



UNIVERSIDAD NACIONAL  
AVENIDA DE  
MEXICO

# UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

---

FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLÁN

“MANUAL DEL QUÍMICO CRIMINALISTA Y SU INTERVENCIÓN EN LA  
HEMATOLOGÍA, BALÍSTICA Y QUÍMICA LEGAL”

## TESIS

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO

PRESENTA:

Guerrero Martínez Daniel Iván

ASESOR:

QFB. PEDRO CARLOS MIJANGOS VARGAS

CUAUTITLÁN IZCALLI, ESTADO DE MÉXICO

2010



Universidad Nacional  
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

**Biblioteca Central**



**UNAM – Dirección General de Bibliotecas**  
**Tesis Digitales**  
**Restricciones de uso**

**DERECHOS RESERVADOS ©**  
**PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL**

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES CUAUTITLAN  
 UNIDAD DE LA ADMINISTRACION ESCOLAR  
 DEPARTAMENTO DE EXAMENES PROFESIONALES

ASUNTO: VOTOS APROBATORIOS

FACULTAD DE ESTUDIOS  
 SUPERIORES CUAUTITLAN



DEPARTAMENTO DE

DRA. SUEMI RODRIGUEZ ROMO  
 DIRECTOR DE LA FES CUAUTITLAN  
 PRESENTE

ATN: L. A. ARACELI HERRERA HERNANDEZ  
 Jefe del Departamento de Exámenes  
 Profesionales de la FES Cuautitlán

Con base en el art. 28 del Reglamento General de Exámenes, nos permitimos  
 comunicar a usted que revisamos la Tesis:

Manual del Químico Criminalista y su intervención en la hematología,  
balística y química legal.

que presenta el pasante: Daniel Ivan Guerrero Martínez  
 con número de cuenta: 09728838-3 para obtener el título de:  
Químico Farmacéutico Biólogo

Considerando que dicho trabajo reúne los requisitos necesarios para ser discutido en  
 el EXAMEN PROFESIONAL correspondiente, otorgamos nuestro VOTO APROBATORIO.

ATENTAMENTE

"POR MI RAZA HABLARA EL ESPIRITU"

Cuautitlán Izcalli, Méx. a 29 de Abril de 2010

PRESIDENTE Dr. José Guillermo Penieres Carrillo.

VOCAL MAP. María Virginia Oliva Arellano.

SECRETARIO QFB. Pedro Carlos Mijangos Vargas.

PRIMER SUPLENTE QFB. René Damián Santos.

SEGUNDO SUPLENTE Dra. Alma Luisa Revilla Vázquez.



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco infinitamente a mi familia, la cual siempre me brindo todo el apoyo fundamental, al brindarme comprensión y estímulo. De igual manera agradezco a mis amigos que más que amigos han sido parte familiar de convivencia y que siempre estuvieron conmigo en momentos difíciles y momentos gratos, no necesito mencionarlos pues ellos saben bien quienes son.

A mis compañeros de clases y en muy especial a todos los profesores que he tenido desde el CCH hasta la facultad, siempre aprendí lo mejor de ellos.

Es por eso que dedico esta tesis a las personas antes mencionadas la verdad los mejores seres humanos que he conocido.



## AGRADECIMIENTOS ESPECIALES

Agradezco especialmente a:

- La Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal por permitirme llevar a cabo mi servicio social en dicha institución y por brindarme el apoyo de sus instalaciones para recabar información para la realización de dicho trabajo.
- El Instituto Nacional de Ciencias Penales por permitirme integrar a su institución al laboratorio de criminalística y a su biblioteca para recabar información.
- La Procuraduría General de la República.
- El Servicio Médico Forense del Distrito Federal.
- Mi asesor de tesis Pedro Carlos Mijangos Vargas.
- El QBP Juan Antonio Hernández Guerrero, profesor del INACIPE.
- Mis asesores de servicio social: Myrna , Pilar y Edmundo
- El Lic. Dante Fabián

---

<b>I. ÍNDICE GENERAL.</b>	<b>PÁGINA</b>
II.PRÓLOGO.	14
III.JUSTIFICACIÓN.	15
IV INTRODUCCIÓN.	16
V OBJETIVOS.	21
CAPÍTULO 1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN EN CRIMINALÍSTICA.	23
1.1. EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LA CRIMINALÍSTICA.	24
1.2. EL MÉTODO CIENTÍFICO EN LA CRIMINALÍSTICA GENERAL.	27
1.3. LA CRIMINALÍSTICA DE CAMPO Y SU MÉTODO.	31
1.3.1. EL MÉTODO INDUCTIVO.	33
1.3.2. EL MÉTODO DEDUCTIVO.	35
1.4. TÉCNICAS O MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN CRIMINALÍSTICA.	35
1.4.1. TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA EN EL LABORATORIO.	36
1.4.1.1. BALÍSTICA FORENSE.	37
1.4.1.2. DOCUMENTOSCOPIA.	38
1.4.1.3. DACTILOSCOPIA.	38
1.4.1.4. EXPLOSIVOS E INCENDIOS.	39
1.4.1.5. FOTOGRAFÍA FORENSE.	39
1.4.1.6. SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN.	40
1.4.2. TÉCNICAS FORENSES DE LABORATORIO.	40
1.4.3. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN EN EL LUGAR DE LOS HECHOS.	41
1.4.3.1. PROTECCIÓN DEL LUGAR.	42
1.4.3.2. OBSERVACIÓN DEL LUGAR.	43
1.4.3.3. FIJACIÓN DEL LUGAR.	45
1.4.3.4. COLECCIÓN DE INDICIOS.	48
1.4.3.5. TÉCNICAS PARA LA COLECCIÓN DE INDICIOS.	50
1.4.3.6. SUMINISTRO DE INDICIOS AL LABORATORIO.	50
1.4.3.7. IDENTIFICACIÓN DE AGENTES VULNERANTES.	51
1.5. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN MÉTODOLÓGICA DE LA CRIMINALÍSTICA EN EL LUGAR DE LOS HECHOS Y EN EL LABORATORIO.	52
1.6. RECOMENDACIONES.	52

---

CAPÍTULO 2. HEMATOLOGÍA FORENSE.	54
2.1. LA SANGRE EN EL LUGAR DE LOS HECHOS.	55
2.1.1. EL RASTREO EN LA HEMATOLOGÍA FORENSE.	55
2.1.2. RELACIONES ENTRE SANGRE Y TIPO DE SUCESO.	56
2.1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS MANCHAS SANGUÍNEAS.	57
2.2. RECOLECCIÓN Y EMBALAJE DE LAS MUESTRAS DE SANGRE.	59
2.2.1. CONTROL DEL MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO EN HEMATOLOGÍA FORENSE.	60
2.2.2. METODOLOGIA GENERAL PARA LA INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA DE LAS MANCHAS DE SANGRE.	60
2.3. TÉCNICAS DE ORIENTACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SANGRE.	60
2.3.1. TÉCNICA DE LA BENCIDINA O ADLER.	61
2.3.2. TÉCNICA DE LA FENOLFTALEÍNA O KASTLE-MAYER.	63
2.3.3. TÉCNICA DE LA LEUCO MALAQUITA VERDE.	64
2.3.4. TÉCNICA DE LUMINOL.	66
2.4. TÉCNICAS DE CONFIRMACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL ORIGEN DE LA SANGRE.	68
2.4.1. CRISTALES DE HEMINA Ó DE TEICHMANN.	68
2.4.2. PRUEBA DE TAKAYAMA.	69
2.4.3. TÉCNICA DE PRECIPITINAS EN CAPILAR.	70
2.4.4. TÉCNICA EN INMUNOELECTROFORÉISIS CRUZADA PARA IDENTIFICAR SANGRE HUMANA.	73
2.5. DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN SANGRE FRESCA Y MANCHAS DE SANGRE SECA CON FINES FORENSES.	75
2.5.1. DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN SANGRE FRESCA.	75
2.5.2. DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN SANGRE SECA.	78
2.5.2.1. TÉCNICA DE ABSORCIÓN-ELUCIÓN PARA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ABO EN MANCHAS DE SANGRE SECA.	79
2.5.2.2. TÉCNICAS DE ABSORCIÓN-ELUCIÓN PARA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA M N EN MANCHAS DE SANGRE SECA.	81
2.5.2.3. TÉCNICAS DE ABSORCIÓN-ELUCIÓN PARA DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES RH EN MANCHAS DE SANGRE SECA.	82
2.5.2.4. TÉCNICAS DE ABSORCIÓN-INHIBICIÓN PARA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ABO EN MANCHAS DE SANGRE SECA.	83
CAPÍTULO 3. EL SEMEN EN LOS ESTUDIOS CRIMINALÍSTICOS Y FORENSES.	85
3.1. COMPONENTES DEL SEMEN.	86
3.2. INVESTIGACIÓN DE ESPERMATOZOIDES.	87
3.3. RECOLECCIÓN Y EMBALAJE DEL SEMEN.	87
3.4. PRUEBAS PRESUNTIVAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SEMEN.	90
3.4.1. FLUORESCENCIA A LA LUZ ULTRAVIOLETA.	90
3.4.2. TÉCNICA DE LA FOSFATASA ÁCIDA.	90
3.4.3. TÉCNICA POR INHIBICIÓN DE LA FOSFATASA ÁCIDA SEMINAL Y VAGINAL, CON ÁCIDO L-TARTÁRICO.	92

3.4.4. DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LA FOSFATASA ÁCIDA PROSTATICA EN HUELLAS Y MANCHAS DE SEMEN.	95
3.5. TÉCNICAS DE CONFIRMACIÓN.	96
3.5.1. OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS DE ESPERMATAZOIDES.	97
3.5.2. TÉCNICAS DE TINCIÓN.	98
3.5.2.1. TÉCNICA DE GRAM.	98
3.5.2.2. TÉCNICA DE AZUL DE METILENO.	99
3.5.2.3. TÉCNICA DE CHRISMAS TREE.	99
3.6. IDENTIFICACIÓN DE MANCHA DE SEMEN CON OTRAS TÉCNICAS QUÍMICAS.	101
3.6.1. MÉTODOS CRISTALOGRAFÍCOS: LA REACCIÓN DE FLORENCE.	101
3.6.2. MÉTODOS CROMATOGRÁFICOS: TLC.	101
3.6.3. MÉTODOS ELECTROFORÉTICOS.	103
3.7. DETERMINACIÓN DEL GRUPO DEL SISTEMA ABH EN SEMEN.	103
CAPÍTULO 4. BALÍSTICA FORENSE.	106
4.1. CONCEPTOS GENERALES, FÍSICO Y FORENSE.	107
4.2. CLASIFICACIÓN DE LA BALÍSTICA FORENSE.	107
4.3. ARMAS: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN.	109
4.3.1. EL CARTUCHO: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN.	110
4.3.2. ESTUDIO DEL ARMA DE FUEGO.	113
4.4. LEVANTAMIENTO, EMBALAJE Y VALOR INVESTIGATIVO DE ARMAS DE FUEGO, CASQUILLOS Y PROYECTILES.	116
4.4.1. ARMAS DE FUEGO.	116
4.5. BALÍSTICA INTERIOR.	118
4.5.1. PERSONALIDAD DEL ARMA DE FUEGO.	118
4.5.2. EL EQUIPAMIENTO TÉCNICO UTILIZADO EN LOS ESTUDIOS PERICIALES.	120
4.5.3. METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS PERICIALES EN BALÍSTICA INTERIOR.	122
4.6. BALÍSTICA EXTERIOR.	124
4.6.1. TRAYECTORIA.	124
4.6.2. MOVIMIENTOS DEL PROYECTIL EN EL ESPACIO.	125
4.6.3. REBOTES.	125
4.6.4. DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN DEL TIRADOR.	125
4.7. BALÍSTICA DE EFECTOS.	126
4.7.1. DETERMINACIÓN DE LOS ORIFICIOS DE ENTRADA (OE) Y DE SALIDA (OS) DE LOS PROYECTILES DE ARMAS DE FUEGO: CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES - DETERMINACIÓN DE ÁNGULO DE INCIDENCIA.	126
4.7.2. ESTUDIO DE LA ZONA INMEDIATA QUE RODEA EL OE DEL PROYECTIL.	127
4.7.3. CLASIFICACIÓN DE LA DISTANCIA DE DISPARO SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL OE DEL PROYECTIL.	130
4.8. DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA DE DISPARO DE LAS ARMAS DE FUEGO POR DETECCIÓN DE RESTOS.	134
4.8.1. RESTOS DE PÓLVORA, METÁLICOS Y DEL FULMINANTE.	134



---

4.8.2. CASO PARTICULAR: EL DISPARO DE ESCOPETA.	134
4.8.3. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS.	135
4.9. EL DERMO-TEST.	136
4.9.1. VALOR LEGAL DEL DERMO-TEST.	137
4.9.2. METODOLOGÍA A UTILIZAR.	137
4.10.- TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN EN LAS MANOS Y EN LAS ROPAS DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DEL DISPARO DE UN ARMA DE FUEGO.	138
4.10.1. TÉCNICA DE LA PRUEBA DE WALKER.	138
4.10.2. TÉCNICA DE LA PRUEBA DE RODIZONATO DE SODIO.	142
4.10.3. TÉCNICA DE ESPECTROFOTOMETRIA DE ABSORCIÓN ATOMICA SIN FLAMA.	144
CAPITULO 5. QUÍMICA LEGAL.	147
5.1. CLASIFICACIÓN DE LAS DROGAS O FÁRMACOS QUE PUEDEN CAUSAR DEPENDENCIA.	148
5.1.1. CONCEPTOS GENERALES Y CLASIFICACIÓN GENERAL.	148
5.1.2. DROGAS PROHIBIDAS.	149
5.1.2.1. DERIVADOS DEL OPIO.	149
5.1.2.2. ALUCINÓGENOS SINTÉTICOS Y SEMISINTÉTICOS.	149
5.1.2.3. DERIVADOS DE ERITROXYLON COCA.	153
5.1.2.4. CANNABIS SATIVA (MARIHUANA).	154
5.1.3. DROGAS DE VENTA CONTROLADA. PSICOTRÓPICOS.	156
5.1.4. DROGAS DE VENTA LIBRE.	157
5.1.5. DROGAS NATURALES.PLANTAS ALUCINÓGENAS.	159
5.2.- TÉCNICAS DE DETECCIÓN DE ESTUPEFACIENTES Y DROGAS DE ABUSO.	160
5.2.1. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE DROGAS DE ABUSO.	161
5.2.1.1. SANGRE.	161
5.2.1.2. JUGO GÁSTRICO Y VÍSCERAS.	162
5.2.1.3. ORINA.	163
5.2.1.4. VEGETALES.	165
5.2.2. ANÁLISIS QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE DROGAS DE ABUSO.	166
5.2.2.1. COCAÍNA.	166
5.2.2.2. MARIHUANA.	167
5.2.2.3. BENZODIAZEPINAS.	169
5.2.2.4. ANFETAMINAS.	169
5.2.2.5. OPIÁCEOS.	170
5.2.2.5.1. MORFINA.	170
5.2.2.5.2. HEROÍNA.	171
5.3 ASPECTOS TEÓRICOS Y ASPECTOS TÉCNICOS.	171
5.3.1. ESPECTROFOTOMETRIA ULTRAVIOLETA / VISIBLE.	171
5.3.2. EL ESPECTROFÓMETRO DE LUZ INFRARROJA.	173
5.4. TOXICOLOGÍA FORENSE.	175

---

---

5.4.1. ALGUNOS DE LOS VENENOS MÁS COMUNES, SUS EFECTOS Y DESCRIPCIÓN.	177
5.4.1.1 ENVENENAMIENTO ACCIDENTAL.	177
5.4.1.2. INTOXICACIÓN SUICIDA.	177
5.4.1.3. ENVENENAMIENTO HOMICIDA.	178
5.4.1.4. INVESTIGACIÓN TOXICOLÓGICA DE UNA MUERTE POR ENVENENAMIENTO.	179
5.4.1.5. HISTORIAL CLÍNICO Y MUESTRAS.	180
5.4.1.6. ANÁLISIS TOXICOLÓGICOS.	181
5.5. REACCIONES QUÍMICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VENENOS.	184
5.5.1. ANÁLISIS TOXICOLÓGICO DE TALIO.	184
5.5.2. DETERMINACIÓN DE COPRO-PORFIRINAS.	185
5.5.3. IDENTIFICACIÓN DE MERCURIO.	185
5.5.4. DETERMINACIÓN DE SALICILATOS.	186
5.5.5. DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO.	186
5.5.6. IDENTIFICACIÓN DE CIANUROS.	187
5.6. PLAGUICIDAS.	187
5.6.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS.	187
5.6.2. REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS.	192
5.6.2.1. DDT O SU METABOLITO, DICLORODIFENILDICLOROETILENO (DDE).	192
5.6.2.2. FÓSFORO.	192
5.6.2.3. DITIONITO DE SODIO.	192
5.6.2.4. H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> / H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> . FUMANTE.	193
CAPÍTULO 6. EL DICTAMEN PERICIAL.	198
6.1. LA PRUEBA PERICIAL.	199
6.2. LOS PERITOS EN EL PROCESO PENAL.	200
6.3. LOS PERITOS Y LOS TESTIGOS.	201
6.4. OBJETO DE LA PRUEBA PERICIAL.	201
6.5. GARANTÍAS DE LA PRUEBA PERICIAL.	201
6.6. CLASES DE EXAMENES PERICIALES.	201
6.7. PARTES DEL DICTAMEN PERICIAL.	203
6.8. LA DILIGENCIA DE ENTREGA Y RATIFICACIÓN PERICIAL.	204
6.9. EL PERITO DE PARTE.	204
6.10. EJEMPLOS DEL DICTAMEN PERICIAL.	205
CONCLUSIONES.	209
GLOSARIO.	210
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	213

---

ÍNDICE DE TABLAS	PÁGINA
TABLA. 2.1. SUSTANCIAS CON ACTIVIDAD SEMEJANTE A LAS PEROXIDASAS.	62
TABLA. 2.2. CLASIFICACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO ABO.	75
TABLA. 2.3. PREPARACIÓN DE ANTISUEROS PARA ABSORCIÓN ELUCIÓN.	80
TABLA. 2.4. PREPARACIÓN DE LA MUESTRA PARA LA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA M N.	81
TABLA. 3.1. PRODUCTOS QUE CONTIENEN FOSFATASA ÁCIDA.	91
TABLA. 3.2. DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ABH EN SEMEN.	104
TABLA.4.1. LÍMITES DE DETECCIÓN EN ABSORCIÓN ATÓMICA PARA BARIO, ANTIMONIO Y PLOMO.	146
TABLA.5.1A. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS DROGAS DE ABUSO.	150
TABLA.5.1B. CLASIFICACIÓN GENERAL DE LAS DROGAS PROHIBIDAS.	151
TABLA. 5.1C. DERIVADOS DEL OPIO.	152
TABLA. 5.2 DROGAS DE VENTA CONTROLADA.	158
TABLA. 5.3. MARCHA EXTRACTIVA DE CURRY.	164
TABLA. 5.4 LÍQUIDOS RESOLUTIVOS UTILIZADOS EN LA EXTRACCIÓN DE DROGAS.	165
TABLA.5.5.DISOLVENTES PARA LAS REGIONES UV / VISIBLE.	172
TABLA. 5.5.1. CARACTERÍSTICAS DE ABSORCIÓN DE ALGUNOS COMPUESTOS AROMÁTICOS.	173
TABLA.5.6. CLASIFICACIÓN DE LOS PESTICIDAS POR SU COMPOSICIÓN QUÍMICA.	189
TABLA.5.6.1 CLASIFICACIÓN DE LOS PESTICIDAS POR SU USO.	189
TABLA. 5.6.2 EFECTOS TÓXICOS DE LOS PLAGUICIDAS.	191
TABLA. 5.6.3. ANEXO DE TOXICOLOGÍA.	194

