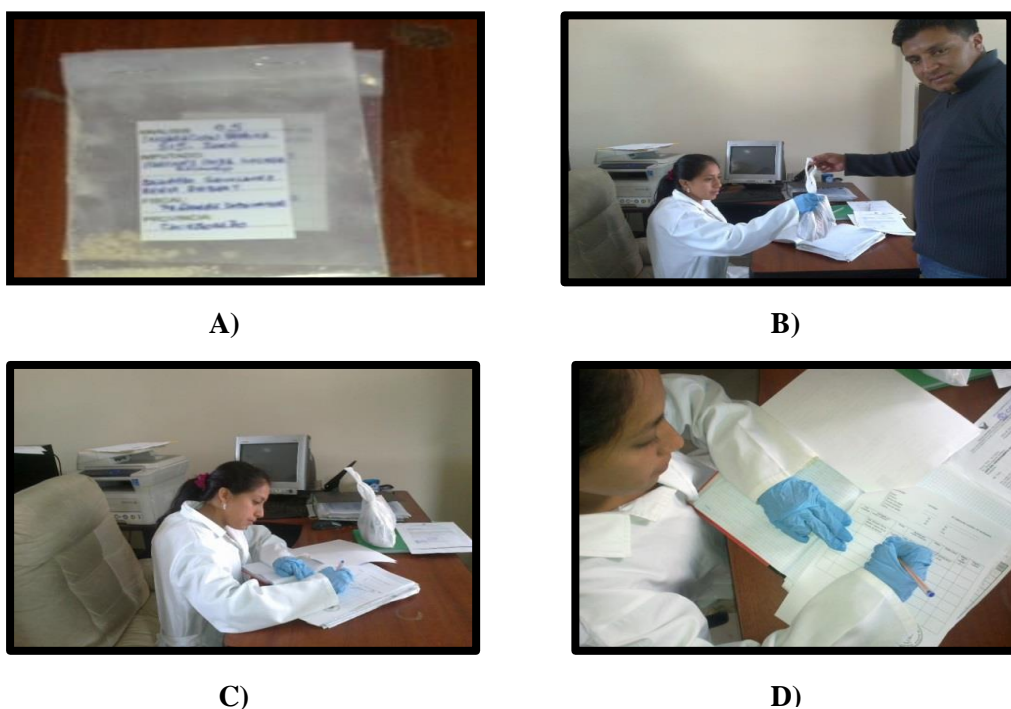


## 2.2.17 CADENA DE CUSTODIA

Es un procedimiento legal que se debe seguir desde la toma de la muestra en el lugar de los hechos hasta la entrega de los resultados de los respectivos análisis.

### 2.2.17.1 PROCEDIMIENTO DE LA CADENA DE CUSTODIA

**FIGURA N°.2.27 Procedimiento de la cadena de custodia**



**Fuente:** fotografías del procedimiento de cadena de custodia para el ingreso de muestras al Laboratorio.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

- A) Las muestras inorgánicas de cocaína son ingresadas al Laboratorio de Química Forense del Departamento de la Policía Judicial de Chimborazo.
- B) Se reciben las muestras inorgánicas de cocaína por parte de un miembro de la Policía Judicial o Ministerio Público.
- C) Se realiza la respectiva anotación en libro de registro con el caso, hora, fecha, Agente fiscal, tipo de muestra, persona que toma la muestra, peso o volumen, persona que entrega y recibe el mismo.
- D) Se firma el acta de la cadena de custodia para confirmar la entrega de las muestras por parte de los miembros competitivos.

## 2.2.18 EXTRACCIÓN DE COCAÍNA EN MUESTRAS INORGÁNICAS

FIGURA N°.2.28 Extracción líquido-líquido



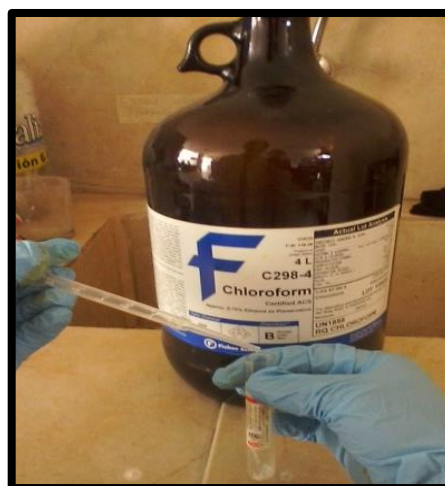
A)



B)



C)



D)

Fuente: fotografías de extracción líquido-líquido de cocaína elaboradas en el Laboratorio de Análisis Criminalística de Chimborazo.

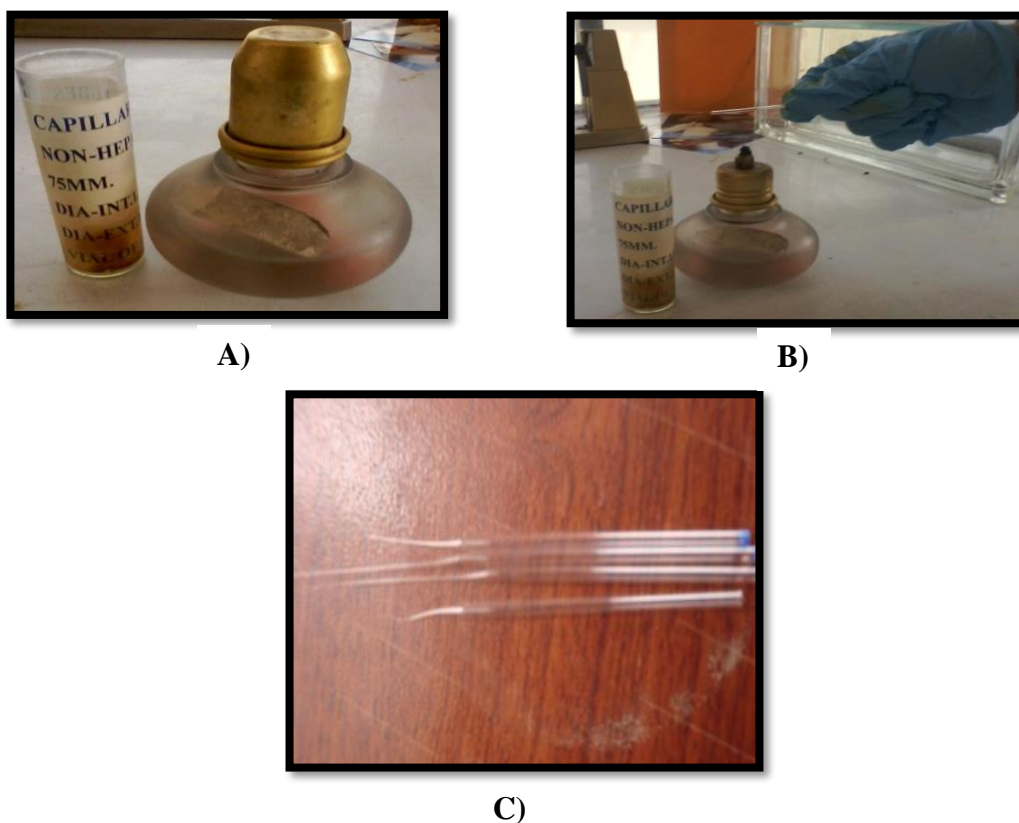
Elaborado por: Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

- A) Se coloca la muestra inorgánica de cocaína en un embudo de separación con el solvente extractor.
- B) Se añade 3 gotas de Na (OH) al 5% y se realiza la respectiva agitación mecánica durante 5 minutos.
- C) Se evapora el solvente extractor mediante la ayuda de la estufa a una temperatura inferior a 50 ° C.
- D) Se redisuelve la sustancia purificada con 1 ml de cloroformo y la misma se encuentra lista para ser aplicada sobre la placa cromatografía.

## 2.2.19 DESARROLLO CROMATOGRÁFICO EN LA IDENTIFICACIÓN DE COCAÍNA EN MUESTRAS INORGÁNICAS

### 2.2.19.1 PREPARACIÓN DE LOS CAPILARES

FIGURA N°.2.29 Proceso para la preparación de capilares



Fuente: fotografías de preparación de capilares para la aplicación de muestras.

Elaborado por: Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

- A) Materiales a utilizarse: mechero y capilares.
- B) Se toma al capilar de los extremos y mediante la acción del calor con un mechero dividimos en dos puntas y de esta manera se reduce su diámetro apto para el análisis cromatográfica.
- C) Los capilares se encuentran listos para su aplicación en la placa cromatográfica.