---

ÍNDICE DE FIGURAS.	PÁGINA
FIGURA. 1.1. CRIMINALÍSTICA.	25
FIGURA. 1.2. OBSERVACIÓN DEL LUGAR DE LOS HECHOS.	26
FIGURA. 1.3. EL MÉTODO INDUCTIVO.	34
FIGURA. 1.4. EL MÉTODO DEDUCTIVO.	35
FIGURA. 1.5. BALÍSTICA FORENSE.	37
FIGURA. 1.6. DACTILOSCOPÍA.	38
FIGURA. 1.7. REUNIENDO LA EVIDENCIA.	41
FIGURA. 1.8. PROTECCIÓN DEL LUGAR DE LOS HECHOS.	43
FIGURA. 1.9. OBSERVACIÓN DEL LUGAR DE LOS HECHOS.	44
FIGURA.1.10. FIJACIÓN DEL LUGAR.	46
FIGURA. 1.11. FOTOGRAFÍA FORENSE.	47
FIGURA. 1.12. PLANIMETRÍA.	48
FIGURA.1.13. COLECCIÓN DE INDICIOS.	48
FIGURA. 1.14. EMBALAJE DE INDICIOS.	49
FIGURA. 1.15. ETIQUETADO DE LOS INDICIOS.	50
FIGURA.1.16. LABORATORIO DE CRIMINALÍSTICA.	51
FIGURA. 2.1. HOMICIDIO SANGRIENTO.	55
FIGURA. 2.2. RASTREO DE INDICIOS.	56
FIGURA. 2.3. LA ESCENA DEL CRIMEN.	56
FIGURAS.2.4. Y 2.5. MANCHA POR PROYECCIÓN Y MANCHA POR ESCURRIMIENTO.	58
FIGURAS.2.6. Y 2.7. MANCHA DE CONTACTO Y MANCHA DE IMPREGNACIÓN.	58
FIGURA.2.8.MANCHA POR GOTEO.	58
FIGURA.2.9. EMBALAJE DE LOS INDICIOS SANGUÍNEOS.	60
FIGURA. 2.10. DISOCIACIÓN DEL PERÓXIDO.	61
FIGURA. 2.11. REACCIÓN DE LA BENCIDINA.	62
FIGURA. 2.12. PRUEBA DE LA BENCIDINA.	63
FIGURA. 2.13. REACCIÓN DE ADLER.	63
FIGURA.2.14.FENOLFTALEÍNA POSITIVA.	64
FIGURA. 2.15. REACCIÓN DE LA LEUCO MALAQUITA VERDE.	64
FIGURA. 2.16. MALAQUITA VERDE POSITIVA.	65
FIGURA 2.17. LUMINOL.	67
FIGURA. 2.18. RASTREO HEMÁTICO LUMINOL.	68
FIGURA. 2.19. CRISTALES DE HEMINA.	69
FIGURA.2.20. TAKAYAMA POSITIVO.	70
FIGURA. 2.21. PRECIPITINAS POSITIVA.	72
FIGURA 2.22. PREPARACIÓN DE PLACAS PARA INMUNOELECTROFORESIS CRUZADA.	74
FIGURA.2.23. DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO.	77
FIGURA. 2.24. ABSORCIÓN- ELUCIÓN.	81
FIGURA. 3.1. ESPERMATOZOIDE.	87

---

---

FIGURA. 3.2. MANCHA DE SEMEN.	88
FIGURA. 3.3. RECOLECCIÓN DE INDICIOS DE SEMEN.	89
FIGURA. 3.4. FLUORESCENCIA DEL SEMEN EN UV.	90
FIGURA. 3.5. FOSFATASA ÁCIDA POSITIVA.	92
FIGURA 3.6. REACCIÓN DE LA FOSFATASA.	93
FIGURA. 3.7. FOSFATASA ÁCIDA MODIFICADA.	95
FIGURA. 3.8. OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE ESPERMATOZOIDES.	97
FIGURA. 3.9. TINCIÓN GRAM DE SEMEN.	99
FIGURA. 3.10. TINCIÓN AZUL DE METILENO DE SEMEN.	100
FIGURA.4.1. LA BALÍSTICA.	107
FIGURA.4.2. DEFLAGRACIÓN.	108
FIGURA.4.3. BALÍSTICA EXTERIOR.	108
FIGURA.4.4. BALÍSTICA DE EFECTOS.	109
FIGURA.4.5. CARTUCHO.	110
FIGURA.4.6. CARTUCHOS DEPORTIVOS.	110
FIGURA.4.7. CARTUCHOS WILDCAT.	111
FIGURA.4.8. CARTUCHOS DUM-DUM.	112
FIGURA.4.9. CARTUCHO DE FUEGO ANULAR.	113
FIGURA.4.10. ANÁLISIS BALÍSTICO.	114
FIGURA.4.11. LABORATORIO DE BALÍSTICA.	115
FIGURA.4.12. EMBALAJE DE ARMAS CORTAS.	116
FIGURA.4.13. EMBALAJE DE PROYECTILES.	117
FIGURA.4.14. EMBALAJE DE CASQUILLOS.	117
FIGURA.4.15. MICROSCOPIO DE COMPARACIÓN BALÍSTICA.	121
FIGURA.4.16. COMPARACIÓN BALÍSTICA.	121
FIGURA.4.17. COTEJO DE PROYECTILES.	123
FIGURA.4.18. PROYECTIL EN EL ESPACIO.	126
FIGURA.4.19. HERIDA POR ARMA DE FUEGO.	128
FIGURA.4.20. TATUAJE DEL FULMINANTE (ESPALDA).	129
FIGURA.4.21. GOLPE DE MINA.	130
FIGURA.4.22. SIGNO DE BENASSI.	130
FIGURA.4.23. DISPARO A BOCA JARRO.	131
FIGURA.4.24. DISPARO A QUEMARROPA.	131
FIGURA.4.25. DISPARO A CORTA DISTANCIA.	132
FIGURA.4.26. DISPARO A LARGA DISTANCIA.	134
FIGURA. 4.27. REACCIÓN DE WALKER.	139
FIGURA. 4.28. PREPARACIÓN DEL PAPEL FOTOGRÁFICO.	140
FIGURA.4.29. REALIZACIÓN DE LA PRUEBA DE WALKER.	140
FIGURA.4.30. WALKER POSITIVA.	142
FIGURA. 4.31. REACCIÓN DE RODIZONATO DE SODIO.	142
FIGURA. 4.32. TOMA DE MUESTRA PARA RODIZONATO DE SODIO.	143
FIGURA. 4.33. MONTAJE Y RESULTADO DE LA PRUEBA DE RODIZONATO DE SODIO.	144
FIGURA.5.1 DROGAS.	148

---

---

FIGURA.5.2.DROGAS SINTÉTICAS.	149
FIGURA.5.3. PLOVO BLANCO PRESUNTAMENTE COCAINA.	153
FIGURA.5.4. CLORHIDRATO DE COCAÍNA.	154
FIGURA. 5.5. DERIVADOS DE LA COCAÍNA.	155
FIGURA.5.6. MARIHUANA.	155
FIGURA.5.7. BARBITÚRICOS.	158
FIGURAS.5.8 Y 5.9. CROMATÓGRAFO DE GASES Y ESPECTROFOTÓMETRO U.V VIS.	160
FIGURA.5.10. MUESTRAS BIOLÓGICAS.	163
FIGURA.5.11. REACCIÓN DE TIOCIANATO DE COBALTO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE CAÍNAS.	166
FIGURA.5.12. REACCIÓN DE BOUCHARDAT PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ALCALOIDES.	166
FIGURA.5.13. REACCIONES DE COLOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE COCAÍNA.	167
FIGURA.5.14. OBSERVACIÓN DE TRICOMAS.	167
FIGURAS.5.15 Y 5.16. REACCIÓN DE DUQUENOIS Y AZUL RÁPIDO PARA LA IDENTIFICACIÓN DE THC.	169
FIGURA.5.17. OPIO.	170
FIGURA.5.18. ESPECTRO DE ABSORCIÓN INFRARROJA.	174
FIGURA.5.19. VENENO.	176
FIGURA.5.20. MUERTE POR ENVENENAMIENTO.	179
FIGURA.5.21. HÍGADO INFECTADO.	180
FIGURA.5.22.PLAGUICIDAS.	188
FIGURA.6.1. DICTAMEN DE IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS DE DROGAS DE ABUSO.	205
FIGURA.6.2. DICTAMEN DE IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DROGAS DE ABUSO.	206
FIGURA.6.3. DICTAMEN DE IDENTIFICACIÓN DE DROGAS DE ABUSO.	207
FIGURA.6.4. DICTAMEN DE IDENTIFICACIÓN Y ANÁLISIS DE RESIDUOS DE ARMA DE FUEGO.	208

---

---

## PRÓLOGO

En el presente trabajo se llevó cabo la búsqueda, así como la recopilación e investigación, para la elaboración de un manual que permita conocer el papel que juega el químico así como los profesionistas de las áreas afines a la salud en las ciencias forenses específicamente la criminalística.

Dicha recopilación se realizó en las instalaciones de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal y en el Instituto Nacional de Ciencias Penales, el cual es una dependencia de la Procuraduría General de la República, durante el periodo comprendido entre marzo de 2009 a marzo del 2010.

Una vez recabada la información, se procedió a redactar y a seleccionar el material, así como la realización de algunas de las técnicas para la corroboración de las mismas, de tal manera que nos permiten asegurar la información y así proporcionar algunos de los métodos más relevantes utilizados en las ciencias forenses en el área de criminalística, balística, hematología y química legal.

Hoy en día, cuando los altos índices de criminalidad y una mayor violencia ejercida en la comisión de los delitos exigen, por doquier, nuevas y más efectivas estrategias para combatir tan graves problemas sociales, el avance de la ciencia, en general, y de la criminalística, en particular, proporcionan múltiples recursos que deben aprovecharse al máximo para su rendimiento.

Así pues, sirvan las páginas aquí reunidas como una visión panorámica para quienes ya son criminalistas profesionales o aspiran a serlo, esperando que su contenido responda cabalmente a la importancia de la temática desarrollada y, de ser posible, estimule un serio interés por profundizar en esta apasionante disciplina que, sin duda, cada día se convierte más en la esperanza de los inocentes y en justificado temor para cuantos sean culpables.

ATTE. DANIEL IVAN GUERRERO MARTÍNEZ.

---

---

## JUSTIFICACIÓN.

Ante la necesidad del esclarecimiento de la verdad en los presuntos hechos delictuosos, nace la inquietud de aprender el proceso por el cual se ejerce la justicia en México.

Los auxiliares de justicia, tales como el ministerio público, la policía investigadora y los servicios periciales, son organismos que ayudan a descubrir si el probable hecho delictuoso tiene relación o no con los indicios encontrados en la escena del crimen y de esta manera coadyuvar a la resolución del caso.

El papel de los servicios periciales, especialmente los peritos, es muy importante, ya que dicho departamento establece el origen de los indicios que pueden ser biológicos, físicos y orgánicos y donde los peritos químicos, balísticos juegan un rol fundamental en el estudio y confirmación del análisis de los indicios. De esta manera, dichas figuras relacionadas con profesionistas afines a las áreas de salud, deben tener el conocimiento de las técnicas y equipos que se utilizan en el laboratorio de criminalística.

De ahí el interés generado para elaborar el presente manual, para que de esta manera se permita dar a conocer a los futuros y a los actuales profesionistas relacionados y afines al área de la salud, métodos y técnicas que permitan el desarrollo profesional en el campo de las ciencias forenses y sus ramas como la criminalística, balística, hematología y química legal.



---

---

## INTRODUCCIÓN

La multiplicidad de requerimientos periciales que recibimos a diario quienes nos dedicamos a la Toxicología y Química Legal, resulta casi imposible de enumerar no sólo por la cantidad sino, y fundamentalmente, por la diversidad de los mismos. Ello hace que este tipo de Laboratorio deba tener una estructura compleja tanto en lo administrativo como en lo científico.

Nada puede ser subestimado, el ilícito comienza en “EL LUGAR DEL HECHO”, y desde ese momento la tarea de los expertos resulta fundamental. Una mala inspección ocular, una mala recolección de muestras, la contaminación del “cuerpo del delito” tanto en el momento de recogerlo como en el traslado, el ingreso a la “escena del crimen” sin los resguardos legales correspondientes, transforman en inútiles todas las tareas y estudios de laboratorio que podamos efectuar posteriormente. Si se invalida la prueba o no hay cuerpo del delito, el culpable puede quedar impune. La tarea del Laboratorio de Química Legal es sistemática y ordenada, desde el ingreso administrativo del requerimiento hasta la firma final del informe, cada paso es realizado con estricto rigor profesional; la descripción del material sub-examen, su cotejo con lo descrito en el acta de secuestro, en el oficio judicial o en el pedido de la sala de autopsias; la extracción del analito, su identificación mediante diferentes técnicas, su cuantificación; la elaboración del informe en el que todos los resultados consignados sean coherentes y lleven a una única conclusión.

### ANTECEDENTES HISTÓRICOS

La conformación de los Servicios Periciales dependientes de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal se remonta hacia el año de 1929, cuando en la Ley Orgánica del Ministerio Público, elaborada durante la gestión del Procurador Licenciado José Aguilar y Maya, se señala en su Capítulo V, artículo 33, que la Procuraduría General de Justicia contará con un Laboratorio Científico de Investigaciones compuesto de las siguientes secciones: Dactiloscópica, Criptográfica, Balística, Caligrafía, Bioquímica y Médico Forense, correspondiendo a dicho laboratorio la investigación técnico-policíaca de los delitos.

Esta ley se encuentra inmersa en la reforma jurídica llevada a cabo durante el periodo presidencial del Licenciado Emilio Portes Gil, observándose hasta entonces una real concordancia entre dicha ley y los artículos 21 y 102 consagrados en la Constitución de 1917.

La intervención pericial de la Procuraduría se complementaba con la solicitud de dictámenes a la Oficina de Peritajes adscrita a la Oficina de Licencias e Inspección, dependiente del Departamento del Distrito Federal. Dicha Oficina de Peritajes es anexada a principios del año 1933 a la Procuraduría General de Justicia del Distrito y Territorios Federales. Ya en el Presupuesto de Egresos vigente, se señalaba el siguiente personal: Un Inspector de Primera, Jefe del Servicio, un

---

---

oficial Tercero, dos peritos en balística, dos Inspectores, auxiliares de los peritos ingenieros, tres Inspectores de 3ª, peritos contadores y valuadores, tres peritos calígrafos, tres Inspectores interventores y auxiliares de los peritos contadores.

Dada la demanda de servicios y el limitado personal que autorizaba el presupuesto, se imponía la necesidad de ocupar eventualmente los servicios de empleados de otras oficinas y de expertos particulares, a quienes se les remuneraba bajo tarifa oficial y con cargo a una partida que para tales efectos existía. Las solicitudes para expertos y peritos que con más frecuencia se recibían, en orden de importancia, eran las siguientes: Calígrafos, Contadores, Ingenieros, Joyeros, Balísticos, Químicos, Mecánicos, Electricistas, Valuadores, Traductores e Intérpretes, Tipógrafos e Impresores, Pintores y Peritos en Incendios, entre otros. Hacia el año de 1939, la Oficina de Peritos, que con el Laboratorio, la Sección Dactiloscópica y la fotográfica, integran el Laboratorio Científico de Investigaciones, formuló su propio reglamento interno, en el cual se definen las correspondientes jurisdicciones de cada uno de sus servicios, al mismo tiempo que se establecen la cantidad y la calidad de los peritos que en ella actúan con especificación de sus obligaciones, según la especialidad que desempeñan.

La nueva Ley Orgánica del Ministerio Público, en su Título Quinto señala la existencia de un Departamento de Servicios Periciales, mismo que se compondría de las siguientes secciones: Laboratorio de Criminalística y Casillero Judicial, Dactiloscópico y Descriptivo, Psicometría, Bioquímica, Ingeniería, Documentología, Idiomas, Balística, Valuación, Mecánica y Electricidad, Incendio, Tránsito de vehículos, Médico forense en el Sector Central y Agencias Investigadoras y las demás que sean necesarias.

De igual forma, en su Artículo 31 se señala que los Servicios Periciales se prestarán a pedimento de las autoridades judiciales penales del Distrito y Territorios Federales, del Ministerio Público en el Distrito y Territorios Federales y de la Policía Judicial del Distrito y Territorios Federales. Cabe mencionar que el Departamento de Servicios Periciales ha sido motivo de constantes mejoras, en la medida que lo permitieron las posibilidades presupuestales, con el propósito de que en la investigación de los delitos se diera mayor intervención a la técnica y aportar a los tribunales los elementos que aseguraran la certeza en las decisiones.

#### QUÍMICA FORENSE: QUÍMICA ANALÍTICA APLICADA A LA CRIMINOLOGÍA

La ciencia forense se basa en la aplicación de los métodos científicos a los procesos de la materia que se involucran con un crimen. Existen muchas ramas de la ciencia forense debido a que las ciencias en general tienen alguna aplicación en los asuntos públicos y criminales. Algunas de sus principales áreas son las siguientes:

Química.

Biología.

---

Odontología.

Patología.

Entomología.

Psicología.

Antropología.

La Química Forense es otra alternativa a los muchos caminos que puede seguir un químico en el ámbito de la investigación, además de ser una buena opción a la hora de hacer aportes significativos a la sociedad, donde su actuar, junto con su alto nivel de conocimiento analítico y su capacidad de manejo instrumental, es de vital importancia para descifrar las evidencias y contribuir a la búsqueda de la verdad.

Uno de los principios fundamentales en los cuales se rige la Ciencia Forense y específicamente la Química Forense, se basa en la premisa de que cuando dos objetos entran en contacto, habrá un intercambio entre los dos. Es decir, “cada contacto deja un rastro”, frase que popularizó Edmund Locard, padre de la Criminalística moderna, provocando así un giro en la metodología investigativa. Es por esto que el químico forense rastrea este intercambio entre materiales y trae a la luz lo que es invisible a los ojos. Basándose en sus conocimientos y en las tecnologías desarrolladas, tiene la capacidad de rastrear sustancias o huellas que éstas dejan en una escena del crimen. El químico forense, por lo tanto, trabaja con sustancias no-biológicas, tales como pintura, vidrio o líquidos, trazas de pólvora provenientes de un disparo, todas las muestras que pueden ser muy bien analizadas mediante métodos analíticos apropiados.

Otro de los campos en que un químico forense puede desarrollarse es en Toxicología, donde principalmente trata con muestras biológicas, orina, pelo, sangre, semen, saliva o contenido gástrico, y así poder determinar, por ejemplo el nivel de alcohol o drogas que una persona ha consumido. Entender la evidencia requiere de herramientas provenientes de muchas disciplinas. Con el paso del tiempo, la Química Analítica ha adquirido una gran importancia en la investigación criminal, sobre todo a la hora de conocer la naturaleza intrínseca de cualquier sustancia o elemento y, más aún, cuando sirve para auxiliar en la investigación científica de los delitos.

Por lo tanto, los químicos forenses tienen tres tareas principales: primero, analizar las evidencias en el laboratorio, luego; se interpreta la información que se saca de ellas y por último, se puede llegar a defender lo encontrado, mediante la testificación del químico forense en un juicio.

---

## APLICACIONES

La Química Forense es aplicada en una gran variedad de técnicas, tanto cualitativas como cuantitativas, cuya principal finalidad es la búsqueda de respuestas provenientes de las diferentes evidencias que ayuden a la resolución de algún caso criminal.

Algunos de estos análisis se detallan a continuación:

### TEST DE DROGAS.

En la actualidad se busca presencia o ausencia de drogas, ya sea en polvos, líquidos, tabletas o cápsulas. Son pruebas cualitativas de laboratorio que se hacen uniendo un antígeno y su anticuerpo homólogo, para identificar y calificar el antígeno y anticuerpo específicos de una muestra; a éstos se les denomina inmunoensayos. El método consiste en el uso de una mezcla de anticuerpos selectivos para las distintas drogas (principios activos) y sus metabolitos, obteniendo un resultado con un alto grado de sensibilidad.

### DETECCIÓN DE MANCHAS DE SANGRE.

Todos los test usados en la detección de sangre se basan principalmente en la actividad de las enzimas peroxidasas presentes en la sangre, las cuales reaccionan con los agentes químicos causando un cambio de color. Algunas de las pruebas usadas son: el test de bencidina, de verde de leucomalaquita, fenolftaleína o tetrametilbencidina. Pero uno de los más famosos es el uso del Luminol, que se utiliza en química forense para detectar trazas de sangre

### ANÁLISIS DE MUESTRAS BIOLÓGICAS.

Las muestras biológicas usadas entregan información acerca de la presencia de algún tóxico en particular o de sus metabolitos en el organismo. Se debe tomar en cuenta los tiempos de vida media de los tóxicos, el volumen de distribución y su afinidad por los distintos tejidos. Las muestras principales en este tipo de análisis son la sangre, el plasma o el suero, ya que éstas distribuyen las sustancias por todo el cuerpo. En los casos de las intoxicaciones o muertes por envenenamiento, se eligen las muestras de contenido gástrico ya que pueden contener restos de comprimidos o líquidos que pueden orientar la investigación. En los órganos, como el riñón, el hígado y en la bilis, procedentes de las autopsias, se pueden encontrar grandes concentraciones de tóxicos, también en el tejido cerebral, el cual aporta información en la detección de sustancias psicoactivas que actúen en el sistema nervioso central. Para el caso en que se investigue el consumo reciente de drogas en individuos vivos, las muestras de orina son importantes, ya que en ella se excretan los principios activos y/o los metabolitos de la sustancia tóxica.

---

## PAPEL DE LAS TÉCNICAS ANALÍTICAS.

Hoy en día, el desarrollo de la analítica instrumental está fuertemente orientado a la investigación de campo, donde los científicos se han volcado a la implementación de “laboratorios móviles”, que se caracterizan por el uso de equipos portátiles útiles a la hora de trabajar con sustancias inestables, demasiado tóxicas como para llevarlas al laboratorio. Un ejemplo de este tipo de equipo es el Cromatografo de Gases portátil acoplado a Espectrómetro de Masas (GC-MS), donde se ha reducido el tamaño del equipo convencional de 114 kilogramos a uno de 28 kilogramos.

Sin la base química necesaria, muchas de las técnicas mencionadas no podrían ser aplicadas a las Ciencias Forenses; por lo tanto, es importante que el desarrollo de la Química Analítica siga avanzando y aportando a la investigación criminal.

En nuestro país, la introducción de la Reforma Procesal Penal al nuevo sistema de justicia, hace necesaria la formación de una policía científica o de instituciones forenses capaces de dar respuestas rápidas en la interpretación de las evidencias, capaces de crear nuevas técnicas analíticas apropiadas a nuestra realidad nacional y, sobre todo, capaces de generar profesionales dedicados ciento por ciento a la ciencia de la investigación criminal.

Si bien la Ciencia Forense, y en especial la Química Forense, en nuestro país aun es una ciencia incipiente entregada principalmente a las instituciones policíacas y al Servicio Médico Legal, es posible vislumbrar un futuro auspicioso de la investigación forense en las universidades, abriendo caminos a nuevos investigadores ansiosos por expandir los límites de la Química hacia una ciencia que es pilar fundamental de la criminología y un eslabón muy importante al momento de administrar justicia y buscar la verdad.

---

### **OBJETIVO GENERAL**

- Elaborar un manual para corroborar algunas técnicas de investigación en criminalística, utilizando los procedimientos científicos con que se cuentan en PGR y en la PGJ del Distrito Federal, así como en el SEMEFO, para tener un mayor enfoque de investigación y utilización pertinente ante las autoridades competentes en un marco legal y de justicia.

### **OBJETIVOS PARTICULARES**

- Conseguir que las carreras del área de las ciencias de la salud de la Universidad Nacional Autónoma de México y otras instituciones de educación superior a nivel nacional e internacional, tengan una metodología efectiva con respecto a la criminalística y, de esta manera, proporcionar las herramientas de trabajo necesarias para establecer un criterio para tomar decisiones frente a las investigaciones de carácter pericial.
- Proponer nuevas alternativas que generen inquietudes a nivel de docencia experimental y encaminar a los profesionistas del área de la salud a practicar las ciencias forenses como una alternativa más de investigación y campo laboral.
- Dar a conocer y analizar la importancia que tiene la criminalística en nuestro país y el papel que juega el profesionista de la salud en cuanto al análisis y ejecución de un dictamen pericial ante un organismo de justicia competente, como lo son la PGR, la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal y del Servicio Médico Forense del Distrito Federal.

---

ESTE TRABAJO SE REALIZÓ EN LA PROCURADURÍA GENERAL DE JUSTICIA DEL DISTRITO FEDERAL, SUBPROCURADURÍA DE ATENCIÓN A VÍCTIMAS DEL DELITO Y SERVICIOS A LA COMUNIDAD, DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS A LA COMUNIDAD.

COORDINACIÓN GENERAL DE SERVICIOS PERICIALES

AV.MÉXICO COYOACÁN #1635 COLONIA DEL VALLE SUR, MÉXICO DISTRITO FEDERAL



ASI COMO TAMBIEN EN EL INSTITUTO NACIONAL DE CIENCIAS PENALES, LABORATORIO DE CRIMINALISTICA

MAGISTERIO NACIONAL # 113 COL. TLALPAN, DELEGACION TLAPAN, MÉXICO DISTRITO FEDERAL



---

# CAPÍTULO 1. TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA



FIJACIÓN Y EMBALAJE DE INDICIOS, INACIPE 2010.



## 1.1. EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LA CRIMINALÍSTICA

La finalidad de hacer una introducción sobre el método científico aplicado a la Criminalística, es con el fin de recordar y reestructurar conocimientos para que se empleen mejor y más eficazmente en los objetivos particulares y específicos que tiene trazados la Criminalística general. Asimismo, este trabajo, lleva como propósito despertar la inquietud a los estudiosos y estudiantes de esta materia, a efecto de que profundicen aún más en sus investigaciones sobre su aplicación idónea para respetarla con el carácter de ciencia penal auxiliar en la investigación criminal. Las experiencias de años de trabajo, del estudio especializado y de la práctica en la investigación de hechos violentos, hacen comprender que uno de los factores de importancia que origina errores de juicio o de razonamiento de los elementos de prueba que técnicamente se aportaran en el desarrollo del procedimiento penal, es precisamente la carencia de conocimientos científicos y tecnológicos que acuciosamente brinda la Criminalística con todas sus disciplinas científicas, a fin de recoger, comprender y evaluar aspectos técnicos que se presentan en la comisión de hechos. (Asti, A, 1968)

La Criminalística, como ciencia penal auxiliar, no ha sido completamente integrada en los planes de estudio de algunas facultades y escuelas de derecho y medicina, con el fin de conocerla y apoyarse en sus conocimientos científicos, para que los profesionistas obtengan en acervo adecuado y encuentren la luz que buscan para tomar mejores decisiones de mayor fiabilidad y aceptable credibilidad en sus tareas profesionales. La Criminalística, cuyo objeto de estudio u objeto material, es el estudio técnicos de las evidencias materiales que se producen en la comisión de hechos presuntamente delictuosos, auxilia a cualquier rama del derecho general y en forma oficial o particular a cualquier institución del gobierno o empresa privada, ya que por ejemplo el derecho civil, laboral, mercantil, bancario, etc., podría surgir la necesidad científica de investigar cuestiones técnicas en probables fraudes, robos, falsificaciones de firmas o documentos, así como en otras maquinaciones o maniobras, donde esta ciencia con sus conocimientos podría dilucidar interrogantes que se presentarán en algún caso concreto, haya sido o no denunciado a las autoridades que les compete su investigación, con el objeto fundamental de conocer la forma de realización, los instrumentos u objetos utilizados para su ejecución y lograr la identificación del autor o autores y demás involucrados. (Asti, A, 1968)

La Criminalística como ciencia, cuenta con el objetivos perfectamente definidos, con principios científicamente establecidos y prácticamente comprobados, asimismo ha implementado metodología propia de acuerdo a sus actividades y utiliza el método científico para formular sus teorías, leyes o principios y para razonarlos deductivamente aplica las proposiciones del silogismo universal. (Asti, A, 1968)

### DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO CIENTÍFICO

El ser humano; de la observación se formula juicios, construyendo hipótesis de posibilidad que somete a un procedimiento inductivo-deductivo, para saber si son válidas. Un conjunto de hipótesis, forma una teoría. Un conjunto de teorías válidas, forma una ley. Finalmente un conjunto de leyes válidas, constituye una ciencia. Para llegar a la ciencia se recurre a la investigación profunda y sistemática, Esta sistematización se obtiene a través de una metodología. El método científico guía y ayuda a comprender cosas desconocidas por medio de la aplicación sistemática de sus pasos. Método, proviene del griego "*méthodos*" de meta = con, y "*odos*" = vía, y se define como "Marcha racional del espíritu para llegar al conocimiento de la verdad", etc.

Asimismo, el término “científico”, es un adjetivo calificativo relativo a la ciencia y también es un sustantivo que determina al o a lo que posee una ciencia, etc.



Figura 1.1. Criminalística. INACIPE, 2010.

La investigación se puede definir, como: “La serie de pasos que dan respuesta lógica a una pregunta específica”; en concreto la Criminalística es “una ciencia natural multidisciplinaria, que reúne conocimientos generales, sistemáticamente ordenados, verificables y fiables”. La Criminalística es natural y multidisciplinaria, porque sintetiza para los conocimientos propios de su área, a la Química, la Física y la Biología. Y porque se desglosa de ella, la Criminalística de campo, la Balística Forense, la Documentoscopía, los Explosivos e incendios, la Fotografía Forense, los Hechos de Tránsito terrestre, Los Sistemas de Identificación, Las Técnicas Forenses de Laboratorio y otras. Y mediante el estudio y aplicación de los conocimientos de estas disciplinas científicas, se han puesto en prácticas teorías, leyes o principios generales, aplicables ordenadamente que se pueden verificar o comprobar y como todo conocimiento de acuerdo con las nuevas formas de producción y descubrimiento de fenómenos, también es falible. (Bunge, M, 1972)

Por tanto, “ciencia” puede caracterizarse, como “Conocimiento racional, sistemático, exacto, verificable y por consiguiente falible”. El método que sigue la Criminalística para su investigación se llama científico y en su aplicación se cumple generalmente con la sucesión de cinco pasos fundamentales:

- La Observación
- El Problema
- La Hipótesis
- La Experimentación
- La Teoría, ley o principio

En la observación de hechos, fenómenos o cosas, se utilizan los cinco sentidos, a fin de obtener información indiciaria que sea útil para buscar la razón de lo que se inquiere.

La acción de la observación, se puede considerar como una información deliberada, sistemática y dirigida hacia un objeto firme y definido, encamina a dar el conocimiento de lo que se busca. La observación se aplica con métodos y apoyada por instrumental científico. (Bunge, M, 1972)



Figura 1.2. Observación del lugar de los hechos. INACIPE, 2010.

El planteamiento del problema, se circunscribe a interrogantes establecidas provenientes de los hechos, fenómenos o cosas observadas. El científico en su empeño por reconocer lo que observa, se formula varias preguntas encaminadas a plantear objetivamente el problema, por ejemplo:

- ¿Qué....sucedió?
- ¿Cómo .... sucedió el hecho?
- ¿Dónde ..... sucedió el hecho?
- ¿Cuándo ..... sucedió el hecho?
- ¿Con qué ..... sucedió el hecho?
- ¿Por qué..... sucedió el hecho? \*
- ¿Quién ..... realizó el hecho?

- \* De las siete interrogantes, la Criminalística sólo contesta seis de ellas en la investigación del hecho. Las respuestas se pueden encontrar en las hipótesis que se formulen con base en juicios condicionados, de las cuales sólo una será probada por medios experimentales. (Bunge, M, 1972)

La formulación de una hipótesis es una explicación condicional que trata de predecir el desarrollo del fenómeno o hecho ocurrido. Se estima que la hipótesis es la respuesta al problema y se pueden establecer tantas hipótesis como sean necesarias, pero una a una, con los procedimientos adecuados para llegar a la correcta explicación del fenómeno o hecho.

La hipótesis seleccionada tendrá que ser probada o reprobada por la experimentación y si no es válida se tendrá que desechar y formular una nueva, pero las hipótesis desechadas marcan el camino y suministran mejores conocimientos para llegar a la conveniente.

La experimentación es el medio de reproducir o provocar deliberadamente los hechos o fenómenos cuantas veces sea necesario, a fin de observarlos, comprenderlos y coordinarlos con las experiencias y con las hipótesis establecidas. Las buenas conclusiones científicas en la experimentación, nos dan el marco de validez y fiabilidad en la comprobación para determinar teorías, leyes o principios. (Moreno, L, 1974)

La teoría, ley o principio, es el resultado final y de probable aplicación universal, producto de experimentaciones repetidas, positivas y generales en el estudio de hechos, fenómenos o cosas. Las teorías aceptadas como válidas pueden formar una ley o principio general, el cual se aplica en la ciencia en estudio y además las leyes o principios nos sirven como base para nuevas investigaciones, aunque no se aceptan completamente infalibles, ya que nuevos fenómenos o hechos y nuevos elementos para producirlos, pueden provocar el bloqueo y cambio de una ley previamente establecida y modificar o dar nacimiento a otra.

Por tal virtud, los pasos del método científico se siguen en el orden sistemático que convenga. Representan un camino por el cual un investigador obtiene nuevos conocimientos o los amplía y de cualquier forma que esté sistemáticamente estructurado, el método científico es: "El conjunto de normas de la ciencia, que se sigue para encontrar la verdad de las cosas que se inquieren". (Moreno, L, 1974)

## **1.2 EL MÉTODO CIENTÍFICO EN LA CRIMINALÍSTICA GENERAL**

De esta manera, se puede señalar que el objetivo material u objeto de estudio de la Criminalística general, es precisamente el estudio de las evidencias físicas que se utilizan y se producen en la comisión de hechos presuntamente delictuosos, aplicando tecnología y metodología científica, con el establecimiento de verdades generales y particulares, donde los indicios producidos y los objetos e instrumentos utilizados, son identificados, estudiados y explicados para conocer su relación y sus manifestaciones, así como para determinar las formas y mecanismos realizados e identificar a las víctimas en su caso y a los presuntos autores y demás involucrados, a fin de conocer físicamente la verdad del hecho o fenómeno investigado. Sin olvidar que cada una de las disciplinas científicas de la Criminalística general, también con base en el estudio científico de las evidencias materiales, tienen definidos sus objetivos particulares y específicos que se satisfacen con conocimientos, metodología y tecnología adecuadas. (Moreno, L, 1974)

Ahora bien, para introducirse más profundamente en la temática de la metodología que aplica la Criminalística, haciendo un resumen, el doctor Moreno González explica que: “La Criminalística, como ciencia especulativa, aplica el método inductivo para llegar a la formulación de sus leyes o principios, mediante el cual de varias verdades particulares se llega al conocimiento de una verdad general. Asimismo, define que, la Criminalística como ciencia aplicada, emplea las leyes y principios formulados como ciencia especulativa, a la solución de casos con el cual se llega del conocimiento de una verdad general al conocimiento de una verdad particular. Y agrega que, sin embargo, es conveniente aclarar que la experimentación no es posible en todos los casos Criminalísticos que se investigan, por lo que con cierta frecuencia el experto tendrá que limitarse a realizar una demostración científica no experimental”. (Moreno, L, 1974)

Para no despertar confusión se explicará que la Criminalística como ciencia especulativa es la Criminalística teórica, y la Criminalística como ciencia aplicada especulativa es la Criminalística práctica, es decir, que la Criminalística aplicada pone en práctica la teoría de la Criminalística especulativa. Por otra parte, La Criminalística general aplica la metodología conveniente, con el apoyo de siete principios científicamente estructurados, práctica y realmente comprobados que son:

Principio de Uso

Principio de Producción

Principio de intercambio

Principio de correspondencia de características

Principio de reconstrucción de hechos o fenómenos

Principio de Probabilidad y

Principio de certeza

Principios acuciosamente establecidos y que en temas subsiguientes se tratarán de explicar y relacionarlos con ejemplos verídicos. (Moreno, L, 1974)

**PRINCIPIO DE USO.-** En los hechos que se cometen o realizan, siempre se utilizan agentes mecánicos, químicos, físicos o biológicos.

**PRINCIPIO DE PRODUCCIÓN.-** En la utilización de agentes mecánicos, químicos, físicos o biológicos, para la comisión de los hechos presuntamente delictuosos, siempre se producen indicios o evidencias materiales en gran variedad morfológica y estructural y representan elementos reconstructores e identificadores.

**PRINCIPIO DE INTERCAMBIO.-** Al consumarse el hecho y de acuerdo con las características de su mecanismo se origina un intercambio de indicios entre el autor, la víctima y el lugar de los hechos o en su caso entre el autor y el lugar de los hechos.

**PRINCIPIO DE CORRESPONDENCIA DE CARACTERÍSTICAS.-** Basado en un principio universal establecido Criminalísticamente: “La acción dinámica de los agentes mecánicos vulnerantes sobre determinados cuerpos dejan impresos sus características, reproduciendo la figura de su cara que impacta”. Fenómeno que da la base científica para realizar estudios micro y macro comparativos de elementos problema y elementos testigo, con objeto de identificar al agente de producción.

**PRINCIPIO DE RECONSTRUCCIÓN DE HECHOS O FENÓMENOS.-** El estudio de todas las evidencias materiales asociadas al hecho, darán las bases y los elementos para conocer el desarrollo de los fenómenos de un caso concreto y reconstruir el mecanismo del hecho o fenómeno, para acercarse a conocer la verdad del hecho investigado.

**PRINCIPIO DE PROBABILIDAD.-** La reconstrucción de los fenómenos y ciertos hechos que nos acerquen al conocimiento de la verdad, pueden ser con un bajo, mediano o alto grado de probabilidad o simplemente sin ninguna probabilidad. Pero nunca se podrá decir: “esto sucedió exactamente así”.

**PRINCIPIO DE CERTEZA.-** Y las identificaciones cualitativas, cuantitativas y comparativas de la mayoría de los agentes vulnerantes que se utilizan e indicios que se producen en la comisión de hechos, se logran con la utilización de metodología, tecnología y procedimientos adecuados, que dan la certeza de su existencia y de su procedencia. No obstante, si el Criminalista o Policiólogo no es muy experimentado, debe opinar o decidir con probabilidades.