## 2.2.19.2. PREPARACIÓN DE LA PLACA CROMATOGRÁFICA

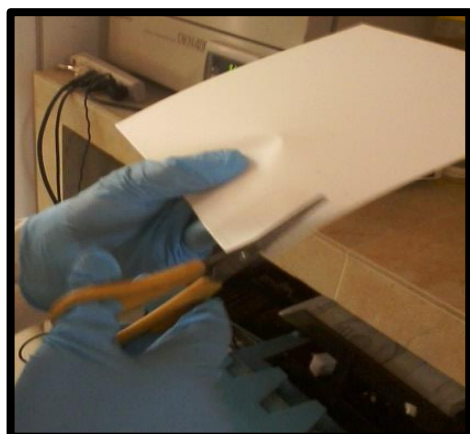
**FIGURA N°.2.30** Proceso de preparación de la placa de sílica gel



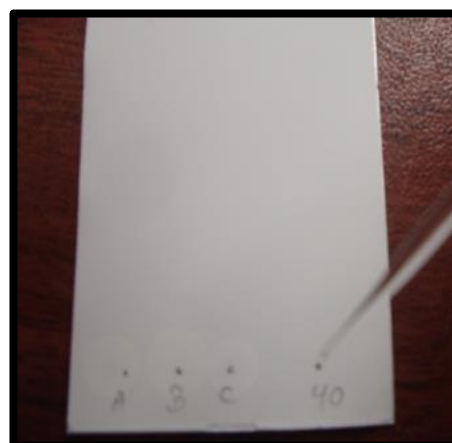
**A)**



**B)**



**C)**



**D)**

**Fuente:** fotografías de la preparación de la placa cromatográfica

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

- A) Se toma la placa de sílica gel para ser preparada.
- B) Se corta la placa a una longitud de 10 cm de alto, y el ancho dependerá del número de muestras a analizar.
- C) Se traza una línea desde la base inferior a la superior de 1.5 cm, sin dañar la sílica y la distancia entre las muestras es de 0,5 a 1cm.
- D) La placa esta lista para ser utilizada en la aplicación.

### 2.2.19.3 DESARROLLO DE LA CROMATOGRAFÍA

**FIGURA N°.2.31** Aplicación de la muestra en la placa de sílica gel



**Fuente:** fotografías de aplicación de la muestra sobre la placa de sílica gel.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

- A) Se realiza la aplicación de la muestra en la placa cromatografica, estos deben ser de 2 a 3 veces con un intervalo de 40 segundos en la placa de sílica gel.
- B) Se deja secar a temperatura ambiente y la placa esta lista para ser utilizada.

#### 2.2.19.4 PROCEDIMIENTO DE LA PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE DRAGENDORFF

FIGURA N°.2.32 Preparación del reactivo



A)



A<sub>1</sub>)



B)

**Fuente:** fotografías de preparación del reactivo de dragendorff.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

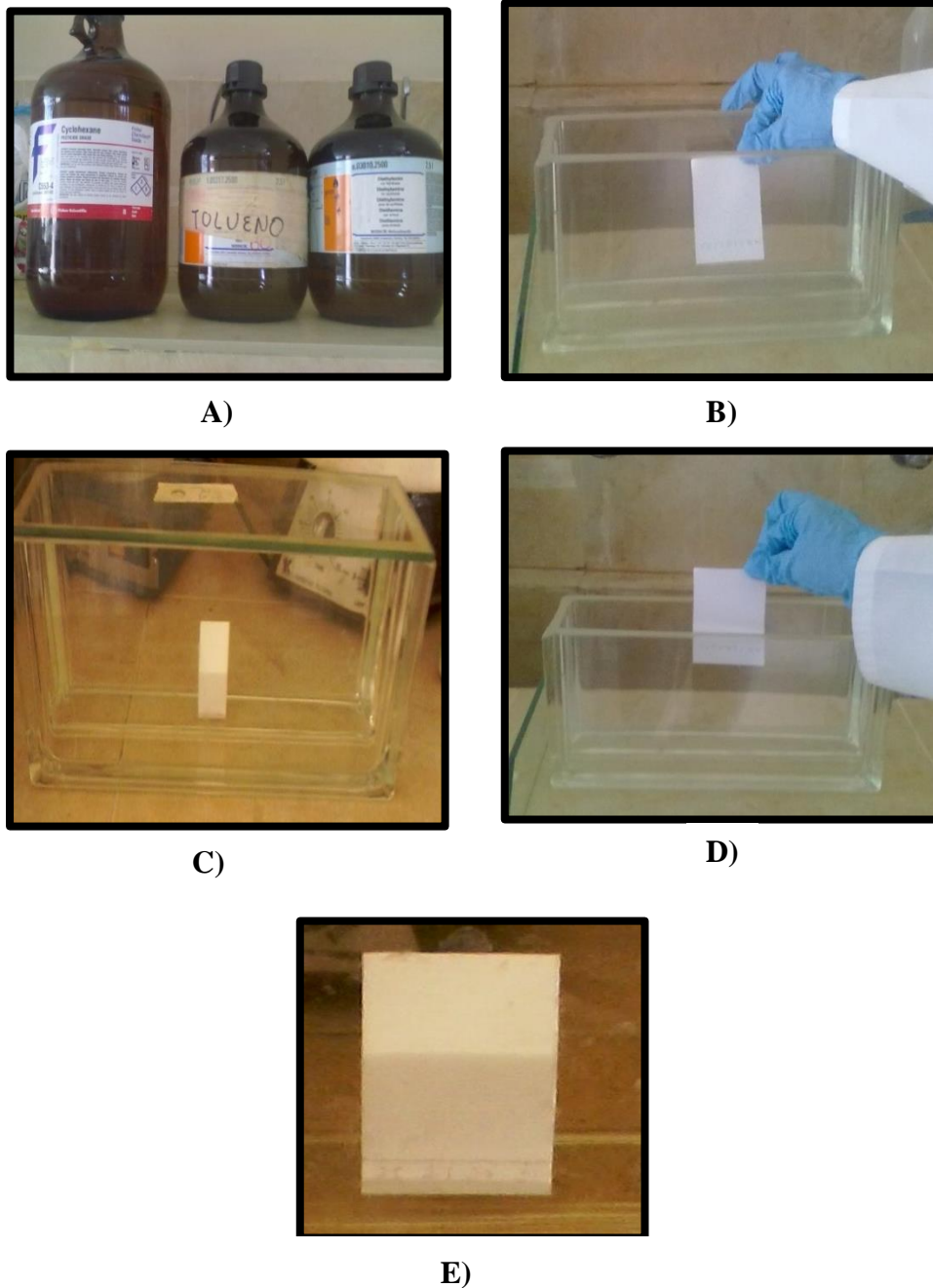
A) Se pesa 1g de Nitrato de Bismuto III  $\text{Bi}(\text{NO}_3)_3$ , 1g de Yoduro de potasio (KI).

A<sub>1</sub>) Se prepara 3 ml de Ácido clorhídrico (HCl) 10M y se agrega a la parte A.

B) Se adiciona 20 ml de agua destilada y 10 ml de ácido acético glacial, el reactivo final se coloca a un frasco de color ámbar y el mismo se encuentra listo para su uso cualitativo.

## 2.2.20. PROCESO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COCAÍNA EN MUESTRAS INORGÁNICAS

FIGURA N°.2.33 Proceso de cromatografía en capa fina



**Fuente:** fotografías del proceso de cromatografía en capa fina realizado en el Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania



- A) Se coloca el sistema de solventes en la cuba cromatográfica (ciclohexano:tolueno:dietilamina) en una proporción de 38:7,5:5
- B) Se introduce la placa de sílica gel en el interior de la cuba cromatográfica que contiene los estándares y las muestras.
- C) El proceso ocurre por el principio de capilaridad o adsorción donde el sistema de solventes sube a través de la placa cromatográfica arrastrando a cada uno de los componentes que se presume la presencia de cocaína.
- D) Se retira la placa una vez que llegue a una distancia de 1,5 cm de la parte superior.
- E) Se deja secar la placa a temperatura ambiente para su posterior revelado.

## 2.2.21. REVELADORES

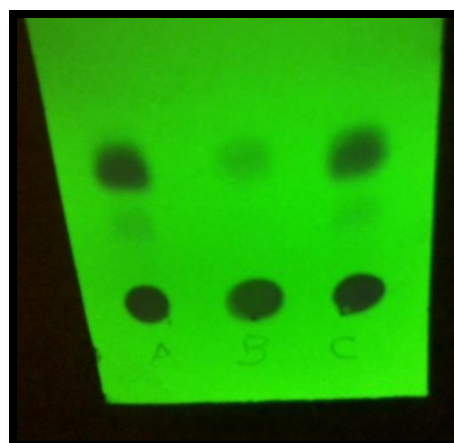
### 2.2.21.1. REVELADO FÍSICO

#### 2.2.21.1.1. LÁMPARA DE LUZ ULTRAVIOLETA

**FIGURA N°.2.34 Revelado físico con luz uv**



**A)**



**B)**

**Fuente:** fotografías del revelado físico para cocaína realizado en el Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

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 fluorescentes de color violeta sobre un fondo de color verde a una longitud de onda de 254 nm.

## 2.2.21.2. REVELADO QUÍMICO

### 2.2.21.2.1 REACTIVO DE DRAGENDORFF

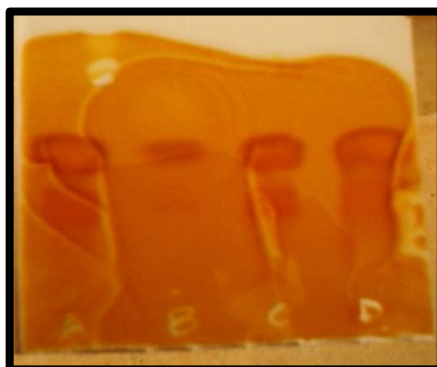
FIGURA N°.2. 35 Revelado químico mediante el reactivo de dragendorff



A)



A1)



B)

**Fuente:** fotografías del revelado químico para cocaína realizado en el Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

- A) Se coloca el reactivo de dragendorff sobre la placa.
- A1) Se lava con agua corriente eliminando el exceso de reactivo.
- B) Las manchas de color anaranjado indicando positivo para cocaína.