Cuando la experimentación no es posible en todos los casos criminalísticos, se debe aclarar que en la reconstrucción de algunos fenómenos del caso concreto y particular que se investiga, no se puede experimentar para reproducirlos o provocarlos, pero para el estudio de otros fenómenos del mismo caso, si se puede experimentar satisfactoriamente, lo primero se presenta por ejemplo, en las investigaciones que realiza la Criminalística de campo y Hechos de Tránsito Terrestre, donde de acuerdo con la imposibilidad de poder repetir un homicidio o una colisión de vehículos completamente con todos sus fenómenos, se realizan investigaciones cuasi experimentales, pero que tienen validez científica si se les sabe fundar eficientemente con otros conocimientos técnicos, bibliografía y experiencias análogas, a fin de verificar y decidir sobre los citados fenómenos desarrollados en el caso concreto. Es decir, algunos casos que son investigados por estas dos disciplinas como ejemplo, se recurre al estudio de algunos de sus fenómenos, a la experimentación y para el estudio de otros, se recurre a la casi-experimentación. Recordando que un caso concreto consta de una variedad de fenómenos que se debe estudiar y ordenar cronológica y sistemáticamente. (Moreno, L, 1974)

En relación con los siete principios que se mencionan, se considera que aparte de hacer válido el método que aplica la Criminalística, coadyuvan para sustentarla como ciencia, es decir, la Criminalística, se apoya en estos siete principios con objeto de realizar su aplicación con metodología científica en la investigación de hechos presuntamente delictuosos y además recuérdese que cuenta con metodología propia para el desarrollo técnico de sus actividades y también cuenta con conocimientos generales sistemáticamente ordenados. Y con todo ello cumple con sus objetivos que se le encomienda. (Pardinas, F, 1973)

Pero faltan más preceptos científicos que exponer, ya que lo que se ha explicado tan sólo es el inicio de una cantidad casi interminable de elementos de importancia que se deben conocer para que los estudiosos, estudiantes e investigadores salgan de la vaguedad e incertidumbre sobre la situación de la ciencia Criminalística de México.



En relación con los siete principios que se tratan, y que sólo cuatro de ellos han sido explicados por los estudiosos, surge una valiosa interrogante referente al sexto principio, ¿realmente todos los resultados de la aplicación científica de la Criminalística son completamente de probabilidad? Se ha comprobado que también se dan resultados de acierto exacto en el estudio de las evidencias materiales y en tal caso, el sexto principio se consideraría alternativamente como de probabilidad o certeza, pero las normas de filosofía no permiten esta alternativa y en tal virtud, también manejamos el séptimo principio: el de certeza. (Pardinas, F, 1973)

La individualidad de características de algunos agentes vulnerantes, principalmente mecánicos y de algunas partes del cuerpo humano, que se utilizan en la comisión de hechos, específicamente poseen particularidades de forma que los hacen únicos y diferentes a sus similares, constatándose esto con el estudio de los efectos que producen sobre determinados soportes. Por tal virtud, se ha llegado a teorizar acertadamente que en Criminalística, cuando se utilizan algunos objetos e instrumentos o algunas partes del cuerpo humano para realizar hechos, imprimen y reproducen la forma o figura de su superficie que tiene contacto contra otro cuerpo, manifestándose objetivamente su individualidad de características, que va a ser de invaluable utilidad para realizar estudios científicos comparativos e identificar a los agentes de producción. (Pardinas, F, 1973)

Por ejemplo, la individualidad de características se presenta, en los siguientes casos: en impresiones de huellas de casquillos y balas por disparo de arma de fuego, en impresiones de huellas dactilares, palmares o plantares latentes, negativas o positivas, en impresiones de calzado sobre superficies blandas, en impresiones labiales coloreadas, en impresiones mecanografiadas, etc. La individualidad de características de los agentes que producen estas impresiones y su estudio acucioso comparativo, dan la base científica para la determinación del séptimo principio: el de certeza. Principio coadyuvante también, para hacer válido el método científico que aplica la Criminalística general. (Pardinas, F, 1973)

En tal virtud, perfectamente ordenados y sistematizados, se aplican los métodos científicos inductivo y deductivo en los lugares de hechos, en el laboratorio y en otras secciones de la Criminalística general, donde se estudian un sinnúmero de indicios, producto de la comisión de hechos, con objeto de determinar entre otros factores, su origen, su composición de hechos, con objeto de determinar entre otros factores, su origen, su composición, su morfología, su asociación al hecho y su forma de producción y así formar un marco de confiabilidad y veracidad para dar solución científica a los casos concretos que se investigan. (Pardinas, F, 1973)

También se debe señalar, que los expertos en las diferentes ramas de la Criminalística, de acuerdo con las necesidades científicas y trabajos por realizar dentro de su área de investigación, deben aplicar la metodología sistemática y convenientemente estructurada con base en su experiencia y en su tecnología, así como de acuerdo con la problemática que se plantea y que se va a resolver. Como se ha apuntado, la Criminalística general está constituida de las siguientes disciplinas científicas, y a su vez, cada una de ellas está integrada por ramas, sistemas y técnicas de estudio:

1. Criminalística de campo.
2. Balística forense.
3. Documentoscopia.
4. Explosivos e incendios.
5. Fotografía forense.
6. Sistemas de identificación.

## 7. Técnicas forenses de laboratorio (Química, Física y Biología).

Una de las disciplinas científicas de la Criminalística general, en que se basa la fuente de información indiciaria y que se estima de vital importancia es la Criminalística de campo, carente de métodos objetivamente definidos e idóneamente explicados para cumplir eficazmente con su objetivos particular y específico y habiendo observado esto durante muchos años de actividades teórico-prácticas en el campo de los hechos, sustentado por el método científico, conocimientos técnicos y la experiencia, así como con el uso de términos comprensibles, se explicará la aplicación de algunas técnicas metodológicas y el uso de los métodos inductivo y deductivo, con el fin de solucionar este antiguo problema. (Pardinas, F, 1973)

### 1.3 LA CRIMINALÍSTICA DE CAMPO Y SU MÉTODO

Cuando se inicia y se realizan las investigaciones en un escenario del crimen, se deben sistematizar conocimientos científicos con objeto de aplicarlos en la localización, identificación y registro de todas las evidencias físicas que se utilizan y producen en la comisión de hechos. Para tal objeto y para evitar errores, se recomienda aplicar las siguientes técnicas metodológicas para la observación y registro del lugar de los hechos. Dicha metodología para la investigación Criminalística consta de los siguientes pasos:

Protección del lugar

Observación del lugar

Fijación del lugar

Colección de indicios

Suministro de indicios al laboratorio

Con esta metodología de investigación, se resuelve la problemática existente para la realización de una inspección pericial, ministerial o policial, en forma completa y fehaciente del lugar de los hechos, donde la protección se efectúa con la aplicación de las reglas adecuadas, observación, fijación y colección de indicios, se realizan aplicando las técnicas metodológicas específicas y el suministro de indicios al laboratorio a las diversas secciones de Criminalística, se satisface con las normas establecidas para estas actividades. Es decir, se practica un método preciso, eficaz y confiable en la investigación científica del escenario del hecho.(Selltiz, C, 1973)

Pero para resolver la problemática relativa a las interrogantes que se presentan durante la investigación del hecho en el sitio del suceso, cuyos fenómenos formas y mecanismo deben ser meticulosamente comprendidos y científicamente explicados, bajo la responsabilidad de los expertos y cuyos razonamientos deductivos y decisiones van a constituir un elemento de prueba para dar a conocer todos los pormenores que lleven al conocimiento de la verdad, se debe aplicar respectivamente los métodos inductivo y deductivo, para determinar principios y procesarlos para verificar su tipificación deductiva y ordenarlos cronológicamente y sistemáticamente, a efecto de conocer precisamente todos los fenómenos desarrollados en el caso concreto investigado. (Selltiz, C, 1973)



### 1.3.1 EL MÉTODO INDUCTIVO

Consta de tres pasos fundamentales, que son: observación, hipótesis y experimentación; con el método inductivo que nace del científico, el cual se aplica al estudio de las evidencias materiales que se registran en el lugar de los hechos, de varias verdades particulares vamos a llegar al conocimiento de una verdad general, a fin de formular teorías, leyes o principios científicos. Eli de Gortari explica que “una vez establecida la ley científica, expresa una relación necesaria que se cumple en ciertas condiciones y cuyos efectos se manifiestan, en acciones determinadas que se producen en los procesos. Sólo que dichos efectos dependen de las condiciones específicas en que se encuentran los procesos en cada caso concreto. (Selltiz, C, 1973)

Además, dice que “Las leyes científicas no determinan los procesos, sino que constituyen las pautas de su determinación. Esto es, que la ley científica no expresa lo que ocurrirá en cierto proceso, sino lo que sucederá cuando cumplan tales y cuales condiciones. En este sentido, las leyes científicas desempeñan la función de predecir lo desconocido con base en lo conocido. Por tal virtud, siguiendo los lineamientos científicos y apoyados con conocimientos en Medicina Forense, se darán ejemplos de la formulación de principios científicos siguiendo los pasos del método y con base en el conocimiento de problemas planteados en la investigación Criminalística de campo, disciplina científica a la que le compete explicar los fenómenos desarrollados en maniobras, formas y mecanismo de hechos presupuestamente delictuosos en el lugar de los hechos. Ejemplo: En un caso concreto, en el escenario del suceso, siguiendo los pasos metodológicos para su observación, dentro de múltiples indicios que se registran, se identifica e investiga científicamente como el ejemplo siguiente:

- 1) En el cuello de una persona se observa una huella en forma de surco, con característica escoriativas, poco profunda, completa, baja y uniforme de 10 mm. De ancho. Además, se aprecia un lazo de ixtle de 1.5 mm. De longitud, por 10 mm. De grosor, con bastantes fibras del mismo material salientes en toda su longitud, situado sobre el piso a 90 cm. Al oriente de la cabeza de la víctima. Por otra parte, también apreciamos un paliacate rojo (pañuelo para hombre), de algodón, semienroscado, de 35 X 35 cm, estampado en rojo y negro, situado a 25 cm al norte de la mano derecha de la propia víctima. Hechas las descripciones, se pasa al siguiente paso metodológico.
- 2) Planteado y descrito el problema, en relación específica a la huella del surco localizada alrededor del cuello de la víctima, surge la pregunta qué la produjo, ¿el lazo de ixtle o el paliacate rojo? Se efectuaron exámenes macroscópicos del plano comprimido y de los agentes probablemente vulnerantes, estableciéndose la hipótesis de que por sus condiciones y características que presentaban, había sido el lazo de ixtle el utilizado como agente constrictor y el que había impreso la huella en forma de surco alrededor del cuello de la víctima. Afirmación hipotética condicional, hasta estos momentos.
- 3) Para probar o reprobado tal hipótesis, se experimenta con lo siguiente:
  - Se verificaron con lentes de aumento las características morfológicas del lazo de ixtle y del plano comprimido.
  - Se midió el grosor del agente constrictor, anchura de la huella del surco y las longitudes de ambos, aunque las longitudes resultaron variables, pero no así el grosor y la anchura respectivamente.

- Se sobrepuso al cuello de la víctima para constatar la correspondencia de forma y característica entre uno y otro. (Selltiz, C, 1973)

En conclusión, se realizan demostraciones cuasi-experimentales, por medio de mediciones, comparaciones morfológicas y reconstrucciones. Y en apoyo a esta demostración se recurrió científicamente a lo siguiente:

- a) Conocimientos científicos adquiridos de otros fenómenos con características análogas, con verdades particulares.
- b) Hechos con fenómenos análogos registrados en la bibliografía relativa, con verdades particulares.
- c) Experiencias acumuladas y casuística, con verdades particulares.
- d) Resultados de la necropsopia, con verdades particulares.

La experiencia, es fundamental en el perito, la que incluye que este tipo de agentes está comprendido en el grupo de agentes mecánicos constrictores, que son utilizados frecuentemente para la comprensión del cuello de las víctimas, reproduciendo su forma y características particulares de acuerdo con las condiciones que presentan. Por tal motivo, se estima que con el cumplimiento de todos los requisitos anteriormente explicados, se puede establecer satisfactoriamente la teoría resultante y conveniente que aprueba esta hipótesis, donde en un principio se procedió con demostraciones cuasi-experimentales comparativas y reconstructivas y donde se apoyó en conocimiento técnicos y en la experiencia, así como en bibliografía que registra fenómenos análogos y en los casos análogos visto en la práctica. (Selltiz, C, 1973)

- 4) Como resultado, aunando otras teorías establecidas en casos semejantes, se formula un principio que se manifiesta por la correspondencia de características, habiendo partido de una verdad particular hasta llegar al conocimiento de una verdad universal: “Los lazos de ixtle, usados como agentes constrictores para comprimir directamente cuellos de personas con vida, dejan impresa al exterior una huella en forma de surco, con características escoriativas, consistentes en desprendimiento de epidermis y dermis por fricción y con manifestaciones de infiltraciones hemáticas en tejidos. Otro ejemplo muestra más claramente la determinación de principios científicos en la Criminalística de campo. (Selltiz, C, 1973)

En otro lugar de los hechos, en el exterior de las caras del cuello de otra víctima, se observaron huellas escoriativas superficiales irregulares y huellas contusivas cutáneas, originadas por la compresión directa con los pulpejos y con las puntas de las uñas de los dedos de las manos (falangetas), en condiciones normales, ambas huellas reproducen la forma del agente que produce y manifiestan características muy particulares conocidas como estigmas ungueales y estigmas digitales equimóticos respectivamente.



Figura. 1.3. El método inductivo. INACIPE, 2010.

Siguiendo los mismos pasos del método inductivo y coordinado adecuada y sistemáticamente la información procedente del estudio científico del fenómeno descrito, se llegaría también a la formulación de un principio por correspondencia de características: “Las manos en condiciones normales, usadas como agentes constrictores para comprimir directamente cuellos de personas con vida, dejan impresos estigmas digitales equimóticos y estigmas , consistentes los primeros en pequeñas zonas contusivas y los segundos en pequeñas escoriaciones dermoepidérmicas irregulares con infiltraciones hemáticas en tejidos”.

En cada caso explicado, quedó establecido un principio formulado por medio de la implementación de una metodología científica, dando credibilidad a las decisiones de las investigaciones Criminalísticas. Ejemplos metodológicos sobre la formulación de estos principios científicos, de mil que se podrían determinar, pero lo importante es que todos los estudiosos de esta disciplina, cuenten con ejemplos claros para que ellos mismos durante las investigaciones Criminalísticas en el campo de los hechos, recopilen información auténtica para que formulen de manera inductiva sus principios y los coordinen idóneamente, a fin de razonarlos deductivamente y ordenarlos cronológica y sistemáticamente, y así, cumplir desde el punto de vista científico con el objetivo formal de la Criminalística general, “auxiliar con los resultados de la aplicación científica de sus conocimientos , técnicas y métodos, a los organismos que procuran y administran justicia”. (Selltiz, C, 1973)

Dichos ejemplos, también señalan en particular que las interrogantes o problemas que se suscitan en el desarrollo de hechos o fenómenos descubiertos y planteados por la Criminalística de campo, se pueden solucionar por investigadores expertos, con la utilización como guía, del método científico. Quedando claro que la responsabilidad de las decisiones del perito no competen en sí a la Criminalística como ciencia, sino a los expertos que deben conocerla y aplicarla estricta, profesional y honestamente. (Moreno, L, 1979)

### 1.3.2 EL MÉTODO DEDUCTIVO

Con lo apuntado en el tema anterior, queda indicado claramente el camino para entender la forma de razonamiento deductivo en la investigación Criminalística en el campo de los hechos. En estos casos, el método deductivo señala el camino para conocer de varios principios universales una verdad particular, con objeto de verificar si en las leyes o principios establecidos inductivamente, se enmarcan o se tipifican en los fenómenos producidos y observados en el hecho concreto que se investiga. (Selltiz, C, 1973)



Figura. 1.4. El método deductivo. INACIPE, 2010.

Actividad científica que se realiza sometiendo los principios universales a la forma lógica más común del razonamiento deductivo, mediante el manejo de varias premisas o proposiciones lógicas del silogismo, cuya conclusión verdadera deducimos de la primera por medio de la segunda. Por otra parte, ya comprobada y verificada la correspondencia, de los principios con los fenómenos del hecho observado, se tendrá que ordenarlos cronológica y sistemáticamente, a efecto de conocer y explicar científicamente todos los pasos del mecanismo, desde su inicio hasta su culminación. Para iniciar y concluir satisfactoriamente las explicaciones sobre el método deductivo, utilizado en la investigación Criminalística, recuérdese que no hay delincuente que a su paso por el lugar de los hechos, no deje tras de sí, alguna huella aprovechable y cuando no se recogen evidencias útiles en la investigación, la verdad es que no se ha sabido buscarlas, en virtud de que casi siempre en la comisión de hechos, se manifiesta un intercambio de indicios entre el autor, la víctima y el lugar de los hechos. (Selltiz, C, 1973)

### 1.4 TÉCNICAS O MÉTODOS DE INVESTIGACIÓN EN CRIMINALÍSTICA

Para el estudio y práctica, ya se indicó que la Criminalística general se divide en varias ramas, siendo indispensable la Criminalística con sus técnicas forenses de Laboratorio. En el presente trabajo primeramente se hará referencia a los métodos, técnicas y conocimientos fundamentales que se aplican en el Laboratorio y en el lugar de los hechos.

### 1.4.1 TÉCNICAS DE LA INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA EN EL LABORATORIO

Los trabajos científicos de la Criminalística en el laboratorio se realizan con el método general de las ciencias naturales, conocidos como el “método inductivo”, con sus tres pasos fundamentales: observación, hipótesis y experimentación.

Este método en el laboratorio se conoce como el de comprobación o experimentación y es con el que se van a efectuar las tareas científicas en el estudio, análisis y comparaciones de los indicios colectados en el campo de los hechos o suministrados por otros medios, de tal manera que los resultados puedan ser aprovechados e interpretados adecuadamente para conocer su intervención en el hecho que se investiga y mostrarlos como evidencias de la verdad, cuya evaluación de los resultados obtenidos la harán los órganos que tienen como misión la procuración y administración de justicia. Aunque en el laboratorio es recomendable aplicar “el método científico” con todos sus pasos sistematizados. Pero los expertos en Criminalística en la actualidad y de acuerdo con las necesidades científicas y trabajos realizados en sus diferentes disciplinas, aplican metodologías convenientes y sistemáticamente estructuradas con base en su experiencia y conocimientos y de acuerdo con la problemática que se va a resolver. Todo ello obedece al amplio campo de investigación criminal que abarca la ciencia en estudio. (Bennett, W, 1994)

Debe recordarse, antes de tratar lo relativo a la Criminalística de laboratorio, que es la Criminalística de campo la que suministra o alimenta de evidencias a las diversas secciones de la Criminalística general, fundamentalmente a la sección de Técnicas Forenses de Laboratorio (Química, Física y Biología), y para recordar se hará un esbozo primero de esta rama de vital importancia. (Moreno, L, 2003)

El perito en Criminalística de campo como unidad de apoyo del agente investigador del ministerio público, lo auxilia desde el momento en que dicho agente tiene conocimiento de un hecho por denuncia, acusación o querrela, dependiendo del caso de que se trate y de las características de la conducta realizada, puede dar intervención a dicho perito o a otros peritos de otras ramas de la Criminalística u otras especialidades periciales, cuya obligación es orientarlo y auxiliarlo técnica y científicamente sobre los hechos que se investigan, ya sea que se trate de un robo, un siniestro por explosión o incendio, un daño en propiedad o de muertes violentas homicidas, suicidas, accidentales o fortuitas, o muertes naturales, u otro tipo de hechos en que las investigaciones ministeriales deben ser completas y fehacientes y la presencia del perito es indispensable. La misión primordial del perito en el lugar de los hechos es examinar, registrar y verificar las evidencias materiales utilizadas y producidas en el hecho, reflexionándolas inductiva y deductivamente, otorgando los datos preliminares que desee saber el Ministerio Público a reserva de darle las decisiones finales y oficiales, suministrando los indicios colectados a las diferentes secciones del laboratorio, a fin de que sean tratadas por los expertos con fundamento en su experiencia y con la metodología y tecnología adecuadas, y con un resultado o decisión proporcionar pericialmente las pruebas materiales del hecho, por medio de dictámenes o informes, donde queda asentado todo el proceso técnico y metodológico de investigación y decisiones del perito. (Moreno, L, 2003)

#### 1.4.1.1 BALÍSTICA FORENSE

Con apoyo de la química forense se realiza la prueba de Walker para detectar la presencia de nitritos sobre ropas o telas, sustancias originadas en disparos cercanos o próximos relativos por armas de fuego y con base en las experimentaciones se puedan determinar las distancias entre la boca del arma y la superficie de contacto. Se realiza la prueba colorimétrica del Rodizonato de Sodio, para detectar elementos de bario y plomo en las manos de la persona que se supone disparó un arma de fuego. Se realiza también otra prueba colorimétrica de orientación, llamada de Harrison-Gilroy, para detectar elementos de bario, plomo y además antimonio, en las manos de la persona que se supone disparó un instrumento de fuego. Otra prueba de mucha importancia, es la de Lunge, que es útil para detectar derivados de la deflagración de la pólvora, sobre objetos o cosas que hayan estado cerca o al contacto en los momentos de la combustión y deflagración de la carga de pólvora. Dentro de la técnicas forenses aplicadas en la investigación Criminalística, están: la espectro-fotometría de absorción atómica y el análisis por activación de neutrones (Física nuclear), que entre múltiples usos que se les da, en balística son de utilidad para detectar elementos de metales y otras sustancias en las manos de la persona que se supone disparó un arma de fuego. En otro tema se hablará al respecto. También con exámenes microscópicos sobre el área circundante y en la luz del orificio de entrada producidos por disparo con arma de fuego en distancias muy cercanas, se localizan cuerpos completos e incombustos que determinan la forma y clase de pólvora. (James, S, 1999)



Figura. 1.5. Balística forense. INACIPE, 2010.