## 2.2.22. CÁLCULOS Y RESULTADOS

### 2.2.22.1 Preparación de ácido clorhídrico 10M

- Ácido Clorhídrico 10 M

Densidad: 1,19 g/ml = 1,19 g sol HCl = 1ml sol HCl

Porcentaje en peso: 37% = 37 g HCl = 100 g sol HCl

Peso molecular del compuesto:

H: 1,00794 g/mol

+

Cl: 35,453 g/mol

36,453 g HCl = 1mol HCl

#### PREPARACIÓN DE 100 ML DE HCL 10 M

$$\frac{10 \text{ eq g HCl}}{1000 \text{ ml sol HCl}} \times 100 \text{ ml sol HCl} \times \frac{1 \text{ mol HCl}}{1 \text{ eq g HCl}} \times \frac{36,453 \text{ g HCl}}{1 \text{ mol HCl}}$$

$$\frac{100 \text{ g sol HCl}}{37 \text{ g HCl}} \times \frac{1 \text{ ml sol HCl}}{1,19 \text{ g sol HCl}} = 8,27 \text{ ml sol HCl}$$

**2.2.22.2 CÁLCULOS DE LOS FACTORES DE RETENCIÓN (Rf) DE LAS MUESTRAS QUE RESULTARON POSITIVAS PARA COCAÍNA.**

**TABLA Nº2 FACTORES DE RETENCIÓN ANALIZADOS EN EL MES DE ENERO DEL 2013.**

Nº MUESTRA	OPERACIÓN (Dst/DS) o (Dat/DS)	RESULTADO (Rf)
Muestra Nº 1	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,9}{5}$	0,5
Muestra Nº 2	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,3}{3,8}$	0,6
Muestra Nº 3	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{3}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,6}{3}$	0,5
Muestra Nº 4	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{3}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,7}{3}$	0,5
Muestra Nº 5	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{3}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,6}{3}$	0,5
Muestra Nº 6	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,3}{4}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{4}$	0,5
Muestra Nº 7	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,4}{4}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,1}{4}$	0,5
Muestra Nº 8	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,5}{4,8}$	0,3
Muestra Nº 9	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,1}{4,8}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,5}{4,8}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,2}{4,8}$	0,4
Muestra Nº 10	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,6}{4,8}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,1}{4,8}$	0,4
Muestra Nº 11	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,7}{5}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,3}{5}$	0,4
Muestra Nº 12	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{5}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,2}{5}$	0,4
Muestra Nº 13	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,2}{4,2}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{4,2}$	0,4
Muestra Nº 14	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{4,2}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,7}{4,2}$	0,4
Muestra Nº 15	$\frac{DM}{DS} = \frac{1}{4,2}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{4,2}$	0,4

**TABLA N°3 FACTORES DE RETENCIÓN ANALIZADOS EN EL MES DE FEBRERO DEL 2013.**

N° MUESTRA	OPERACIÓN (Dst/DS) o (Dat/DS)	RESULTADO (Rf)
Muestra N° 1	$\frac{DM = 1,1}{DS = 4,2}$	0,2
	$\frac{DM = 1,9}{DS = 4,2}$	0,4
Muestra N° 2	$\frac{DM = 1,7}{DS = 4}$	0,4
	$\frac{DM = 2,5}{DS = 4}$	0,6
Muestra N° 3	$\frac{DM = 1,7}{DS = 4}$	0,4
	$\frac{DM = 2,5}{DS = 4}$	0,6
Muestra N° 4	$\frac{DM = 1,8}{DS = 4}$	0,4
Muestra N° 5	$\frac{DM = 1,4}{DS = 3,3}$	0,3
	$\frac{DM = 2,1}{DS = 3,3}$	0,6
Muestra N° 6	$\frac{DM = 1,3}{DS = 3,3}$	0,3
	$\frac{DM = 2}{DS = 3,3}$	0,6
Muestra N° 7	$\frac{DM = 1,1}{DS = 3,3}$	0,3
	$\frac{DM = 2,2}{DS = 3,3}$	0,6
Muestra N° 8	$\frac{DM = 1,2}{DS = 3,6}$	0,3
	$\frac{DM = 1,8}{DS = 3,6}$	0,5
Muestra N° 9	$\frac{DM = 1,4}{DS = 3,6}$	0,3
	$\frac{DM = 2}{DS = 3,6}$	0,5
	$\frac{DM = 2,7}{DS = 3,6}$	0,7
Muestra N° 10	$\frac{DM = 1,1}{DS = 3,6}$	0,3
	$\frac{DM = 1,8}{DS = 3,6}$	0,5
Muestra N° 11	$\frac{DM = 1,2}{DS = 3,6}$	0,3
	$\frac{DM = 1,8}{DS = 3,6}$	0,5
Muestra N° 12	$\frac{DM = 1}{DS = 3,6}$	0,2
	$\frac{DM = 1,8}{DS = 3,6}$	0,5

**TABLA N°4 FACTORES DE RETENCIÓN ANALIZADOS EN EL MES DE MARZO DEL 2013.**

Nº MUESTRA	OPERACIÓN (Dst/DS) o (Dat/DS)	RESULTADO (Rf)
Muestra N° 1	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{3,6}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{3,6}$	0,5
Muestra N° 2	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,2}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{3,7}$	0,4
Muestra N° 3	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,2}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{3,7}$	0,4
Muestra N° 4	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,3}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{3,7}$	0,5
Muestra N° 5	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,4}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{3,7}$	0,5
Muestra N° 6	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,3}{3,8}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,9}{3,8}$	0,5
Muestra N° 7	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,3}{3,8}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{3,8}$	0,5
Muestra N° 8	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,4}{3,8}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,1}{3,8}$	0,5
Muestra N° 9	$\frac{DM}{DS} = \frac{1}{3,7}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,1}{3,7}$	0,5
Muestra N° 10	$\frac{DM}{DS} = \frac{0,9}{3,7}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{3,7}$	0,5
Muestra N° 11	$\frac{DM}{DS} = \frac{1}{3,7}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,1}{3,7}$	0,5
Muestra N° 12	$\frac{DM}{DS} = \frac{4}{5,5}$	0,7
Muestra N° 13	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,2}{5,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,7}{5,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{3,7}{5,5}$	0,6
	$\frac{DM}{DS} = \frac{4,2}{5,5}$	0,7
Muestra N° 14	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,3}{5,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,7}{5,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{3,7}{5,5}$	0,6
	$\frac{DM}{DS} = \frac{4,2}{5,5}$	0,7

**TABLA N°5 FACTORES DE RETENCIÓN ANALIZADOS EN EL MES DE ABRIL DEL 2013.**

N° MUESTRA	OPERACIÓN (Dst/DS) o (Dat/DS)	RESULTADO (Rf)
Muestra 1	$\frac{DM = 2,7}{DS = 5,5}$	0,4
	$\frac{DM = 3,7}{DS = 5,5}$	0,6
	$\frac{DM = 4,3}{DS = 5,5}$	0,7
Muestra N°2	$\frac{DM = 2,7}{DS = 5,5}$	0,4
	$\frac{DM = 3,7}{DS = 5,5}$	0,6
	$\frac{DM = 4,3}{DS = 5,5}$	0,7
Muestra N°3	$\frac{DM = 2,7}{DS = 5,5}$	0,4
	$\frac{DM = 3,7}{DS = 5,5}$	0,6
	$\frac{DM = 4,2}{DS = 5,5}$	0,7
Muestra N°4	$\frac{DM = 2,7}{DS = 5,5}$	0,4
	$\frac{DM = 3,8}{DS = 5,5}$	0,6
	$\frac{DM = 4,2}{DS = 5,5}$	0,7
Muestra N°5	$\frac{DM = 2,4}{DS = 5,5}$	0,4
	$\frac{DM = 3,8}{DS = 5,5}$	0,6
	$\frac{DM = 4,3}{DS = 5,5}$	0,7
Muestra N°6	$\frac{DM = 2,5}{DS = 5,5}$	0,4
	$\frac{DM = 3,8}{DS = 5,5}$	0,6
	$\frac{DM = 4,3}{DS = 5,5}$	0,7
Muestra N°7	$\frac{DM = 3,8}{DS = 5,5}$	0,6
	$\frac{DM = 4,3}{DS = 5,5}$	0,7
Muestra N°8	$\frac{DM = 1,8}{DS = 4,5}$	0,4
	$\frac{DM = 2,8}{DS = 4,5}$	0,6
Muestra N°9	$\frac{DM = 1,7}{DS = 4,5}$	0,3
	$\frac{DM = 2,8}{DS = 4,5}$	0,6



**TABLA N°6 FACTORES DE RETENCIÓN ANALIZADOS EN EL MES DE MAYO DEL 2013.**

<b>N° MUESTRA</b>	<b>OPERACIÓN (Dst/DS) o (Dat/DS)</b>	<b>RESULTADO (Rf)</b>
Muestra N°1	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,7}{4,5}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,9}{4,5}$	0,6
Muestra N°2	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{4,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,9}{4,5}$	0,6
Muestra N°3	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,8}{4,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,7}{4,5}$	0,6
Muestra N°4	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,9}{4,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{3}{4,5}$	0,6
Muestra N°5	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,1}{4,5}$	0,4
	$\frac{DM}{DS} = \frac{3,1}{4,5}$	0,6
Muestra N°6	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,9}{3,6}$	0,5
Muestra N°7	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,2}{3,6}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{3,6}$	0,5
Muestra N°8	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,2}{3,6}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{3,6}$	0,5
Muestra N°9	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{3,6}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,9}{3,6}$	0,5
Muestra N°10	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,2}{3,6}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,9}{3,6}$	0,5
Muestra N°11	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,4}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,3}{3,7}$	0,6