Por otra parte, con los microscopios de balísticas se realizan estudios microcomparativos de huellas de percusión, extracción, eyección, cierre de la recámara y rayado estrial, que imprime la acción del arma sobre cápsulas, casquillos y balas respectivamente, identificándose al arma que percutió y disparó dichos accesorios, si se cuenta con varias armas sujetas a investigación.



Se realizan experimentaciones, como: ejercicios para estudiar ciertas manipulaciones de armas cortas y largas portátiles y determinar las probables formas de disparo, sin forzar las articulaciones del cuerpo humano, fundamentalmente las de los miembros superiores que son las que sujetan y accionan el arma en cuestión. Se revisan y desarman instrumentos de fuego, para dar opiniones técnicas sobre su mecanismo o piezas gastadas o arregladas. Se efectúan disparos de prueba, en la caja o cilindro de disparos, con el fin de conocer el funcionamiento del arma en cuestión y obtener casquillos y balas testigo para comparaciones con otros elementos problema. (James, S, 1999)

#### 1.4.1.2 DOCUMENTOSCOPIA

Se realizan estudios comparativos de escrituras cursivas o de imitación tipográfica o de imprenta, así como de escrituras mecanografiadas y de imprenta. Se aplican rayos ultravioleta para descubrir tintas invisibles o borraduras y así conocer la autenticidad o falsedad de ciertos documentos con apoyo de otras técnicas de estudio, efectuados a billetes de banco, de lotería, cheques, letras, pagarés, etc. La ultravioleta es útil para la lectura de escrituras o marcas alteradas o borradas, y también ayuda a examinar pinturas plásticas, marcas de lápices, etc. Dentro de los estudios comparativos de escrituras, predominan cartas anónimas, recados póstumos, testamentos, títulos, cheques, etc. En concreto, se resuelven todos los problemas planteados con motivo de las falsificaciones de documentos, en cualquiera de sus modalidades y con grandes probabilidades se identifican los falsarios. (Guzmán, C, 1997)

#### 1.4.1.3 DACTILOSCOPIA

Se lleva el control de los archivos dactilares y monodactilar de reincidentes y de personas que solicitan antecedentes no penales. Se realizan estudios comparativos de huellas dactilares problema contra otras consideradas como testigo, ya sean fragmentos o dactilogramas completos. Se consultan los archivos para localizar reincidentes dentro de las personas sujetas a investigación. Se aplican reactivos específicos sobre objetos con superficie lisa, para localizar huellas latentes invisibles. También el experto en Dactiloscopia asiste al lugar de los hechos a realizar otros trabajos científicos como: localización, revelado y levantamiento de huellas dactilares dubitadas.

Se toman fichas dactilares a sujetos a investigación y a personas que desean antecedentes no penales. En fin, esta sección se encarga con apoyo de la antropometría, de cumplir con todos los trabajos que competen a su área. (Guzmán, C, 1997)



Figura. 1.6. Dactiloscopía. INACIPE, 2010.

#### **1.4.1.4 EXPLOSIVOS E INCENDIOS**

La memoria de labores de la Procuraduría General de Justicia del Distrito Federal, expone que: “Durante la investigación técnica de un incendio, los peritos se ocupan básicamente en la inspección ocular, de localizar el foco del mismo, es decir, el origen o lugar donde se inició. En el caso de las explosiones, su preocupación será la de localizar el cráter o lugar donde se produjo. En ambos casos su finalidad será llegar a establecer las causas después del reconocimiento y adecuado examen y valoración de los indicios” (Moreno, L, 2003)

Recientemente, por considerarse necesarios los conocimientos sobre explosivos principalmente para agentes de la policía y peritos, se han incorporado nuevas técnicas de prevención en esta materia y aunque algunos criminalistas extranjeros ya habían tratado algunos conceptos, uno de sus iniciadores científicos de México, fue el Ingeniero Jorge Russell Will, quien estableció las bases para su aplicación en el campo amenazado por una explosión o incendio y su aplicación para la enseñanza en las aulas de estudio a elementos de seguridad, a quien se debe el reconocimiento por haber dejado gran parte de su técnica a los que fuimos sus alumnos y amigos, y fue al autor de esta obra a quien correspondió la delicada responsabilidad de continuar los trabajos inconclusos en las aulas de estudio, del maestro Russell Will, logrando finalmente establecer los métodos y técnicas adecuadas para preparar a elementos de seguridad, realizando en parte el anhelo del maestro que siempre tuvo en mente, salvar vidas. (Guzmán, C, 1997)

Las técnicas principales de la materia “Explosivos e Incendios”, a medida de prevención de daños materiales y corporales, consisten principalmente en conocer para su exacta aplicación, la clasificación de los explosivos, las definiciones de explosivo y explosión, los fenómenos de una explosión, los daños que causa una explosión, la modalidad actual de los explosivos, los mecanismos diversos de los artefactos explosivos e incendiarios, la clasificación de los incendiarios llamados también cócteles Molotov, los efectos de los artefactos incendiarios, las reglas propias para la protección y acordonamiento de lugares amenazados por una explosión o incendio, las reglas para llevar a efecto la búsqueda de artefactos en casas, edificios, bodegas, automóviles, etc., y otros conceptos útiles para proteger vidas y propiedades. Y aunque es muy extensa, en otra parte de la obra se indican por lo menos los principios básicos de prevención. (Guzmán, C, 1997)

#### **1.4.1.5. FOTOGRAFÍA FORENSE**

Se toman macro y microfotografías en el lugar de los hechos, además la fotografía coadyuva a las secciones de grafoscopia, balística, dactiloscopia, etc., en estudios de comparación. Mediante la técnica de la fotografía forense se elaboran ampliaciones de documentos, objetos e incendios con la finalidad de observar pequeños detalles y particularidades muy importantes para las comparaciones. Se toman placas fotográficas en los escenarios del crimen (post-factum), se revelan e imprimen y se acompañan como complementos idóneos a los informes y peritajes. Se elaboran diapositivas para exposiciones y discusiones sobre casos problemáticos y resolver las cuestiones criminalísticas previamente planteadas. Por otra parte, se desarrollan otros trabajos de fotografía. Para auxiliar a los sistemas de identificación, como por ejemplo, la superposición foto-radiográfica cara-cráneo en cráneos descarnados por putrefacción o incineración de los planos blandos así como en la superposición de pabellones auriculares. La fotografía es imprescindible como auxiliar en todas las ramas de la Criminalística. (Guzmán, C, 1997)



#### 1.4.1.6. SISTEMAS DE IDENTIFICACIÓN

Aparte de la Dactiloscopia, Antropometría y Retrato Hablado, que son las técnicas más comunes y conocidas, también dentro de la identificación legal se dispone de la técnica odontolegal, para identificar mediante el estudio de las arcadas dentarias, a cadáveres que se encuentran en avanzado estado de putrefacción o calcinados. El doctor Oscar Lozano Andrade, define que: “La identificación legal es el resultado del conjunto de procedimientos y medios empleados para el establecimiento de la individualidad de una persona”. (Moreno, L, 2003)

La técnica odontolegal se realiza mediante el estudio de los trabajos o arreglos dentales en las arcadas dentarias del desconocido, ya sea putrefacto, calcinado o despedazado, cuya fórmula dentaria muestra todas las particularidades y las reparaciones que servirán para hacer comparaciones y exámenes, con las fichas e informes que proporcionen los médicos odontólogos que supuestamente hayan atendido al presunto por identificar. Existen otras técnicas de identificación para casos diferentes, por ejemplo la reconstrucción facial, el estudio del pabellón auricular (en muy pocos casos el izquierdo), la superposición foto-radiográfica cara-cráneo, y otras como el estudio particular y minucioso de los tatuajes. La técnica más importante y delicada es la superposición foto-radiográfica cara-cráneo; el doctor Moreno González, explica que:

“El fundamento de la técnica de superposición fotográfica cara-cráneo aplicada por Brash y Glaister, estriba en la correspondencia que existe entre la fisonomía y la tipología craneana, señalada en los tratados de antropología física. Ahora bien, esta técnica la aplicaron contando con un cráneo casi carente de partes blandas. Sin embargo, con base en su fundamento, se puede, ante un cráneo cubierto de partes blandas, específicamente carbonizados o en estado avanzado de putrefacción, aplicar una variante, consistente en tomar una radiografía del cráneo del occiso y después intentar la superposición con la fotografía de la cara, pudiéndose denominar a esta técnica, superposición fotorradiográfica cara-craneo”. (Moreno, L, 2003)

Otra técnica de identificación, es la reconstrucción facial, que basa su estudio en la reseña histórica de la fisonomía de la persona en cuestión, proporcionada por uno o más testigos oculares que la hayan visto o que la conozcan y mediante el dibujo se reconstruyen los rasgos faciales y físicos de la persona desconocida. También en combinación con el antropólogo, odontólogo y químico, se reconstruyen las facciones sobre estructuras ósea de cráneos. Para las reconstrucciones se utiliza la escultura con plastilina, arcilla para moldear y silicones. (Guzmán, C, 1997)

#### 1.4.2 TÉCNICAS FORENSES DE LABORATORIO

En hematología forense, para identificación de manchas supuestamente de sangre, se aplica la prueba de fenoltaleína o la prueba de hematina (Cristales de Teichman). Para conocer si la sangre es humana o de animal, se aplica la prueba de precipitinas.

También se determinan grupos sanguíneos y subgrupos, incluyendo el factor RH, y se realizan exámenes químicos-toxicológicos en la sangre. (Guzmán, C, 1997)

En toxicología, para identificar ácido cianhídrico y cianuros, se realiza la acción de azul de prusia. Para identificar arsénico se aplica la reacción de Gutzeit. Para estricnina se utiliza la reacción de Marchand Ott. Para barbitúricos, se utiliza la reacción de Zwikker. Para identificar marihuana, se aplican las reacciones de Duquenois Levine y la de Azul rápido, completadas con el examen microscópico de las hojas para identificar los pelos fistolíticos.

Por otra parte, para identificar otras drogas, se utilizan las cromatografías en papel y de gases. La reacción de tetrazolio, es útil para detectar cannabis en saliva. Y la técnica de Emit, ayuda a detectar THC en la orina. (Guzmán, C, 1997)

En identificación y estudio comparativo de pelos, se establece si son humanos o de animal. El sexo en los humanos y la raza en los de animal, también en los humanos se determina la región de procedencia, que pueden ser de la cabeza, barba, bigote, pestañas o vellos de las extremidades y tórax, también pelos de las axilas u pubis, o en su caso si son sintéticos. Por otra parte, con exámenes microscópicos, se sabrá si el pelo fue quemado, cortado, fracturado, arrancado o si se cayó por sí solo. Para estudios comparativos de pelos provenientes de la cabeza o del pubis, se debe tomar de la cabeza varias muestras de las regiones temporales, aprietales, frontales y occipitales; y del pubis por los menos doce pelos largos y completos. (Guzmán, C, 1997)

Referente a la sustancia de farmacodependencia, se realiza la identificación forense de LSD, benzodiazepinas, opio y sus derivados, cocaína y sus derivados, alucinógenos del grupo ergotamina y DMT. Agregando algo más a toxicología, se analizan e identifican gases anestésicos, monóxido de carbono, inhalantes volátiles, tóxicos comunes, sustancias corrosivas, ácidos minerales, álcalis e hidróxido alcalinos, venenos metálicos y orgánicos, alcaloides, venenos de procedencia alimentaria, etc. En el estudio e identificación de otras evidencias, se analizan y comparan fibras, pinturas automotivas, tintas invisibles, tintas fluidas, de bolígrafo y máquina de escribir, por otra parte, en seminología se realiza la identificación forense de gérmenes productores de enfermedades venéreas, *neisseriae gonorrhoeae*, *treponema pallidum*, etc. (Guzmán, C, 1997)

### 1.4.3 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN EN EL LUGAR DE LOS HECHOS



Figura. 1.7. Reuniendo la evidencia. INACIPE, 2010.

En la Criminalística de campo, se aplican cinco pasos sistemática y cronológicamente ordenados, conocidos técnicamente como: “Metodología de la Investigación Criminal, en el lugar de los hechos”. Constituidas como se exponen:

La protección del lugar de los hechos

La observación del lugar

La fijación del lugar

La colección de indicios, y

El suministro de indicios al Laboratorio.

En el transcurso de la aplicación de éstos pasos con sus técnicas, sin olvidar lo substancial que son los conocimientos y experiencia del criminalista, se estará en posibilidad en el lugar de los hechos, de plantear y resolver científicamente los problemas que se presentan conforme se descubren y examinan los indicios asociados al hecho se reflexionará para formular las hipótesis de lo acontecido, rechazando algunas y acentuando sólo una con base en la experiencia y comprobación de los indicios, para finalmente tomar nuestras decisiones preliminares sobre el hecho que se investiga. Y se esperarán los resultados de los análisis que de los indicios haga el laboratorio, a efectos de aunarlos a nuestras decisiones finales. (Moreno, L, 2003)

#### **1.4.3.1 PROTECCIÓN DEL LUGAR**

Cuando se inicia una investigación en el lugar de los hechos, se debe siempre proteger el escenario del suceso antes de la primera intervención la pesquisa y Personal del Ministerio Público, teniendo en mente que el éxito de la investigación depende de la exacta protección que se brinde al lugar de los hechos, cumpliendo siempre tres reglas fundamentales:

- a) Llegar con rapidez al escenario del suceso, desalojar a los curiosos y establecer un cordón de protección.
- b) No mover ni tocar nada, hasta que no haya sido examinado y fijado el lugar.
- c) Seleccionar las áreas por donde se caminará, a fin de no altera o borrar indicios.



Figura. 1.8. Protección del lugar de los hechos. INACIPE, 2010.

La preservación del lugar de los hechos se realiza después de concluida la inspección ministerial y la puede disponer el Agente Investigador del Ministerio Público, cerrando y sellando puertas y ventanas, en la inteligencia de que posteriormente podrían surgir otras diligencias, como son los medios de prueba, de la inspección judicial y la de reconstrucción de hechos en la fase jurisdiccional y no serán eficaces si no se establece una correcta preservación del lugar. (Moreno, L, 2003)

#### **1.4.3.2. OBSERVACIÓN DEL LUGAR**

La observación es una habilidad que se debe tener muy bien desarrollada con el sentido de la vista, apoyada con los otros sentidos, proviene del latín "*observatio*", que significa examinar atentamente, atisbar o advertir. La observación se realiza directa y macroscópicamente, al lugar de los hechos y sus evidencias materiales, también en igual importancia se aplica con lentes y aparatos de aumento al objeto o indicio en cuestión a efecto de examinar y conocer sus particularidades. En estudios microcomparativos también es primordial la observación que se practique en los lugares de hechos, se recomienda utilizar sólo cuatro sentidos, poniendo alerta primeramente: la vista, el olfato y el oído dejando para lo último el sentido del tacto, el que utilizará para efectuar una ordenada colección y manejo de los indicios después de fijados éstos. (Moreno, L, 2003)



Figura. 1.9. Observación del lugar de los hechos. INACIPE, 2010.

El método no se recomienda utilizarlo en el campo de los hechos ni en el laboratorio, por ser una operación demasiado empírica y peligrosa, ya que para conocer la composición o estructura de algunos indicios indeterminables se recurre a las técnicas forenses del laboratorio para su estudio y análisis. Después de observar meticulosamente el sitio y sus evidencias y seleccionar las que están estrechamente ligadas al hecho, se estará en posibilidad de verificar la realidad del caso y conocer sus circunstancias. Para la observación, se recomiendan los siguientes métodos:

En lugares cerrados, desde la entrada principal se dirige la vista abanicando de derecha a izquierda y viceversa, cuantas veces sea necesario recibiendo la información en forma subjetiva, después se acerca uno al indicio principal del escenario, que puede ser un cadáver, una caja fuerte violada, una caja registradora violentada, etc., continuando con las áreas circundantes en forma de espiral extendiéndose hasta la periferia, incluyendo los muros con muebles, ventanas, puertas, cortinas, escaleras, etc., para terminar con el techo. La observación puede ampliarse a otras habitaciones contiguas. (Moreno, L, 2003)

En lugares abiertos, previamente protegidos en un diámetro de por lo menos 50 mts. Tomando como centro el sitio exacto de los hechos, se observa primero de la periferia al centro en forma subjetiva, abanicando con la vista cuantas veces sea necesario hasta recibir la información que se quiere, consecuentemente se ubica uno en el centro del lugar y en forma de espiral se mira hasta llegar a la periferia sin que quede inadvertida ninguna área. (Moreno, L, 2003)

En lugares abiertos donde se buscan objetos o cadáveres, como las zonas laterales de las carreteras, es necesario extender a los lados una línea de hombre de por lo menos 250 m. Y que no estén separados uno del otro por más de 10 m. Se observa abanicando con la vista de derecha a izquierda y viceversa, caminando con sumo cuidado hasta cubrir las áreas necesarias. El objetivo que se busca con la metodología de la observación, es que no pase nada inadvertido en la observación del lugar y búsqueda de indicios, asimismo que se realice una perfecta fijación del lugar y colección de indicios asociativos. (Moreno, L, 2003)

### 1.4.3.3 FIJACIÓN DEL LUGAR

Se efectúa del escenario del hecho y sus evidencias, utilizando las siguientes técnicas:

La descripción escrita

La fotografía forense

La planimetría forense

El moldeado

La fijación del lugar de los hechos es imprescindible en todos los casos de investigación criminal, de tal forma que las descripciones manuscritas, gráficas y moldes que se elaboren, puedan ilustrar en cualquier momento sin ser necesario regresar al lugar mismo de los hechos. La descripción meticulosa detalla en forma general y particular el escenario del suceso, la fotografía señala detalles y particularidades de las cosas e indicios, el dibujo forense ya sea con el croquis simple o con la planimetría de Kenyeres, precisa fundamentalmente distancias entre un indicio y otro, asimismo muestra una vista general superior muy completa del lugar, y el moldeado es útil para captar huellas negativas en el propio lugar, ya sean de pies calzados o descalzos, de neumáticos y otro tipo de instrumentos. (Moreno, L, 2003)

#### DESCRIPCIÓN ESCRITA

Como instrumento de apoyo para realizar la descripción escrita se debe contar con un lápiz, pluma o plumín, y una libreta de apuntes. La descripción del lugar de los hechos se iniciaría haciéndolo en forma general, como la presentación y ubicación del lugar, que puede ser casa habitación, departamento, comercio, taller, bodega, fábrica, etc., se tomará nota de todo lo que se aprecie al exterior incluyendo la fachada, puertas principales y número de pisos que contengan, a continuación el número de piezas, sus entradas y salidas, los patios y escaleras, para después en una forma más completa y objetiva describir el sitio exacto del suceso, continuando con los indicios que estén en posesión, cercanos y distantes de la víctima. Es conveniente revisar baños, cocinas, closets, cuartos de servicios, calentadores de leña o de gas, depósitos de basura, cajas o recipientes extraños, etc., y aunque en estos sitios no se hubiere cometido el hecho, es frecuente que el autor utilice lugares para deshacerse de instrumentos u objetos. (Moreno, L, 2003)

Deberá describir el cadáver u objeto principal del hecho, en caso de cadáver se situará su ubicación, posición y orientación, se anotará el sexo y sus ropas, edad y objetos que contenga los bolsillos, poniendo atención en los desgarres, descosaduras o desabotonaduras de las propias ropas, fundamentalmente los objetos en posesión o distantes de ella. También en lugares abiertos, se realiza la descripción escrita en forma adecuada, habiendo protegido debidamente el escenario del suceso, siguiendo las explicaciones dadas en líneas precedentes e integrándose a las características del sitio. En casos de robo, aparte de la descripción del local con sus entradas y salidas, se deben señalar las fracturas, fricciones, marcas y señales dejadas por los instrumentos utilizados en el hecho. Se pondrá atención a boquetes, horadaciones y huellas dactilares, así como contornos dibujados por el polvo en las bases de cosas u objetos, lo que puede indicar que en ese sitio existieron o estuvieron. Todo ello será útil para reconstruir el mecanismo del robo, el volumen de lo robado y el número de autores que intervinieron en el hecho. De lo anteriormente se infiere que no se debe pasar inadvertido algún detalle por insignificante que parezca, escudriñando hasta lo más profundo en sus características.



De la descripción escrita, exacta, meticulosa y paciente, de todos los indicios y circunstancias de los hechos que contengan nuestras diligencias o informes, depende su calidad y valor interpretativo. (Moreno, L, 2003)

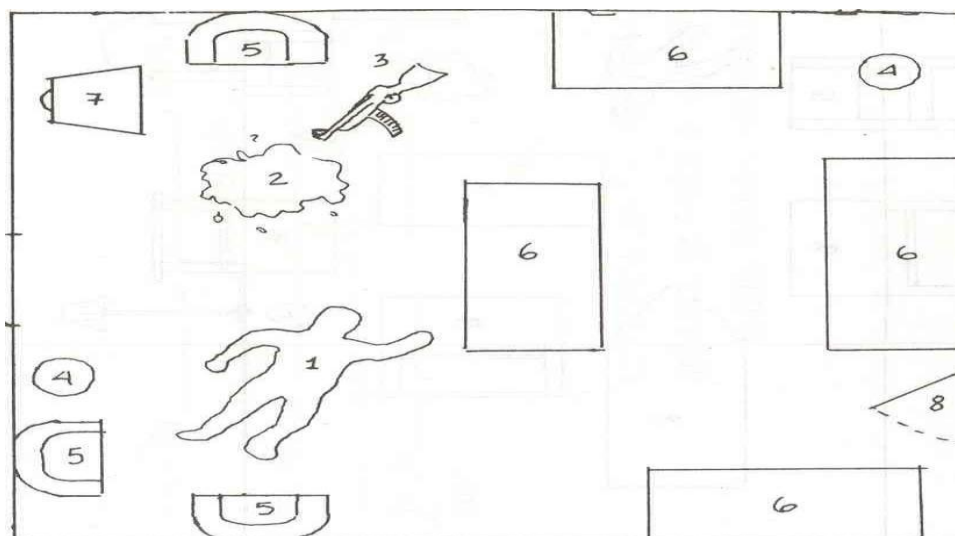


Figura.1.10. Fijación del lugar. INACIPE, 2010.

### FOTOGRAFÍA FORENSE

Un punto de apoyo para la descripción es la fotografía forense ya sea en blanco y negro o en color, resulta un complemento ideal y medio gráfico más importante con que se cuenta para “fijar” con precisión y detalle el lugar de los hechos. Es conocido un proverbio chino, que dice: “un grabado vale más que mil palabras”, en la investigación Criminalística deben obtenerse todas las fotografías necesarias, que pueden describir por si solas el escenario del suceso, de tal manera que personas que no hubieren estado presentes en la investigación inicial, puedan percibir con detalles toda la información del lugar y sus indicios, y estar en condiciones de establecer sus reflexiones sobre la consumación del hecho. Los peritos fotógrafos deben intervenir antes de que las cosas y objetos sean tocados y coleccionados, a efecto de plasmar en gráficas la situación primitiva del lugar y todas aquellas evidencias materiales relacionadas con el caso sujeto a investigación, ya sea que se trate de muertes violentas, robos, explosiones, incendios, derrumbes, colisiones de vehículos, etc. Deberán tomarse placas que proyecten una vista general del lugar desde cuatro ángulos utilizando el gran angular, después deberán tomarse series completas de medianos acercamientos cambiándose de posición, consecuentemente se tomarán placas de acercamientos y grandes acercamientos de la víctima y de los indicios asociativos. La fotografía forense forma una parte muy importante en la investigación Criminalística. (Eckert, W, 1997)



Figura. 1.11. Fotografía forense. INACIPE, 2010.

### **PLANIMETRÍA FORENSE**

Es otro elemento ideal de la descripción escrita y es útil para señalar todos los muebles, objetos e indicios en el lugar de los hechos, sobresaliendo preponderantemente las distancias entre un indicio y otro. El dibujo planimétrico tiene la ventaja de ser esquemático y no requiere de instrumentos complicados. Cuando se trata de esquematizar recintos cerrados, se recurre a la planimetría de Kenyeres, apellido de un criminalista Húngaro que lo ideó; es necesario tomar medidas exactas para poder dibujar el plano con una escala adecuada que generalmente es de 1:200 ó 1:400 de tal manera que en la investigación se obtenga un croquis claro y completo con los muros y techo abatidos (abiertos). Para trazar el plano del Kenyeres, se necesita contar con la orientación exacta del lugar, así como con papel, lápiz, regla y una tablilla de apoyo, recomendándose que el papel sea milimétrico o cuadriculado, y consiste en abrir los muros y el techo del cuarto, habitación o local, dibujando todos los muebles, puertas, ventanas, objetos indicios, etc., tal y como se encontraron al llegar al escenario del suceso. (Bevel, T, 1997)

### **MOLDEADO**

En ocasiones, se encontrarán en el lugar de los hechos, ciertos indicios consistentes en huellas negativas impresas sobre superficies blandas, como: lodo, arena, tierra suelta, nieve, etc., producidas por pisadas calzadas o descalzas, así como neumáticos, bastones, muletas, patas de animal, etc., para lo cual será necesario recurrir a la técnica del moldeado de huellas, a fin de levantarlas y estudiarlas comparativamente de molde. No es recomendable realizar las comparaciones o cotejos de particularidades del molde levantado en el lugar de los hechos, contra el objeto que se supone produjo la huella. (Bevel, T, 1997)



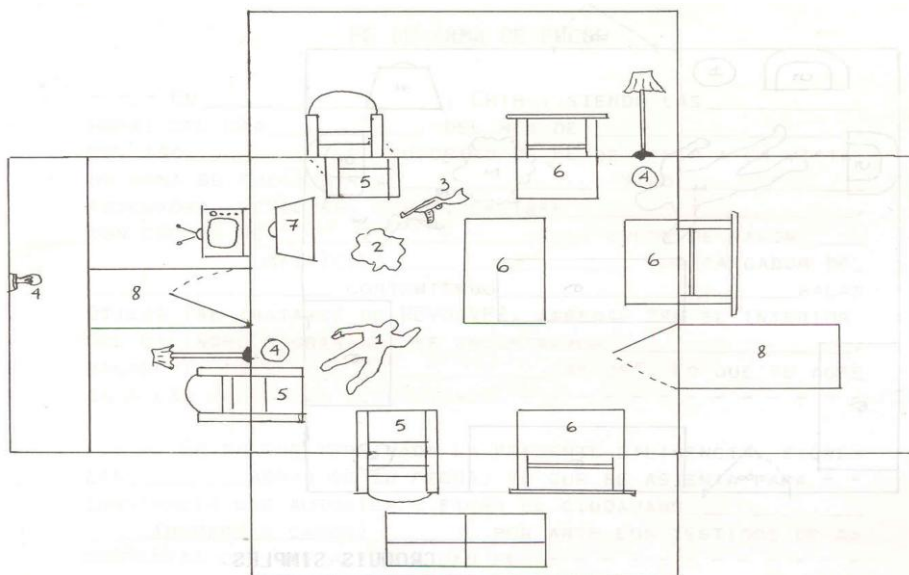


Figura. 1.12. Planimetría. INACIPE, 2010.

#### 1.4.3.4. COLECCIÓN DE INDICIOS

Se efectúa una vez que ha sido estudiado y fijado el lugar de los hechos, donde después de un minucioso examen y selección exacta de todos los indicios asociativos, se levantan con técnicas adecuadas, se embalan y etiquetan con sus datos de procedencia, para finalmente suministrarlos al laboratorio de Criminalística. Para no alterar las huellas y conservar las que están, se indican algunas técnicas para la colección adecuada de los indicios en el escenario del suceso, a fin de conservarlas primitivamente como las dejó el autor después de la consumación del hecho que se investiga. La colección de indicios se efectúa después de haber observado y fijado el lugar de los hechos y, se lleva a cabo con tres operaciones fundamentales que son: Levantamiento, embalaje y etiquetado. (Bevel, T, 1997)



Figura.1.13. Colección de indicios. INACIPE, 2010.

## LEVANTAMIENTO

En el levantamiento, como principio necesario para no contaminar los diversos indicios y conservar las huellas que contienen, se deben usar guantes desechables ya sean de hule o de polietileno, también se deben utilizar otros instrumentos, como: pinzas de metal, algodón esterilizado, papel filtro, agua destilada, solución salina, tubos de ensayo, cajitas de láminas o cartón, cordones, tablas cuadradas de 8x8 cm., etc., todo de acuerdo con lo que se vaya a levantar. (Moreno, L, 2003)

## EMBALAJE

Criminalísticamente se entiende como embalaje: “La maniobra que se hace para guardar, inmovilizar y proteger algún indicio, dentro de algún recipiente protector” Después de haber levantado los indicios con las técnicas que ya se han descrito. (Moreno, L, 2003)

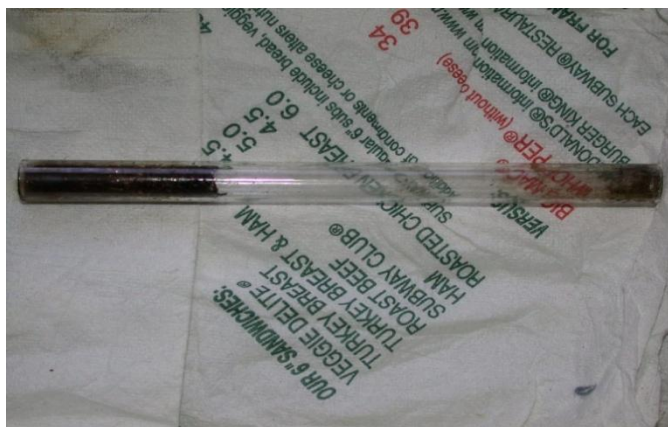


Figura. 1.14. Embalaje de indicios. INACIPE, 2010.

## ETIQUETADO

El etiquetado es la operación final que se efectúa con el objeto de reseñar el lugar de procedencia del indicio en cuestión. El etiquetado debe llevarse a cabo en todos los casos, separando un indicio de otro, es decir, individualizándolos y adjuntándoles una etiqueta que mencione lo siguiente:

- a) El número de acta
- b) El lugar de los hechos
- c) La hora de intervención
- d) La clase de indicio
- e) El lugar preciso de donde se recogió
- f) Las huellas o características que presentan
- g) La técnica de análisis a que deben ser sometidos
- h) Fecha, nombre y firma del investigador que lo descubrió y que lo suministra al laboratorio

#### 1.4.3.5 TÉCNICAS PARA LA COLECCIÓN DE INDICIOS

Si se tiene que levantar manchas orgánicas frescas, se hará utilizando pequeñas cucharas esterilizadas o hisopos de algodón esterilizado, depositando las muestras dentro de tubos de ensayo o pequeños frascos esterilizados, puede tratarse de manchas obstétricas, vómito, semen, fecales, etc. Las herramientas diversas se levantan con las manos enguantadas, colocando las palmas de las manos en los extremos y comprimiendo o sujetando fuertemente; para su embalaje se inmoviliza sujetándolas con cordones dentro de cajas de cartón del tamaño de la herramienta que se va a levantar. Las partículas de cristal, tierra, pintura seca, aserrín, metálicas, etc., se levantan con pequeñas cucharas o pinzas de metal, depositándolas para su embalaje en tubos de ensayos o frascos de cristal y adjuntándole su etiqueta respectiva. Las fibras de algodón, lana, nylon, acrilán, plañ, etc., se levantan con pequeñas pinzas de metal, depositándolas en tubos de ensayos o pequeños frascos de cristal, adjuntándoles la etiqueta respectiva. Las ropas teñidas con sangre y con orificios producidos por proyectiles de arma de fuego, o en su caso con rasgaduras originadas por arma blanca, se manejan con las manos enguantadas, dejando primero secar las ropas en un ambiente ventilado, para después proteger el área donde se encuentra el orificio o la rasgadura colocando una hoja de papel limpio sobre ésta zona, doblando los extremos de la ropa dentro de bolsas de polietileno o papel para su traslado al laboratorio. (Moreno, L, 2003)



Figura. 1.15. Etiquetado de los indicios. INACIPE, 2010.

#### 1.4.3.6 SUMINISTRO DE INDICIOS AL LABORATORIO

Se hace de acuerdo a las evidencias materiales que se tengan y que se hayan coleccionado en el lugar de los hechos, dependiendo de las circunstancias del suceso que se investiga. En la investigación ministerial auxiliada con sus unidades de apoyo, solo los funcionarios abocados al caso pueden suministrar evidencias al laboratorio acompañadas de un orificio o pliego petitorio y con la firma respectiva y generalmente son:

El agente investigador del ministerio público, el agente de la policía judicial y el perito. Previamente consignados los indicios con detalle y descritas todas sus particularidades en la inspección ministerial. En un caso que se presenta en un capítulo posterior, se da un ejemplo de la forma de suministro de evidencias materiales al laboratorio de criminalística, el que generalmente debe estar constituido de las siguientes secciones:

- ❖ Balística Forense
- ❖ Documentoscopía
- ❖ Explosivos e incendios
- ❖ Fotografía forense
- ❖ Sistemas de identificación
- ❖ Técnicas forenses de laboratorio. (Química, Física y Biología).
- ❖

Es importante no confundir las disciplinas científicas de la Criminalística con otras especialidades periciales, como: Arquitectura, Contabilidad, Ingeniería, Intérpretes, Topografía, Valuación, etc. En el suministro de indicios al laboratorio, siempre deberá acompañarse el oficio petitorio debidamente requisitado y que describa en detalle los aspectos que se quieran tratar y que se deseen conocer en relación a los hechos que se investigan, a efecto de que se apliquen los métodos y las técnicas idóneas para contestar las interrogantes útiles y verdaderas que se plantean. (Moreno, L, 2003)



Figura.1.16. Laboratorio de criminalística. INACIPE, 2010.

#### 1.4.3.7 IDENTIFICACIÓN DE AGENTES VULNERANTES

En la investigación Criminalística que se realiza en el lugar de los hechos, fundamentalmente se debe señalar la acción de agentes mecánicos, físicos, químicos o biológicos que participaron en la comisión del hecho, por ejemplo: en un ahorcado o estrangulado, puede participar algún agente constrictor. En el asfixiado por sumersión puede participar el recipiente grande o estructura y el líquido; en el atropellado, el vehículo automotor y sus accesorios; en el apuñalado, el instrumento o arma blanca utilizada; en el balaceado, el arma de fuego y sus accesorios; en el contundido, el agente o instrumento contundente; en el intoxicado, los vasos, sedimentos, envolturas medicamentosas, etc.; en el electrocutado, los accesorios, líneas o cables que conducían la corriente eléctrica; etc. (Moreno, L, 2003)

El mecanismo vulnerante empleado. Con base en las experiencias y con la aplicación de métodos y técnicas idóneas, de acuerdo con la ubicación y presentación morfológica de las lesiones y la verificación de los indicios e instrumentos utilizados, realizando algunos ejercicios se tratará de conocer las maniobras que se pusieron en juego para lesionar, privar de la vida, o robar a la víctima. Las posibilidades para reconstruir el mecanismo del hecho deben ser aceptables y se deben descubrir en los casos de muerte primordialmente, si se trata de una muerte intencional, accidental, suicida o por caso fortuito, las que pueden ser, por venganza, celos, robo o riña. El reconocimiento y verificación de estas maniobras son bastante importantes, en virtud de que se perciben informaciones para ilustrar con las decisiones del criminalista, el juicio de los órganos persecutorio y jurisdiccional. (Moreno, L, 2003)

## **1.5 RESULTADOS DE LA APLICACIÓN METODOLÓGICA DE LA CRIMINALÍSTICA EN EL LUGAR DE LOS HECHOS Y EN EL LABORATORIO**

El doctor, Moreno González, dice que: “El enfoque moderno de la Criminalística exige de sus cultores la más estricta actitud científica. Por otra parte, ha traído como consecuencia el que los encargados de administrar justicia cuenten con un auxilio técnico científico de la más alta calidad, evitando hasta donde humanamente posible que se produzcan errores judiciales, pues si el experto se equivoca, el error judicial es seguro”. (Moreno, L, 2003)

La conjugación de los resultados técnico-científicos de la aplicación metodológica de la Criminalística, es decir, de los trabajos criminalísticos realizados en el lugar de los hechos y los efectuados en el laboratorio, van a proveer de los conocimientos necesarios para conocer circunstancias evidenciales de los hechos investigados, y de esta forma se estará en posibilidad de establecer nuestras decisiones que ayuden a contestar las siete interrogantes que prevalecen en toda investigación criminal, consideradas por el Dr. Hanns Gross, como: “La preciosa máxima jurídica encerrada en los siguientes términos latinos: quis, quid, ubi, quibus auxiliis, cur, quimmodo y quando. (Quién, qué, dónde, con qué, por qué, cómo y cuándo)”.