**TABLA N°7 FACTORES DE RETENCIÓN ANALIZADOS EN EL MES DE JUNIO DEL 2013.**

<b>N° MUESTRA</b>	<b>OPERACIÓN (D<sub>st</sub>/D<sub>S</sub>) o (D<sub>at</sub>/D<sub>S</sub>)</b>	<b>RESULTADO (R<sub>f</sub>)</b>
Muestra N°1	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,2}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,2}{3,7}$	0,5
Muestra N°2	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{3,7}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,9}{3,7}$	0,5
Muestra N°3	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,3}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,2}{3,7}$	0,5
Muestra N°4	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,3}{3,7}$	0,3
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,3}{3,7}$	0,6
Muestra N°5	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,2}{3,9}$	0,5
Muestra N°6	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,1}{3,9}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{2}{3,9}$	0,5
Muestra N°7	$\frac{DM}{DS} = \frac{1}{3,9}$	0,2
	$\frac{DM}{DS} = \frac{1,9}{3,9}$	0,4
Muestra N°8	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,3}{3,9}$	0,5
Muestra N°9	$\frac{DM}{DS} = \frac{2,3}{3,8}$	0,6

### 2.3. DEFINICIONES DE TÉRMINOS BÁSICOS

**Ácido:** Sustancia que en disolución aumenta la concentración de iones de hidrógeno y se combina con las bases para formar las sales.

**Alcaloide:** Cada uno de los compuestos orgánicos nitrogenados de carácter básico producidos casi exclusivamente por vegetales. En su mayoría producen acciones fisiológicas características, en que se basa la acción de ciertas drogas, como la morfina, la cocaína y la nicotina. Muchos se obtienen por síntesis química.

**Aldehído:** Cada uno de los compuestos orgánicos ternarios que se forman como primeros productos de la oxidación de ciertos alcoholes. Se utilizan en la industria y en los laboratorios químicos por sus propiedades reductoras. También se lo conoce como líquido incoloro, muy volátil, de olor desagradable, que se oxida fácilmente en contacto con el oxígeno del aire y se transforma en ácido acético. Es resultante de la oxidación del alcohol etílico.

**Amina:** Sustancia derivada del amoníaco por sustitución de uno o dos átomos de hidrógeno por radicales alifáticos o aromáticos.

**Anestesia:** Falta o privación general o parcial de la sensibilidad, ya por efecto de un padecimiento, ya artificialmente producida.

**Atropina:** Alcaloide venenoso que se extrae de la belladona y se emplea en medicina para dilatar las pupilas de los ojos y para otros usos terapéuticos.

**Cetona:** Compuesto orgánico caracterizado por la presencia de un grupo carbonilo.

**Cocaína:** Alcaloide de la planta de la coca que se usa mucho en medicina como anestésico de las membranas mucosas, y en inyección hipodérmica como anestésico local de la región en que se inyecte.

**Dopamina:** Neurotransmisor derivado de la dopa que actúa en los ganglios basales del cerebro.

**Ester:** Compuesto orgánico que resulta de sustituir un átomo de hidrógeno de un ácido por un radical alcohólico. Las grasas son ésteres de la glicerina con ácidos grasos.

**Esteroides:** Sustancia de estructura policíclica de la que derivan compuestos de gran importancia biológica, tales como esteroides, ácidos biliares, hormonas, etc.

**Extracto:** Producto sólido o espeso obtenido por evaporación de un zumo o de una disolución de sustancias vegetales o animales. Extracto acuoso, alcohólico, etéreo.

**Fenol:** Alcohol derivado del benceno, obtenido por destilación de los aceites de alquitrán. Se usa como antiséptico en medicina. Conocido como alcohol aromático.

**Hidrocarburo:** Compuesto resultante de la combinación del carbono con el hidrógeno.

**Hidrófilo:** Dicho de una materia: Que absorbe el agua con gran facilidad.

**Hidrólisis:** Desdoblamiento de la molécula de ciertos compuestos orgánicos por acción del agua.

**Hiperactividad:** Conducta caracterizada por un exceso de actividad.

**Lixiviar:** Tratar una sustancia compleja, como un mineral, con un disolvente adecuado para separar sus partes solubles de las insolubles.

**Lipófilo:** es el comportamiento de toda molécula que tiene afinidad por los lípidos. En una disolución o coloide, las partículas lipófilas tienden a acercarse y mantener contacto con los lípidos.

**Neurotransmisor:** Dicho de una sustancia, de un producto o de un compuesto: Que transmite los impulsos nerviosos en la sinapsis.

**Noradrenalina:** Hormona de la médula adrenal, que actúa como neurotransmisor en el sistema simpático.

**pH:** Índice que expresa el grado de acidez o alcalinidad de una disolución. Entre 0 y 7 la disolución es ácida, y de 7 a 14, básica.

**Pirrol:** Producto químico cuya molécula es un ciclo de cinco átomos de carbono con un átomo de nitrógeno, y forma parte de sustancias de gran interés biológico, como los pigmentos biliares, las hemoglobinas, las clorofilas, etc.

**Sedante:** Fármaco que disminuye la excitación nerviosa o produce sueño.

**Sinapsis:** Relación de contacto entre las terminaciones de las células nerviosas.

**Tóxico:** Perteneciente o relativo a un veneno o toxina.

**Toxina:** Veneno producido por organismos vivos.

**Veneno:** Sustancia que, incorporada a un ser vivo en pequeñas cantidades, es capaz de producir graves alteraciones funcionales, e incluso la muerte.

## **2.4. HIPÓTESIS Y VARIABLES**

### **2.4.1. HIPÓTESIS**

La técnica de cromatografía en capa fina es efectiva para la determinación de cocaína.

### **2.4.2. VARIABLES**

Variable Independiente

Efectividad de la cromatografía en capa fina.

Variable Dependiente

Determinación de presencia de cocaína.

## 2.5. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Variables	Concepto	Categorías	Indicadores	Escalas	Valor
<p><b>Variable Independiente</b></p> <p>Efectividad de la cromatografía en capa fina.</p>	<p>La cromatografía es un método de separación de una mezcla de dos o más compuestos por distribución entre dos fases.</p>	<p>Técnica de laboratorio Químico Forense.</p>	<p>Factores de retención.</p> <p>Reveladores físicos</p> <p>Reveladores químicos</p>	<p><b>Numérica:</b> Continua</p> <p><b>Nominal:</b></p> <p><b>Nominal:</b></p>	<p>Rf: valor ideal: 0,65-0,7. Valor máximo: 1.</p> <p>Diferencia gamas de colores de estupefacientes.</p> <p>Indican manchas de color naranja en muestras positivas.</p>
<p><b>Variable Dependiente</b></p> <p>Determinación de presencia de cocaína</p>	<p>Es un estimulante del sistema nervioso central, un supresor del apetito, y un anestésico tópico.</p>	<p>Droga</p>	<p>Dosis tóxica:</p>	<p><b>Numérica:</b> continua</p>	<p>De 0,20-0,30g, adictos llegan a 3g.</p>

## CAPÍTULO III

### 3. MARCO METODOLÓGICO.

#### 3.1. MÉTODO

Para esta investigación el método que se utiliza es el deductivo – inductivo, con un procedimiento analítico-sintético.

**Tipo de investigación:**

Para este trabajo se realizara una investigación descriptiva, y se llegará por el alcance a una investigación explicativa.

**Diseño de la investigación:**

Es una investigación de campo, este tipo de investigación se apoya en información del internet y observaciones en el medio social.

**Tipo de estudio:**

Es un estudio transversal, el cual posee una característica fundamental, es la de iniciarse con la exposición de una supuesta causa, y luego seguir a través del tiempo a una población determinada hasta determinar o no la aparición del efecto.

#### 3.2. POBLACIÓN Y MUESTRA

La población de la presente investigación está constituida por 70 muestras inorgánicas en el periodo de Enero a Junio de 2013.

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

**Técnica:** Guía de observación.

**Instrumentos:** Procesos de extracción. Prueba cualitativa confirmatoria de Cromatografía en capa fina.



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

La técnica que se utiliza para el análisis e interpretación de resultados es mediante:

- tabulación de datos estadísticos
- cuadros
- gráficos

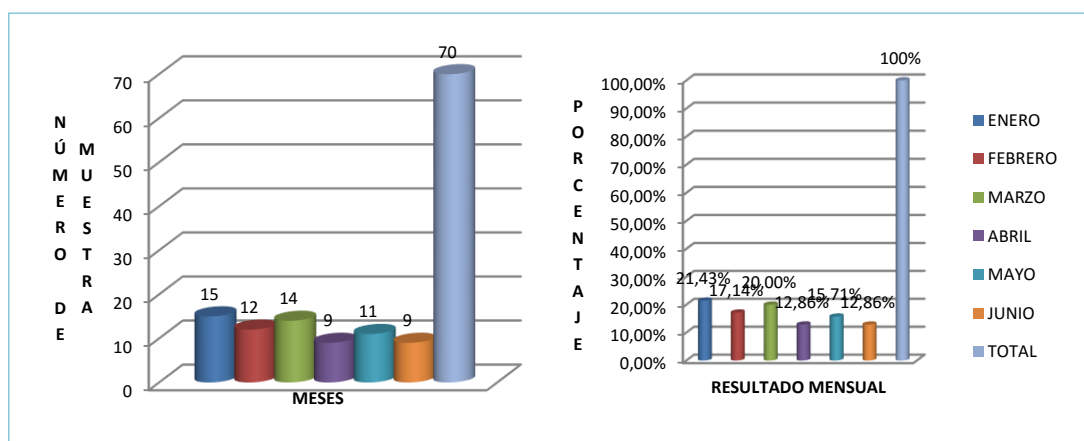
Llegando a un análisis final satisfactorio.

## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS.

TABLA N°8 DATOS ESTADÍSTICOS DE LAS MUESTRAS DE COCAÍNA QUE INGRESARON AL LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE EN EL PERIODO DE ENERO – JUNIO 2013

NÚMERO DE MUESTRAS INORGÁNICAS PARA EL ANÁLISIS DE COCAÍNA EN EL PERIODO ENERO – JUNIO 2013		
MESES	N° DE MUESTRAS	PORCENTAJE
ENERO	15	21,43 %
FEBRERO	12	17,14 %
MARZO	14	20 %
ABRIL	9	12,86 %
MAYO	11	15,71 %
JUNIO	9	12,86 %
TOTAL	70	100%

FIGURA N°36 NÚMERO DE MUESTRAS INORGÁNICAS PARA EL ANÁLISIS DE COCAÍNA PERIODO ENERO – JUNIO 2013.



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

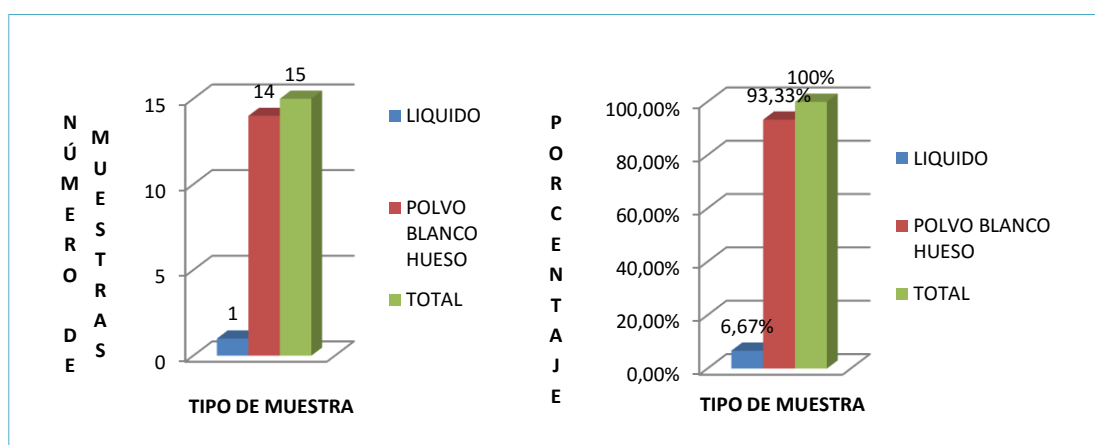
## INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Nuestro análisis se basó en una población de 70 muestras que han ingresado al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística en los meses de enero hasta junio del 2013, existiendo mayor porcentaje en el mes de enero con el 21,43%, el aumento se da porque está relacionado por festividades de nuevo año, por lo tanto la falta de control por parte de las autoridades competentes.

**TABLA N°9 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE ENERO DEL 2013.**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE ENERO 2013.</b>		
<b>MUESTRAS</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>LIQUIDO</b>	<b>1</b>	<b>6,67%</b>
<b>POLVO BLANCO HUESO</b>	<b>14</b>	<b>93,33%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**FIGURA N°37 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN LÍQUIDO Y POLVO BLANCO HUESO EN EL MES DE ENERO 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

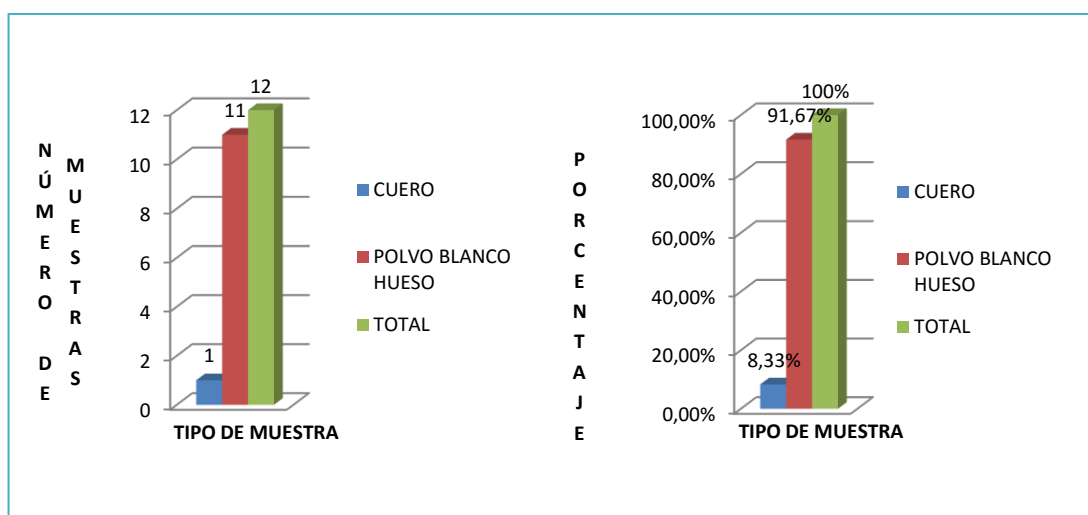
### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

De acuerdo a la determinación cualitativa de cocaína que se analizó en 15 muestras en estado líquido y sólido, determinando que el 93,33% indican resultados positivos con mayor porcentaje. Esto se da porque es de fácil obtención la cocaína de características de polvo granular blanco hueso, también por la falta de control permanente por parte del Departamento de Antinarcóticos.

**TABLA N°10 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA ANALIZADAS EN EL MES DE FEBRERO DEL 2013.**

NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE FEBRERO DEL 2013.		
MUESTRAS	RESULTADO	PORCENTAJE
CUERO	1	8,33%
POLVO BLANCO HUESO	11	91,67%
TOTAL	12	100%

**FIGURA N°38 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN FEBRERO DEL 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

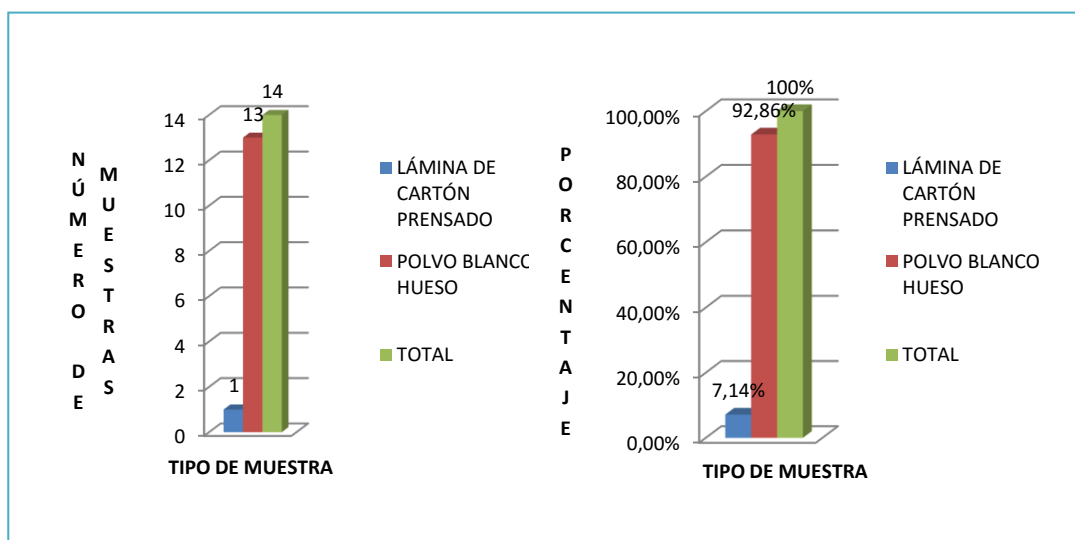
### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo a la determinación cualitativa de cocaína que se analizó en febrero del 2013 se obtuvo un porcentaje elevado del 91,67% que pertenece a muestras con características de polvo granular blanco hueso. Aumento que se da porque existen festividades de carnaval, los mismos en los que reducen el control por parte de los miembros de la policía, en donde la cocaína se la obtiene con facilidad para los narcotraficantes.

**TABLA N°11 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE MARZO DEL 2013**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE MARZO DEL 2013.</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>LÁMINA DE CARTÓN PRENSADO</b>	<b>1</b>	<b>7,14%</b>
<b>POLVO BLANCO HUESO</b>	<b>13</b>	<b>92,86%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>100%</b>

**FIGURA N°39 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE MARZO DEL 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

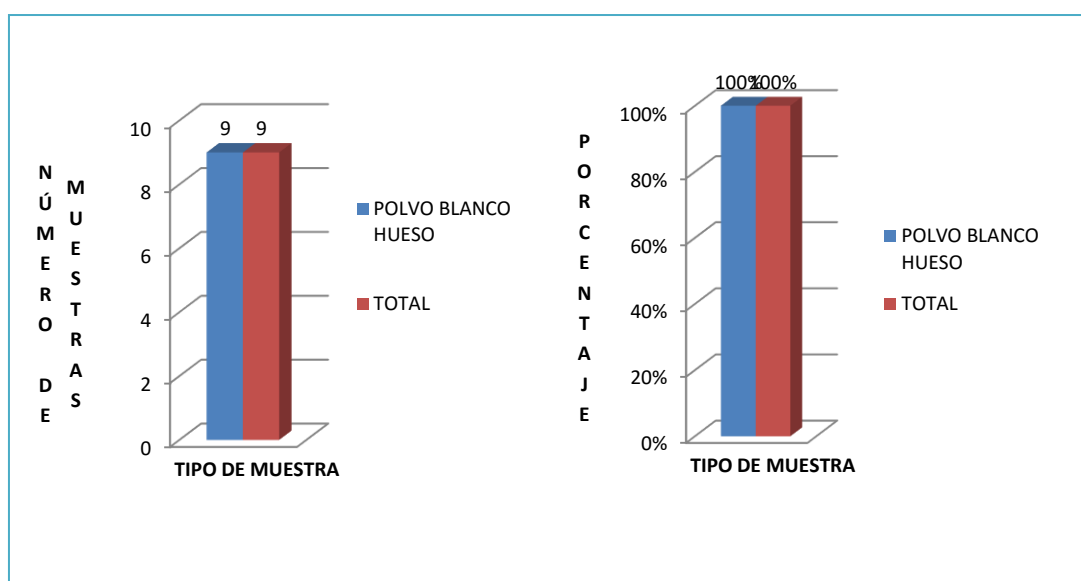
### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

De acuerdo a la determinación cualitativa de cocaína, se determinó que el 92,86%, indican resultados positivos con gran porcentaje. El mismo se da porque la cocaína se puede encontrar enmascarada en diferentes soportes, siendo de mayor facilidad para los traficantes.

**TABLA N°12 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE ABRIL DEL 2013.**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE ABRIL DEL 2013.</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>POLVO BLANCO HUESO</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**FIGURA N°40 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE ABRIL DEL 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

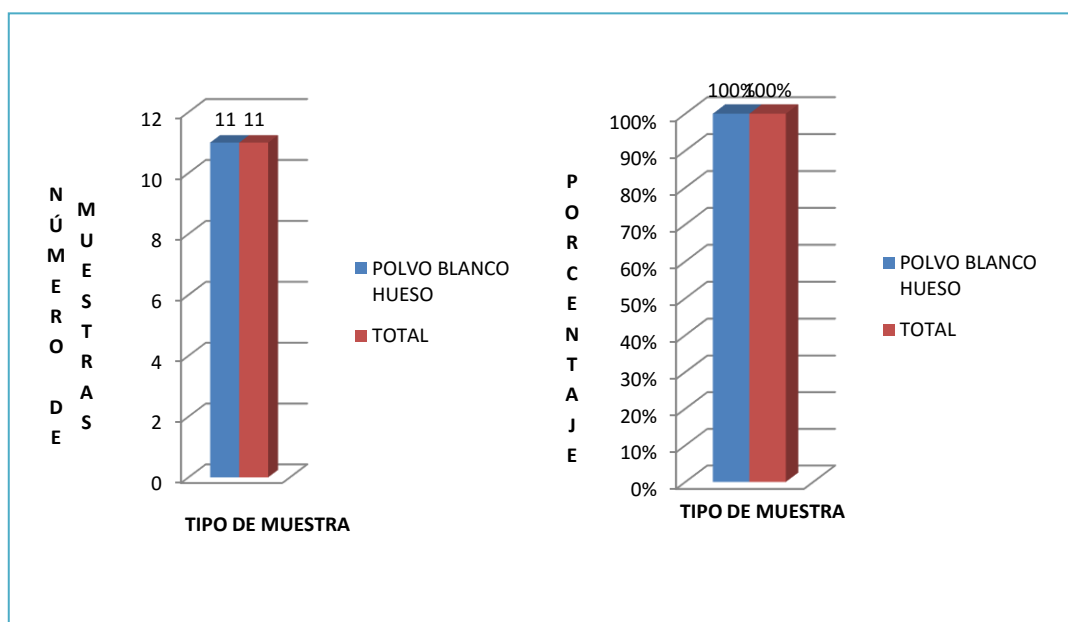
### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

De acuerdo a la determinación cualitativa de cocaína que se analizó en el mes de abril, indicando que el 100 % del total analizados resultaron positivos. Obteniendo esto porque es factible la obtención, consumo y tráfico de cocaína con características de polvo granular blanco hueso.

**TABLA N°13 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE MAYO DEL 2013.**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE MAYO DEL 2013.</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>POLVO BLANCO HUESO</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>11</b>	<b>100%</b>

**FIGURA N°41 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE MAYO DEL 2013**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

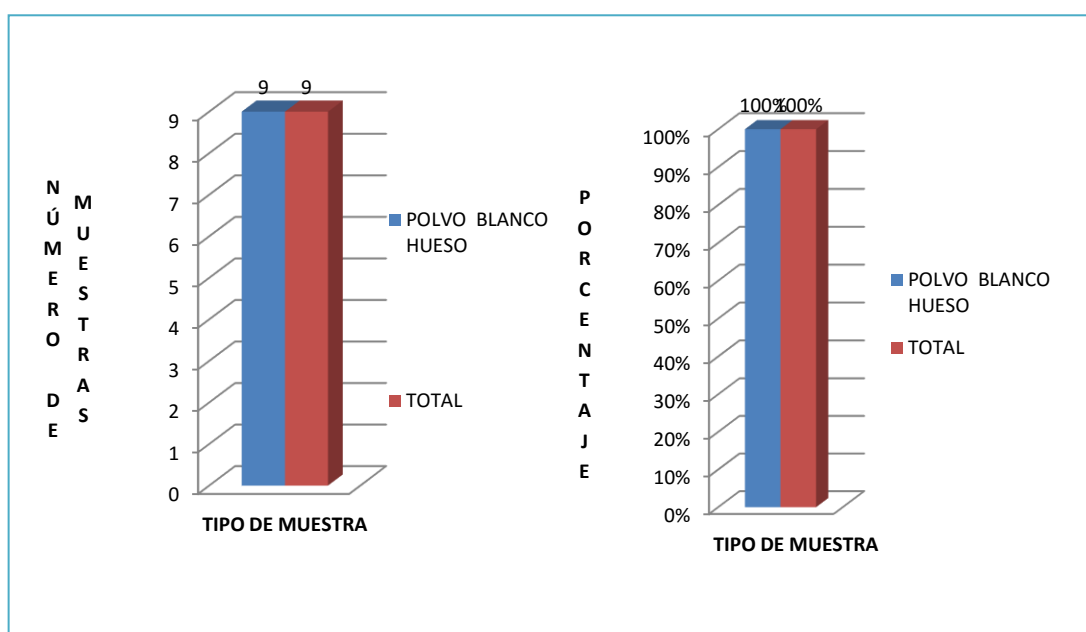
### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

De acuerdo a la determinación cualitativa de cocaína, que se analizó en el mes de mayo, demostrando que el 100%, del total analizados resultaron positivos. Representando este aumento porque las muestras inorgánicas de cocaína se encuentran bajo estas características y es de mayor facilidad para los narcotraficantes.

**TABLA N°14 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE JUNIO DEL 2013.**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE JUNIO DEL 2013.</b>		
<b>MUESTRA</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>POLVO BLANCO HUESO</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>9</b>	<b>100%</b>

**FIGURA N°42 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN EL MES DE JUNIO DEL 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

De acuerdo a la determinación cualitativa de cocaína, que se analizó en el mes de junio, obteniendo el 100% del total analizadas. Siendo estas muestras la de mayor consumo porque facilita el expendio de las mismas.

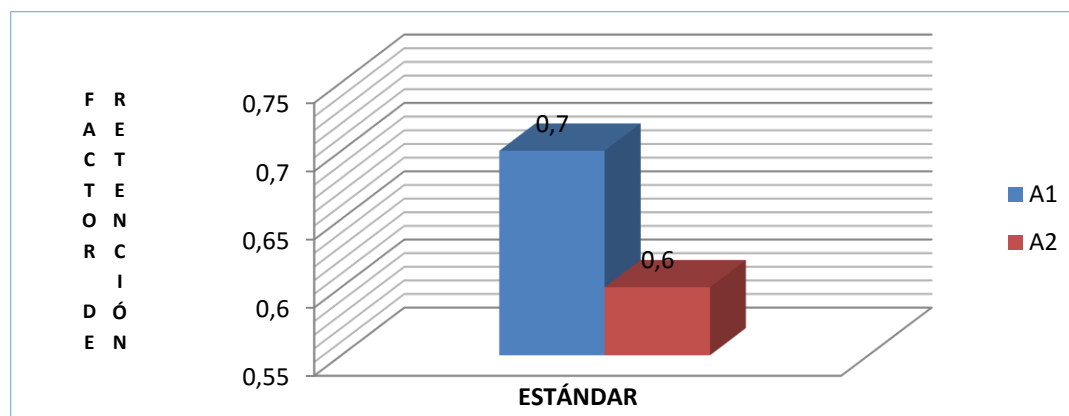


**TABLA N°15 ESTADÍSTICAS DEL CÁLCULO REALIZADO A LOS FACTORES DE RETENCIÓN DEL ESTÁNDAR QUE SE UTILIZÓ PARA LA DETERMINACIÓN DE COCAÍNA EN MUESTRAS INORGÁNICAS.**