Y así se podrá acerca a conocer hasta el máximo de sus posibilidades, la verdad de los hechos, auxiliando técnica y científicamente a los órganos que tienen como misión la procuración y administración de justicia. De las siete interrogantes que establece el padre de la Criminalística, doctor Hanns Gross, quien es la más difícil pero no imposible de contestar. (Moreno, L, 2003)

El señalamiento científico que haga la Criminalística de las evidencias producidas en el hecho, dará información suficiente para identificar a los presuntos responsables de su comisión, coadyuvando de inmediato a las tareas profesionales del agente investigador. (Moreno, L, 2003)

## **1.6 RECOMENDACIONES**

**Función de los criminalistas:** La intervención en el lugar de los hechos, es la acción más importante de estos expertos indiciólogos, en cualquiera de las ramas de la ciencia en estudio.

Todos los peritos en cualquier especialidad que se requieran para dar opiniones científicas, tienen intervención previa solicitud oficial, durante la actuación del órgano investigador y persecutorio, y durante la actuación del órgano jurisdiccional, en este último caso fundamentalmente en inspecciones judiciales, reconstrucciones de hechos y juntas de peritos. En todos los casos anteriores, cuando sea necesaria la intervención de peritos, serán éstos, los encargados de realizar los trabajos de campo y en el laboratorio, a fin de orientar con sus decisiones a los organismos que lo soliciten. **Imparcialidad de los criminalistas:** Algunos expertos con la investigación Criminalística, que en realidad ya son muy pocos, estiman que sus funciones en la investigación criminal, deben inclinarse a defender a la persona afectada o la víctima, o sea, consideran que deben tener un papel a toda costa de defensa para los afectados, creencia completamente equivocada, en virtud de que se debe considerar que en un hecho delictuoso, los involucrados pueden participar como agentes activos o pasivos y de la interpretación razonada que se haga de los indicios reunidos en el lugar de los hechos, aunada al análisis de las declaraciones de los participantes, se logran elementos para esclarecer el hecho, por tal virtud, el agente de la policía, perito o funcionario judicial, deben recoger y evaluar a todos los indicios materiales y testimoniales, tanto positivos como negativos para la víctima y el victimario en tal caso, puesto que se debe estimar que en la

comisión del hecho que se investiga, la víctima pudo haber tomado en un principio la posición de agresor para lesionar o privar de la vida al que finalmente resultó victimario. (Moreno, L, 2003)



---

# CAPÍTULO 2. HEMATOLOGÍA FORENSE



PRENDA CON MANCHA HEMATICA, PGJ.2009.

## 2.1. LA SANGRE EN EL LUGAR DE LOS HECHOS.

Los procedimientos empleados están destinados a investigar si es sangre, a qué especie pertenece y en lo posible su individualidad. El trabajo policial se ve frecuentemente solicitado a determinar en los delitos contra las personas, manchas sospechosas de sangre. Su aspecto macroscópico induce frecuentemente a error, siendo necesario recurrir a las pruebas de laboratorio para obtener el resultado verdadero. La muestra sospechosa de sangre, puede ser fresca o antigua, sólida o líquida, pura o mezclada o aparecer en diferentes soportes. Circunstancias tan variadas exigen del laboratorio especializado el empleo de técnicas adecuadas condicionadas a la naturaleza, cantidad, antigüedad, etc., de la muestra a dubitar. El policía debe conocer cómo, cuándo y qué debe pedir al enviar la muestra y al mismo tiempo saber la forma en que debe recoger, envasar y transportarla al laboratorio. Con la muestra sospechosa se procede en el laboratorio a verificar, mediante pruebas de orientación y de certidumbre, si es sangre. (Kirk, 1953)



Figura. 2.1. Homicidio sangriento. PGR, 2009.

### 2.1.1. EL RASTREO EN LA HEMATOLOGÍA FORENSE.

EL RASTREO de sangre en el sitio de suceso tiene por objeto detectar, mediante una búsqueda metódica, toda clase de vestigios de sangre, tanto en el sitio de suceso mismo, como en el cadáver, vestimentas y también en el sospechoso. Una vez detectada la imagen sanguínea se aplica el procedimiento criminalístico normal: PROTEGER el vestigio para evitar que sea alterado o borrado; FIJAR, mediante la fotografía, planimetría y descripción escrita; TRANSPORTAR el vestigio al Laboratorio de Criminalista (cuando sea procedente); la imagen sanguínea, es decir, reconstruir su origen y mecanismo. (Krishman, S, 1971)

RASTRO EN EL SITIO DE SUCESO: Se puede efectuar en forma RADIADA, a partir del punto en que se encuentra el cadáver. En sitio de suceso cerrado se debe examinar las vías de entrada y salida: puertas, ventanas, pasillos, etc. Especial cuidado se observa en los pomos, manillas y pasamanos de escaleras. También se rastrea sangre en muros, techo (sangre por proyección); cubiertas y bajo la cubierta de las mesas y sillas. Incluso debe revisarse las patas de las sillas y las juntas del piso, ya que en muchas oportunidades el sitio de suceso (especialmente en negocios) puede haber sido lavado, pero nadie presta atención a dichos sitios donde puede haber sangre y, por lo tanto, no son lavados. (Krishman, S, 1971)





Figura. 2.2. Rastreo de indicios. PGR, 2009.

Otro lugar que por ningún motivo debe ser olvidado en el rastreo, es la sala de baño o toilette. Allí se examina el lavamanos, cesto de papeles, interior del W.C., cadenilla de los tapones, toallas y otros elementos de limpiado y secado. En los sitios de suceso abiertos, especialmente caminos polvorientos, la sangre se busca soplando ligeramente los sitios sospechosos, aparecerá entonces la mancha de sangre bajo el polvo. Se incluye también el rastreo en arbustos, pasto, rocas, hojas, etc. (Krishman, S, 1971)

### 2.1.2. RELACIONES ENTRE SANGRE Y TIPO DE SUCESO.

El investigador policial auxiliado del médico criminalista debe establecer si existe realmente una relación entre la cantidad de sangre que se encuentra en el sitio de suceso y en el cadáver y el carácter de las lesiones, es decir, si el cadáver presenta lesiones, que necesariamente producirán un gran sangramiento, pero en el sitio de suceso encontramos sólo una pequeña cantidad, es lógico suponer que hubo traslado del cadáver y, por lo tanto, el rastreo debe ampliarse y considerarse esta posibilidad. Si, por el contrario, se encuentra demasiada sangre en los sitios de suceso que no se explica por el tipo de lesiones, se debe presumir que hubo otras personas heridas en el lugar (autor). (Locard, E, 1954)



Figura. 2.3. La escena del crimen. PGR, 2009

### 2.1.3. CLASIFICACIÓN DE LAS MANCHAS SANGUÍNEAS.

La clasificación de manchas sanguíneas se basa en su mecanismo de producción.

Manchas de sangre por contacto:

Se producen por el contacto directo de la fuente productora y el soporte. El contacto puede ser simple, por ej.: las manchas de sangre de las ropas que están en contacto directo con la herida. El contacto puede ser por limpiamiento, ej.: al proceder a la limpieza de manos, armas, etc., las manchas aparecen en los objetos utilizados para ello (papeles, paños, géneros, etc.) Las manchas de sangre por arrastre se producen cuando la víctima se arrastra o es arrastrada. (Moreno, L, 1977)

Manchas de sangre por escurrimiento:

La sangre se desliza por el soporte impermeable, desde la fuente productora (herida). Cuando el desplazamiento se hace sobre un soporte inclinado se forma el reguero; cuando el soporte es horizontal o presenta depresiones la sangre forma charcos. El soporte puede estar constituido por el cuerpo, suelo o piso, murallas, ropas, etc. (Moreno, L, 1977)

Manchas de sangre por proyección:

Se producen cuando la sangre es proyectada en forma más o menos violenta sobre el soporte. Si la mancha de sangre proyectada al soporte se presenta en forma de imágenes aisladas y de disposición irregular, constituyen las salpicaduras, distinguiéndose en ellas salpicaduras gruesas y finas. En general, las salpicaduras gruesas corresponden a la contusión repetida sobre una superficie sangrante. Las salpicaduras finas se observan generalmente en la mano del suicida que se dispara sobre la sien. La rociadura se produce cuando la fuente productora se desplaza linealmente frente al soporte, ej.: herida arterial y movilización de segmentos corporales o armas ensangrentadas. (Moreno, L, 1977)

Manchas de sangre por goteo de altura:

Se produce al caer la gota de sangre desde la fuente productora hasta el soporte, impulsada por la fuerza de gravedad. La imagen producida tomará caracteres especiales de acuerdo a la altura, al desplazamiento y detenciones del herido y a la inclinación del soporte. A medida que la fuente productora se va alejando del soporte, la forma de la gota sufre variaciones progresivas en su contorno; de muy poca altura el contorno es regular; a medida que se aleja, el contorno se va haciendo irregular, luego presenta salientes en forma de rayos y posteriormente, se aprecia rodeada de gotas secundarias. El desplazamiento del herido produce un contorno especial que se acentúa con la velocidad: la gota aparece de forma ovalada y con digitaciones (pata de oso) que se acentúan transformándose en proyección.

Estas digitaciones o proyecciones indican la dirección del desplazamiento (la punta más fina y alargada de la gota muestra el lugar hacia donde se dirige el herido) La detención del herido queda indicada por la confluencia de las gotas que pueden llegar a formar charcos o regueros. La inclinación de soporte se manifiesta también por la forma ovalada de la gota, que es directamente proporcional a la inclinación del soporte (a mayor inclinación, mayor alargamiento) En el caso de soporte vertical, por lo general la gota será de contorno con radiaciones regulares, pudiéndose observar un escurrimiento vertical desde la gota. (Moreno, L, 1977)



Figuras.2.4. y 2.5. Mancha por proyección y mancha por escurrimiento. PGR, 2009.



Figuras.2.6. y 2.7. Mancha de contacto y mancha de impregnación. PGR, 2009.



Figura.2.8. Mancha por goteo. PGR, 2009.

## 2.2. RECOLECCIÓN Y EMBALAJE DE LAS MUESTRAS DE SANGRE.

Habiendo comprendido ampliamente el contenido de tan sabias sentencias, a continuación se hará un relato detallado de la manera correcta de tomar las muestras de sangre en el lugar de los hechos, después de que han sido adecuadamente fijadas mediante la descripción escrita, la planimetría y la fotografía. (Moreno, L, 1979)

1. En el caso de encontrar sangre líquidas en el lugar de los hechos, deberá tomarse con ayuda de una pipeta Pasteur ó de un gotero y depositarla en un tubo de ensayo limpio y seco, al que deberá añadirse 1 ml. de solución salina estéril por cada 5 ml. de sangre.
2. Si no se encuentra sangre fresca, pero si coágulos, se tomaran estos con el extremo de un aplicador de madera y se colocaran en el interior de un tubo de ensayo, procediendo después como en el caso anterior.
3. Si únicamente se localizan manchas de sangre sea en objetos sólidos, se levantarán con pequeños fragmentos de 2 x 2 cm. de tela blanca y limpia sin apresto, humedecidos con solución salina (0.85%). Tela que se colocara también en un tubo de ensayo, para su envío al laboratorio. Con otro fragmento de tela preparado de la misma forma, se tomara una muestra control de una zona de soporte no manchada con sangre.
4. Cuando las manchas se encuentran sobre cualquier tipo de tela, se recortaran porciones representativas de la muestra, así como un trozo de la misma tela problema que no se encuentre maculado con sangre.
5. Si se trata de manchas sobre vegetales, estos se recortaran y se colocaran en el interior de un sobre. una porción no manchada del vegetal será también recogida en otro sobre.
6. La sangre que se encuentre sobre tierra ó arena deberá recolectarse tomando un trozo completo del soporte, al que se depositara cuidadosamente en una bolsa de plástico que será colocada en una caja de cartón. También se tomara una muestra de tierra sin sangre y se empacara por separado.
7. Si la muestra problema se encontrara impregnada en cabellos, estos se tomaran con pinza y se trasladaran al laboratorio dentro de pequeñas bolsas de plástico.
8. Finalmente, manchas de sangre presentes sobre el cuerpo de la víctima, y de las que se sospeche no pudieran ser originadas por su propia sangre, serán tomadas como se describe en el punto 3. Además se tomara sangre del cadáver, con el fin de compararla con la de las manchas.

Todas las muestras tomadas deberán llevar etiquetas firmemente adheridas, en las que se anotaran los datos concretos del caso:

- Numero de averiguación previa ó expediente.
- Fecha y hora en la que se levanto la evidencia.
- Sitio donde se recolecto.
- Naturaleza presunta del indicio.
- Nombre del investigador que realizo el levantamiento y embalaje.



Figura.2.9. Embalaje de los indicios. PGR, 2009.

### **2.2.1. CONTROL DEL MATERIAL Y EQUIPO UTILIZADO EN HEMATOLOGÍA FORENSE.**

Los tubos de ensayo y pipetas deberán estar especialmente limpios; para garantizar su limpieza deberán lavarse en principio con agua fría ya que si se usa agua caliente, esta puede coagular las proteínas y dejarlas adheridas al vidrio; después serán lavados con Extran u otro detergente especial para material de laboratorio. Ahora si podrán lavarse con agua caliente, si no de preferencia dejarlos por unos minutos en agua a ebullición y finalmente enjuagarlos con agua destilada a la que se añadirá fenolftaleína y se comprobará que el agua no se colorea. (Moreno, L, 1979)

La centrífuga deberá calibrarse periódicamente a 3,400 r.p.m.

La temperatura del refrigerador, de las estufas y de los baños deberá controlarse con termómetro externo que en el interior del instrumento deberá de ser sumergido en glicerina.

El laboratorio no deberá tener una temperatura superior a los 22°C. (Manual PGJDF, 1984)

### **2.2.2. METODOLOGÍA GENERAL PARA LA INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA DE LAS MANCHAS DE SANGRE.**

La metodología criminalística utilizada en la identificación de la sangre, es acorde al método científico, esto es la comprobación de la hipótesis de trabajo, mediante la experimentación que en este caso se logra al través de las siguientes técnicas. (Moreno, L, 1979)

### **2.3. TÉCNICAS DE ORIENTACIÓN PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SANGRE.**

TÉCNICAS DE ORIENTACIÓN:

- a) Reacción de la bencidina.
- b) Reacción de la fenolftaleína reducida.
- c) Reacción de la leuco malaquita verde.



- d) Técnicas espectroscópicas.
- e) Técnica del luminol, para detectar manchas lavadas y/o decoloradas.

**TÉCNICAS DE CONFIRMACIÓN:**

- a) Cristales de hemina.
- b) Cristales de hemocromógeno.

**TÉCNICAS PARA DETERMINAR EL ORIGEN DE LA SANGRE:**

- a) Reacción de las precipitinas en capilar.
- b) Inmunoelectroforesis cruzadas.

**DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO:**

- a) En sangre fresca.
- b) En sangre seca.

**2.3.1. TÉCNICA DE LA BENCIDINA O ADLER.****FUNDAMENTO QUÍMICO:**

Las peroxidases sanguíneas son catalasas que, como su nombre lo indica, poseen actividad catalítica (enzimática) en las reacciones de oxidación, ya que tienen la propiedad de descomponer el peróxido de hidrogeno u otros peróxidos orgánicos, produciendo liberación de radicales oxhidrilo según la siguiente reacción:

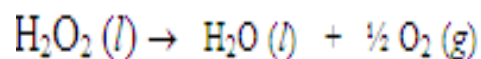


Fig. 2.10. Disociación del peróxido, Ambriz, 2002

El grupo hemo de la hemoglobina posee actividad enzimática, que puede catalizar la ruptura del peróxido de hidrogeno. Mientras no estén presentes otras sustancias orgánicas oxidantes, esta actividad de la hemoglobina, descompone el peróxido de hidrogeno en agua y oxígeno, que al reaccionar con la bencidina la oxidaran formando un compuesto intensamente azul. (Ambriz, 2002)

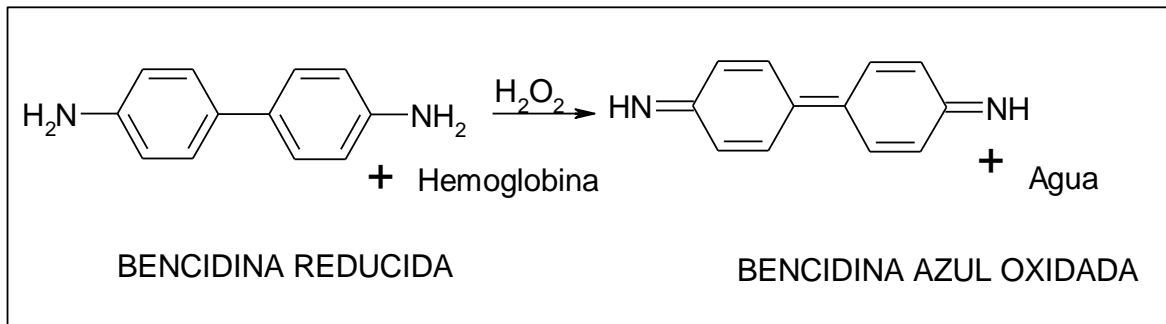


Fig. 2.11. Reacción de la bencidina, Ambriz, 2002

La oxidación de la bencidina es utilizada como prueba presuntiva para la identificación de sangre. La técnica tiene una sensibilidad de 1, 300,00 a 500,00.

Un resultado negativo excluye la presencia de sangre; si la reacción es positiva requiere, como toda técnica de orientación, del empleo de reacciones de confirmación ya que pueden obtener falsas reacciones positivas con otras sustancias que tengan actividad semejante a la de las peroxidasas ó bien con otros materiales oxidantes:

Tabla 2.1. Sustancias con actividad semejante a las peroxidasas

Plantas	Productos biológicos	Otras sustancias
Manzanas	Medula ósea	Herrumbre
Albaricoque	Leucocitos	Formol
Espárragos	Tejido cerebral	Estiércol
Frijol	Líquido espinal	Sulfato de cobre
Acelgas	Intestino	Dicromatos
Remolacha	Hígado	Permanganato de potasio
Zarzamora	Pulmón	Algunos blanqueadores
Alcachofa	Saliva	
Papa	Moco	
Nabo	Pus	

**PREPARACIÓN DEL REACTIVO:**

- a) 0.25g. de bencidina se disuelven en 175 ml. De etanol y se añaden 5 a 10 gotas de ácido acético glacial. se guarda en un frasco gotero ámbar, en refrigeración en tanto no se usa.
- b) Peróxido al 3%; también en frasco gotero ámbar.

**PROCEDIMIENTO:**

Humedecer un hisopo con agua destilada y frotarlo sobre la mancha problema. Añadir al hisopo 1 ó 2 gotas de bencidina, después de unos momentos de observar que no de coloración de esta, poner la misma cantidad de peróxido sobre el hisopo. En caso positivo aparecerá rápidamente una coloración azul.