DM	Distancia recorrida desde el origen por el compuesto	X
Rf= $\frac{DM}{DS}$	= $\frac{\text{Distancia recorrida desde el origen por el compuesto}}{\text{Distancia recorrida desde el origen por el frente del eluyente}}$	= $\frac{X}{Y}$
DS	Distancia recorrida desde el origen por el frente del eluyente	Y

FACTOR DE RETENCIÓN	OPERACIÓN (Dst/DS) o (Dat/DS)	RESULTADO (Rf)
ESTÁNDAR	$R_{fst} = \frac{3,2}{5}$	0,6
	$R_{fst} = \frac{3,5}{5}$	0,7

**FIGURA N°43 ESTADÍSTICAS DEL CÁLCULO REALIZADO A LOS FACTORES DE RETENCIÓN DEL ESTÁNDAR QUE SE UTILIZÓ PARA LA DETERMINACIÓN DE COCAÍNA.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

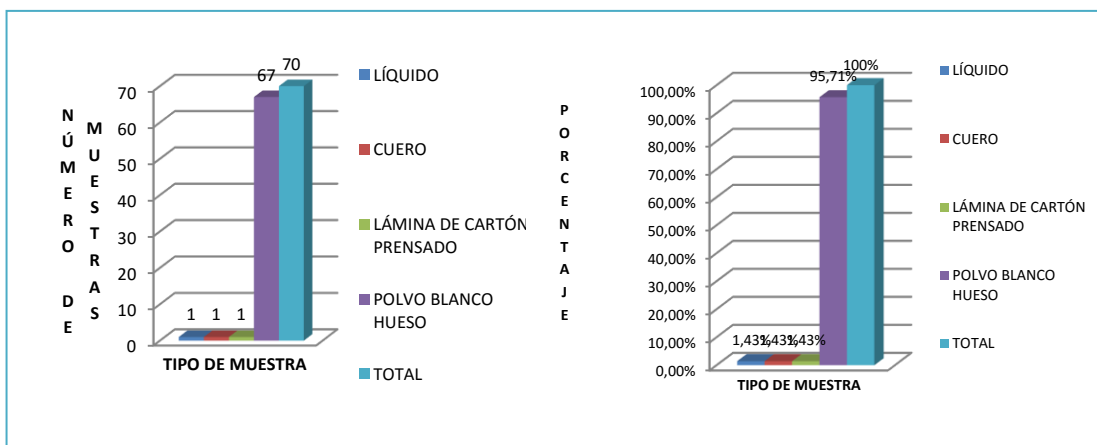
### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El factor de retención (Rf) del estándar con un alto grado de pureza utilizado para la determinación de cocaína en muestras inorgánicas, luego del revelado de la placa con el reactivo de dragendorff aparecen manchas de color naranja y al realizar el respectivo cálculo nos dio resultados de 0,6 y 0,7 respectivamente.

**TABLA N°16 DATOS ESTADÍSTICOS DE LOS TIPOS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN LOS MESES DE ENERO – JUNIO 2013.**

TIPOS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN MUESTRAS INORGÁNICAS DURANTE LOS MESES DE ENERO – JUNIO 2013		
MUESTRAS	RESULTADO	PORCENTAJE
LÍQUIDO	1	1,43%
CUERO	1	1,43%
LÁMINA DE CARTÓN PRENSADO	1	1,43%
POLVO BLANCO HUESO	67	95,71%
TOTAL	70	100%

**FIGURA N°44 TIPO DE MUESTRAS DE COCAÍNA ANALIZADOS EN LOS MESES DE ENERO – JUNIO 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

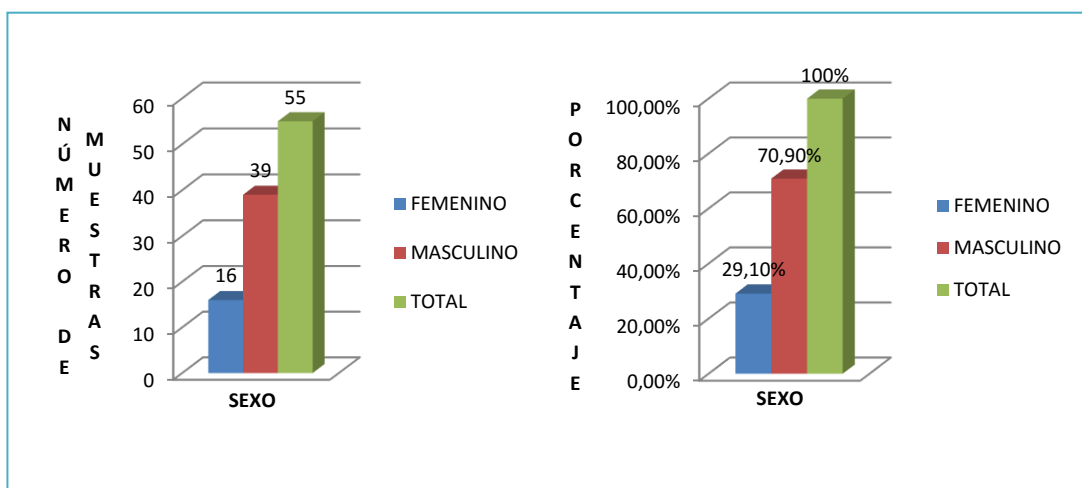
### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Para la determinación cualitativa de cocaína, analizados de enero a junio del 2013 se obtuvo un alto porcentaje del 95,71% de muestras con características de polvo granular blanco hueso. Esto se da porque es de gran facilidad la obtención y expendio de esta droga, también por falta de control por los miembros Antinarcóticos.

**TABLA N°17 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA ANALIZADOS EN MUESTRAS INORGÁNICAS RELACIONADAS CON EL SEXO EN LOS MESES DE ENERO – JUNIO 2013.**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA DEPENDIENDO DEL SEXO ANALIZADOS EN LOS MESES DE ENERO –JUNIO DEL2013.</b>		
<b>SEXO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>FEMENINO</b>	<b>16</b>	<b>29,1%</b>
<b>MASCULINO</b>	<b>39</b>	<b>70,9%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>55</b>	<b>100%</b>

**FIGURA N°45 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA QUE PERTENECEN AL SEXO MASCULINO Y FEMENINO ANALIZADOS EN LOS MESES DE ENERO JUNIO DEL 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

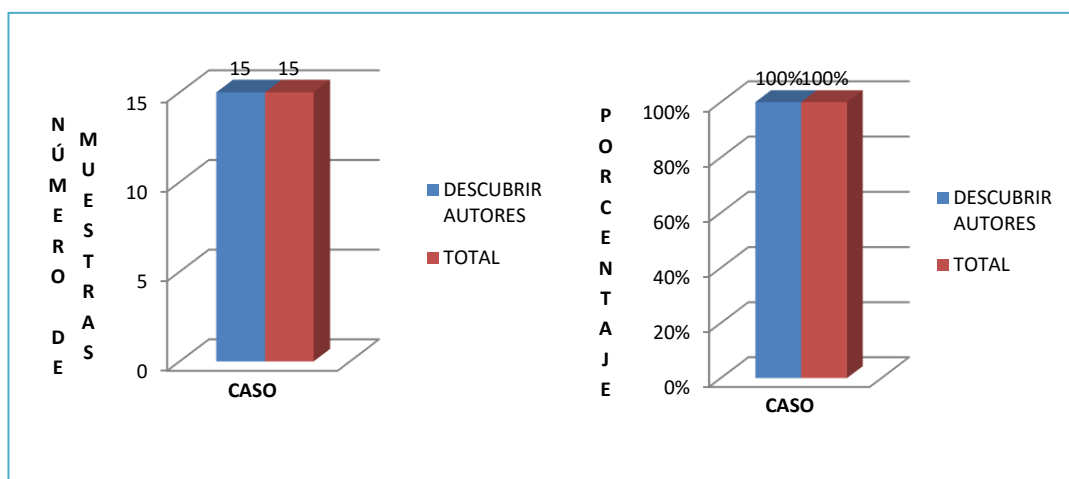
### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Para la determinación cualitativa de cocaína, se analizó muestras que pertenecieron al sexo femenino y al masculino, lo que significa que en el sexo masculino existe un mayor porcentaje con el 70,9%. Siendo de mayor prevalencia el sexo masculino, porque es el mismo que en gran cantidad de consumo y expendio de esta droga lo realiza.

**TABLA N°18 DATOS ESTADÍSTICOS POSITIVOS PARA COCAÍNA QUE PERTENECEN A DESCUBRIR AUTORES ANALIZADOS EN LOS MESES DE ENERO – JUNIO 2013.**

<b>NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA QUE PERTENECEN A DESCUBRIR AUTORES ANALIZADOS EN LOS MESES DE ENERO –JUNIO DEL2013.</b>		
<b>CASO</b>	<b>RESULTADO</b>	<b>PORCENTAJE</b>
<b>DESCUBRIR AUTORES</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>15</b>	<b>100%</b>

**FIGURA N°46 NÚMERO DE MUESTRAS POSITIVAS DE COCAÍNA QUE PERTENECEN A DESCUBRIR AUTORES ANALIZADOS EN LOS MESES DE ENERO –JUNIO DEL 2013.**



**Fuente:** Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

### **INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS**

Para la determinación cualitativa de cocaína, se analizó muestras que pertenecieron a Descubrir Autores, dándonos un porcentaje final del 100%. Esto se da porque no muestran evidencia alguna o personas relacionadas con el tráfico ilegal y que se han encontrado bajo circunstancias investigativas por el Departamento de Antinarcóticos.

### **3.5. COMPROBACIÓN DE LA HIPÓTESIS**

Una vez concluida con la investigación se pudo comprobar nuestra hipótesis, determinando que el método por cromatografía en capa fina (CCF), es eficaz para la determinación cualitativa confirmatoria de cocaína en muestras inorgánicas

El método de cromatografía en capa fina (CCF) es un método de separación de una mezcla de dos o más compuestos por distribución entre dos fases, una fase estacionaria es decir la placa de sílica gel y otra la fase móvil que es el solvente extractor (cloroformo). Mediante un sistema de eluyentes (ciclohexano: tolueno: dietilamina en una proporción 38:7,5:5) que se encuentra dentro de la cuba cromatográfica, dicho eluyente lleva el metabolito en cuestión (cocaína) para el respectivo análisis.

Por lo tanto es recomendable la utilización del método de cromatografía en capa fina (CCF) en los laboratorios químicos forenses, la misma que servirá como ayuda de identificación de drogas (cocaína), de esta manera prevenir adicciones y el tráfico ilegal de psicotrópicos y estupefacientes.

## CAPÍTULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. CONCLUSIONES

- Mediante la respectiva investigación bibliográfica y a través de medios tecnológicos avanzados se logró adquirir el conocimiento necesario acerca de la toxicocinética de la cocaína, en donde la absorción se da por vía oral, nasal, por aspiración e intravenosa, la distribución de la cocaína pasa rápidamente al torrente sanguíneo, tomando afinidad por el cerebro, el metabolismo tiene lugar en el hígado dando lugar a los metabolitos y finalmente la eliminación se da de forma rápida por vía renal como metabolitos, cuyo propósito fue conocer el comportamiento de estas sustancias en el organismo del ser humano y realizar un buen trabajo investigativo.
- A través del proceso de extracción líquido- líquido se consiguió la separación y purificación del tóxico cocaína en muestras inorgánicas con un elevado porcentaje de concentración de las mismas que han ingresado al Laboratorio de Química Forense del Departamento de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo, obteniéndose resultados satisfactorios.
- Por medio de la prueba cualitativa confirmatoria de cromatografía en capa fina, se logró la determinación de cocaína en muestras inorgánicas, mediante el cálculo de los respectivos factores de retención (Rf).
- Se identificó, la presencia de cocaína en muestras inorgánicas como en láminas de cuero y cartón, muestras en estado líquido y sólido (polvo granular color blanco hueso), donde se investigaron un total de 70 muestras obteniendo resultados positivos del 100% del total analizadas.
- Mediante estrategias de laboratorio, se logró comparar las técnicas y demostrar los beneficios de la CCF, siendo los mismos que es una prueba rápida y factible, de bajo costo, y de resultados cualitativos confirmatorios,

mientras que la técnica de cromatografía en papel, es una prueba en la que se toma más tiempo y es más cara.

- Con el trabajo investigativo de cromatografía en capa fina para la identificación de cocaína se concientizó a la población acerca del consumo y tráfico ilegal de psicotrópicos y estupefacientes.
- A través de la efectividad que nos brinda la técnica se logró la sugerencia a las instituciones educativas la realización de la prueba cualitativa confirmatoria de cromatografía en capa fina para descartar el consumo de cocaína en dichas instituciones.

## **4.2. RECOMENDACIONES**

- Se debe tomar en cuenta bibliografías actualizadas y claras para conocer la importancia de la toxicocinética de la cocaína a nivel del organismo del ser humano.
- Realizar el proceso extracción líquido-líquido con todas las precauciones y parámetros de control de calidad debido a la constante manipulación de sustancias tóxicas y productos químicos de laboratorio, con la finalidad de evitar contaminaciones e intoxicaciones.
- El análisis de la prueba cualitativa confirmatoria de cromatografía en capa fina, para la determinación de cocaína en muestras inorgánicas, y el cálculo de los respectivos factores de retención (Rf), debe ser realizado por una sola persona para evitar errores durante el procedimiento y al momento de emitir los resultados.
- La presencia de cocaína en muestras inorgánicas debe ser tabulada de acuerdo a la incidencia de cocaína en nuestro medio y en el estudio realizado.
- De acuerdo con la comparación de técnicas es recomendable la realización de la cromatografía en capa fina porque demuestra beneficios para la

identificación de cocaína en muestras inorgánicas los mismos que son eficaces, de bajo costo y rápidos de realizarlos.

- Se debe concientizar a la población acerca del consumo y tráfico ilegal de psicotrópicos y estupefacientes para dar a conocer los daños que provocan los mismos a los seres humanos.
- Se sugiere a las autoridades de instituciones educativas la realización de la prueba cualitativa confirmatoria de cromatografía en capa fina como requisito fundamental, para descartar el consumo de cocaína en dichas instituciones y ayudar así a prevenir adicciones y el tráfico ilegal de estupefacientes.



## BIBLIOGRAFÍA

1. D.C.: Enciclopedia criminalística, criminología e investigación. 1ª ed. Bogotá Sigma Editores, 2010.
2. DOUGLAS A. SKOOG, STANLEY R. CROUCH, F. HOLLER, J. Libro de Principios de análisis instrumental, 2008.
3. FUNES, F. ESPINOZA, A. PANOZO, M. CARDOZO, T. Libro de bioseguridad y seguridad química en laboratorio. Cochabamba-Bolivia, 2005.
4. DHARAN, M. Libro de Control de la calidad en los laboratorios clínicos. 1982.
5. QUINTERO, A. RAMOS, R. Libro de toxicocinética, Marzo, 2007.
6. QUINTERO A; RAMOS, R. Libro de extracción líquido-líquido, Marzo, 2007.
7. REPETTO, M & REPETTO, G. Toxicología fundamental, 4ª edición, 2009.
8. TRUF; DREISBACH, Manual de Toxicología clínica de Dreisbach: Prevención, Diagnóstico y Tratamiento. Editorial Manual Moderno, 7ª edición. 2001
9. VALLEJO, M. Manual de Análisis Toxicológico, Colombia. Bogotá, 1986. Primera edición.

## **LINKOGRAFÍA**

1. <http://blog.utp.edu.co/cienciasclinicas/files/.pdf>
2. <http://es.wikipedia.org/wiki/Coca%C3%ADna>
3. <http://es.wikipedia.org/wiki/Extracci3n>
4. <http://infobacter.blogspot.com/2012/02/cocaina-origen-la-cocaina-conocida.html>
5. <http://www.ins.gob.pe/repositorioaps/pdf>
6. <http://www.misabueso.com/salud/Coca>
7. [http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d\\_lacocaina.pdf](http://www.mty.itesm.mx/dae/cat/d_lacocaina.pdf)
8. [http://www.neodiagnostica.es/drg\\_analisis-drogas](http://www.neodiagnostica.es/drg_analisis-drogas)
9. <http://www.pnsd.msc.es/Categoria2/publica/pdf/AdiccionCocaina.pdf>
10. <http://www.psiquiatria.com.es/socidrogalcohol/cocaina.pdf>
11. <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v53n1/v53n1a03.pdf>

**A**

**N**

**E**

**X**

**O**

**S**

## ANEXO N° 1

### DEPARTAMENTO DE CRIMINALÍSTICA DE LA POLICÍA JUDICIAL DE CHIMBORAZO

#### Departamento de criminalística



#### Oficina de química forense



**Fuente:** fotografías del Departamento y Oficina de Criminalística de la Policía Judicial de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

## ANEXO N° 2

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

#### Área de trabajo para análisis de muestras



#### Extracción líquido-líquido



#### Cromatografía en capa fina



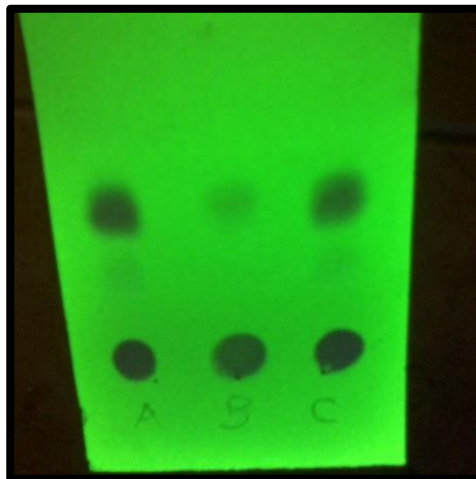
**Fuente:** fotografías del área de trabajo en el Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

### ANEXO N° 3

## REVELADO FÍSICO Y QUÍMICO DE COCAÍNA EN MUESTRAS INORGANICAS EN LAS PLACAS DE SÍLICA GEL

### Revelado físico



### Revelado químico



**Fuente:** fotografías de los revelados analizados en cocaína de muestras inorgánicas realizadas en el Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania

## ANEXO N° 4

### REACTIVOS Y SOLVENTES UTILIZADOS PARA LA EXTRACCIÓN DE COCAÍNA.

#### Reactivos químicos



#### Solventes de trabajos



**Fuente:** fotografías de los reactivos del Laboratorio de Criminalística de Chimborazo.

**Elaborado por:** Chugcho Daysy, Huilcapi Tania.