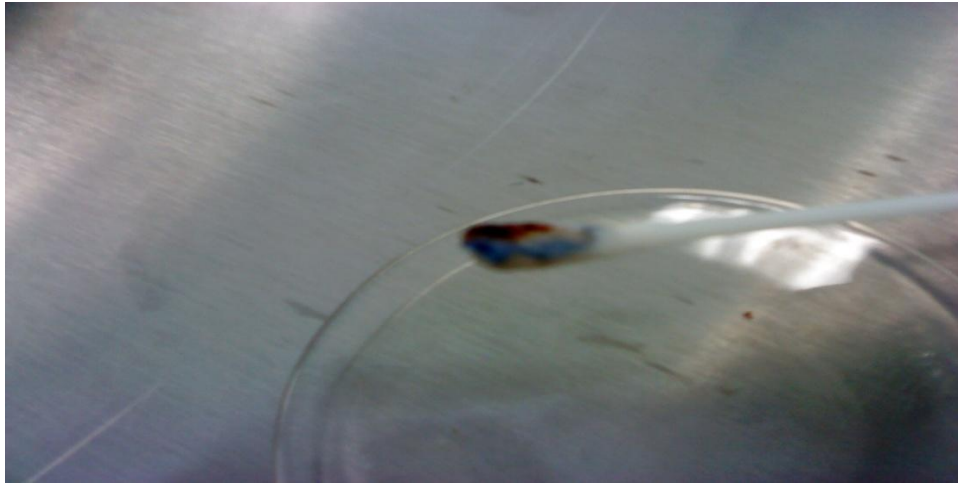


Figura. 2.12. Prueba de la bencidina. PGR, 2009.

### 2.3.2. TÉCNICA DE LA FENOLFTALEINA O KASTLE-MAYER

#### FUNDAMENTO QUÍMICO:

Esencialmente rige el mismo principio que se señaló para la reacción de Adler:

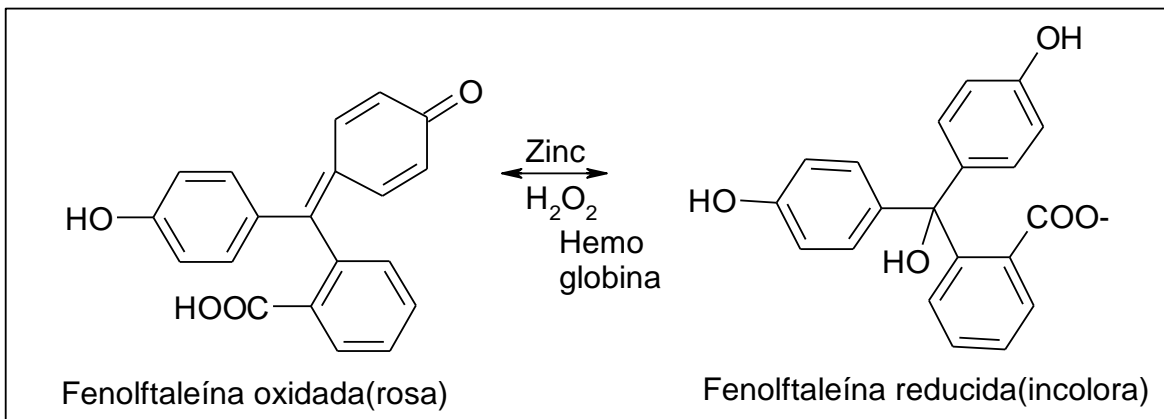


Fig. 2.13. Reacción de Adler, Ambríz, 2002

La diferencia escriba en que:

- La fenolftaleína tiene que ser reducida previamente a fenolftaleína incolora y este reactivo, por su labilidad, debe ser guardado en refrigeración en frascos ámbar.
- Se trabaja en medio alcalino en vez de en medio ácido.
- Se efectuara un calentamiento previo a 100°C durante un minuto de dicha solución de fenolftaleína. Esta técnica de la fenolftaleína reducida es más sensible que la de la bencidina, siendo esta sensibilidad de 1:1, 000,000 a 10, 000,000.



#### PREPARACIÓN DEL REACTIVO:

##### Solución de fenolftaleína:

- Fenolftaleína 2 g.
- Hidróxido de potasio 20 g.
- Agua destilada 100 ml.
- Polvo de zinc 20 g.

Disolver estas sustancias y colocarlas a reflujo con el polvo de zinc hasta completa decoloración. Esta solución madre deberá guardarse en un frasco ámbar en refrigeración y deberá añadirsele polvo de zinc.

##### SOLUCIÓN DE TRABAJO:

Diluir la solución madre en etanol en la porción 1:5; la que también deberá refrigerarse en tanto no se use.

##### PROCEDIMIENTO:

Humedecer un hisopo con solución salina, frotar la muestra problema y pasarlo a un tubo de ensayo con 2 ml. De la misma solución, calentar un minuto a 100°C., añadir unas gotas de reactivo, esperar unos segundos y agregar agua oxigenada. En caso positivo se obtendrá una coloración rosa brillante. (Moreno, L, 1979)



Figura.2.14.Fenolftaleina positiva. PGR, 2009.

### 2.3.3. TÉCNICA DE LA LEUCO MALAQUITA VERDE.

#### FUNDAMENTO QUÍMICO:

Se basa, al igual que en las anteriores en una reacción de oxido-reducción. La estructura química de esta sustancia recuerda a la de la fenolftaleína. El prefijo “leuco” se refiere a la forma reducida incolora; la forma leuco puede ser preparada por reducción de la malaquita verde. (Moreno, L, 1979)

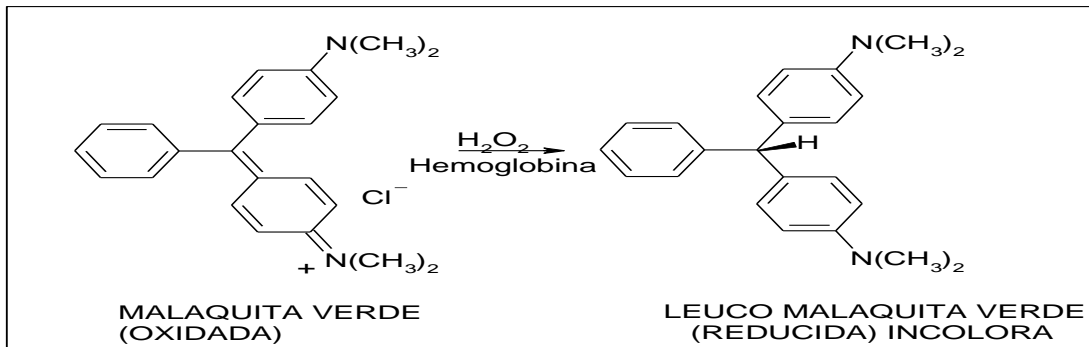


Fig. 2.15. Reacción de la leuco malaquita verde, Ambríz, 2002

Como en el caso de la fenolftaleína, la forma leuco puede ser oxidada por la acción de las peroxidasas para dar la forma oxidada verde. Esta técnica fue reportada menos sensible que la técnica de la bencidina. (Moreno, L, 1979)

**PREPARACIÓN DEL REACTIVO:**

- a) Se prepara una mezcla solida que contenga: 0.32 g. de perborato de sodio y 0.10 g. de malaquita verde; se mezclan perfectamente y se guardan en frasco ámbar. Esta mezcla dura un año sin perder su estabilidad.
- b) El solvente se prepara diluyendo 6.6 ml. de acido acético glacial en 3.3 ml. de agua destilada.
- c) Preparar el reactivo de trabajo, inmediatamente antes de usarlo, disolviendo la mezcla solida a) en la solución b) si en el reactivo recién preparado llegara a observarse la más leve coloración verde, no deberá ser usado.

**PROCEDIMIENTO:**

La mancha sospechosa, se levanta con un hisopo humedecido en agua destilada y se le agregan unas gotas del reactivo recientemente preparado. En caso positivo se observara una coloración verde.



Figura. 2.16. Malaquita verde . PGR, 2009.

#### 2.3.4. TÉCNICA DE LUMINOL.

La luminiscencia es un fenómeno producido por las moléculas de materia, que al ser lo suficientemente excitadas, emiten luz visible. Generalmente, la energía proviene de fuentes externas, como es el caso de la electricidad en las lámparas de neón, o el calor proveniente de una combustión. Sin embargo, también es posible producir luz por medio de reacciones químicas, que tienen como ventaja la baja producción de calor, aunque la emisión es bastante breve. Esta es la llamada luz fría. Existen distintos modos de producir luz fría. Principalmente está la quimioluminiscencia, fluorescencia, y la fosforescencia. (Locard, E, 1954)

La fluorescencia se debe a la absorción de ondas electromagnéticas de alta frecuencia, y la inmediata emisión de fotones de frecuencia más baja (léase, luz visible), como por ejemplo, en las lámparas de ultravioletas. La fosforescencia consiste en la reemisión progresiva de la energía captada inicialmente por el material, como por ejemplo, en las pantallas de rayos catódicos. En cambio, la quimioluminiscencia es propia de reacciones donde uno de los reactivos recibe una alta excitación, con la posterior emisión de luz visible. (Locard, E, 1954)

El luminol es el 3-Amino-ftalhidracina y la Hidrazina hidratada se prepara de la siguiente manera, en el momento de utilizarse:

Solución A.

- Luminol 0.1 g.
- Carbonato de sodio 1 g.
- Agua destilada c.b.p. 100 ml.

Solución B.

- Perborato de potasio 0.1 g.
- Agua destilada 100 ml.

A 1 ml de la solución A. se añade una gota de agua oxigenada e inmediatamente después, 2 gotas de la solución B; se espera un minuto y la mezcla se asperje sobre la zona sospechosa. En caso de ser positivo, las manchas de sangre producen luminiscencia. (Ambriz, M, 2002)

MECANISMO:

Primeramente, se debe conocer el proceso por el cual el luminol es capaz de emitir luz en determinadas condiciones y cuáles son estas condiciones. En disolución neutra el luminol está preferentemente en forma de ion dipolar ("zwitterion"). Sin embargo, en disolución alcalina el luminol está en forma de dianión. Este dianión, va a ser el verdadero reactivo en el proceso que nos interesa.

El dianión del luminol puede oxidarse por el oxígeno molecular para dar un intermedio quimioluminiscente. Se cree que la reacción tiene lugar de acuerdo con la siguiente secuencia:

- 1º El dianión del luminol experimenta una reacción con el oxígeno molecular para formar un peróxido de estructura desconocida.
- 2º Este peróxido es inestable y se descompone, con la pérdida de nitrógeno, originando el dianión 3-aminofталato en un estado electrónicamente excitado.
- 3º El dianión excitado, para estabilizarse, emite un fotón en forma de luz visible (siendo éste el responsable de la luz azul que se ve). (Manual PGJDF, 1984)

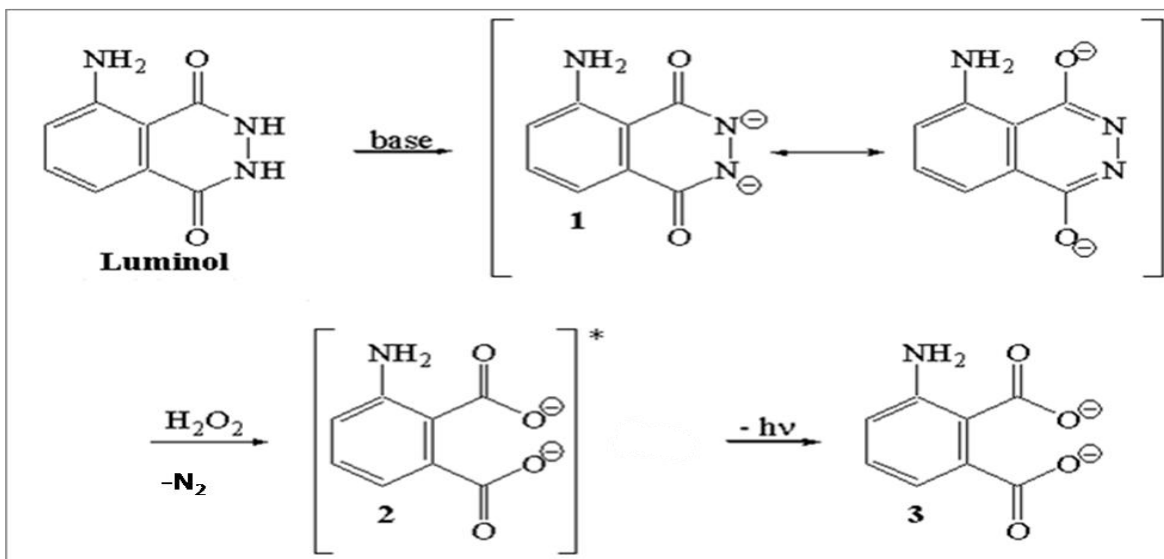


Figura. 2.17. LUMINOL, Manual PGJDF, 1984

El fenómeno por el cual se produce la emisión de luz es el siguiente. Cuando una molécula se encuentra en estado excitado, tiene más energía que la que le corresponde. Ese exceso de energía provoca que la molécula no sea estable en ese estado excitado, lo que conlleva que la molécula pierda la energía que le sobra espontáneamente para volver al estado fundamental (que es el estado energético más estable de una molécula). Esa pérdida de energía se produce, normalmente, en forma de radiación electromagnética (luz), como en el caso que nos concierne, o en forma de calor. El fenómeno de conversión interna es un proceso por el cual la molécula, que se encuentra en un estado excitado desde el cual no puede emitir radiación, pasa a otro estado excitado desde el que ya sí puede hacerlo. (Manual PGJDF, 1984). Como reactivo, no altera la mancha, se puede continuar con la metodología normal.

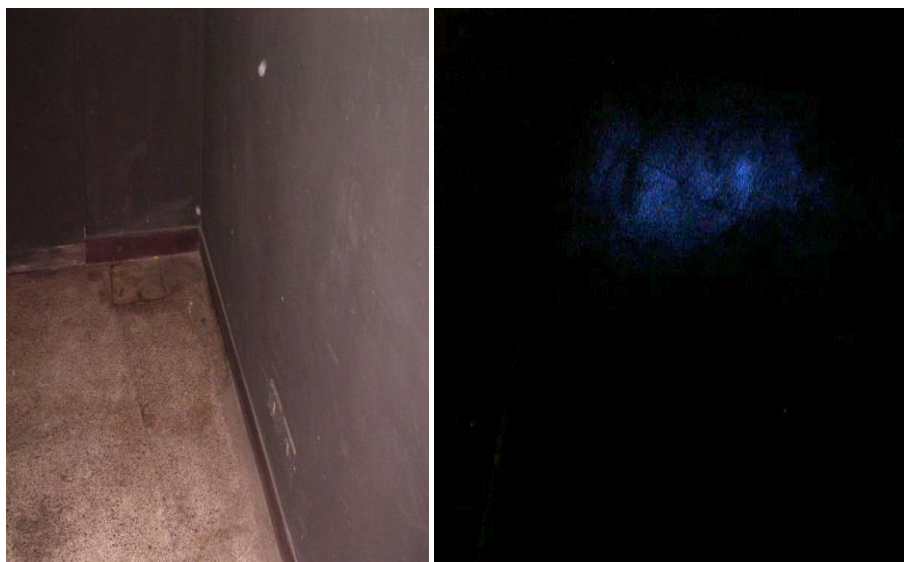


Figura. 2.18. Rastreo hemático luminol. PGJ, 2009.

## 2.4. TÉCNICAS DE CONFIRMACIÓN Y DETERMINACIÓN DEL ORIGEN DE LA SANGRE.

### 2.4.1. CRISTALES DE HEMINA O DE TEICHMANN.

#### FUNDAMENTO QUÍMICO:

La hemoglobina, cuando es tratada con ácido acético, se separa inmediatamente de las proteínas. Durante la hidrólisis la globulina se desnaturaliza.

La oxidación del hierro del grupo hem se efectúa más rápidamente en medio ácido que en medio alcalino. Si está presente un halógeno inorgánico como el cloro, se formarán cristales insolubles de cloruro de ferriprotoporfirina ó hemina. (Ambriz, M, 2002)

#### PREPARACIÓN DEL REACTIVO:

- Cloruro de sodio 0.1 g.
- Bromuro de potasio 0.1 g.
- Ioduro de potasio 0.1 g.
- Ácido acético c.b.p. 100 ml.

#### PROCEDIMIENTO:

1. Colocar la muestra problema en el centro de una laminilla de vidrio y poner encima de ella un cubreobjetos
2. Deslizar entre lámina y laminilla, por capilaridad, unas gotas del reactivo de Teichman.
3. Calentar lentamente y a baja temperatura la laminilla hasta evaporación.
4. Dejar enfriar y observar al microscopio.

En caso de ser positivo se observarían cristales romboides de color café obscuro.

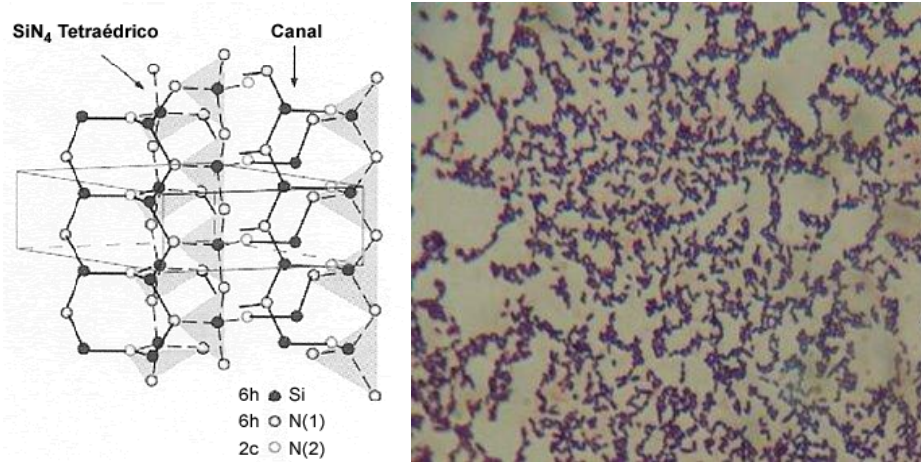


Figura. 2.19. Cristales de hemina. INACIPE, 2010.

#### 2.4.2. PRUEBA DE TAKAYAMA.

##### FUNDAMENTO QUÍMICO:

Tanto la ferroprotoporfirina como la ferriprotoporfirina tienen la capacidad de combinarse con otros compuestos nitrogenados por medio de la globulina. Tales compuestos incluyen otras proteínas, hidróxido de amonio, cianuro, nicotina y piridina y los productos resultantes se llaman hemocromógenos. Los cristales pueden formarse tanto en medio ácido como alcalino; sin embargo, el reactivo de Takayama es de naturaleza alcalina. (Ambriz, M, 2002)

##### MECANISMO DE LA REACCIÓN:

El hidróxido de sodio efectúa una hidrólisis alcalina, liberando el grupo proteico de la hemoglobina; el hierro del grupo hemo en este momento se encuentra como ion férrico (+3) debido a la formación de la metahemoglobina en el proceso de desecación de la mancha de sangre. La carga (+3) del hierro se neutraliza por el ion  $\text{OH}^-$ . Calentando la glucosa (a azúcar reducida), se reduce el ion férrico a ferroso (+2) y la piridina se combina con éste para formar un producto cristalino insoluble: el hemocromógeno ó piridinferroprotoporfirina. (Ambriz, M, 2002)

La prueba es más sensible y sencilla que la de los cristales de hemina y no se dan casos de falsas reacciones positivas.

##### PREPARACIÓN DEL REACTIVO DE TAKAYAMA:

- Una parte de la solución saturada de glucosa.
- Una parte de la solución de hidróxido de sodio al 10%
- Una parte de piridina. (PM: 79.1 D=048).
- Dos partes de agua destilada.

Una vez preparada la mezcla se guarda en frasco ámbar. la solución deberá ser preparada inmediatamente antes de utilizarse.

**PROCEDIMIENTO:**

- a) Colocar una pequeña cantidad de muestra problema entre una laminilla portaobjetos y un cubreobjetos.
- b) Deslizar por capilaridad unas gotas del reactivo entre lámina y laminilla.
- c) Calentar la laminilla a baja temperatura durante 30 s.
- d) Observar al microscopio. En caso positivo se observaran cristales romboidales de color rosa alrededor de la muestra.

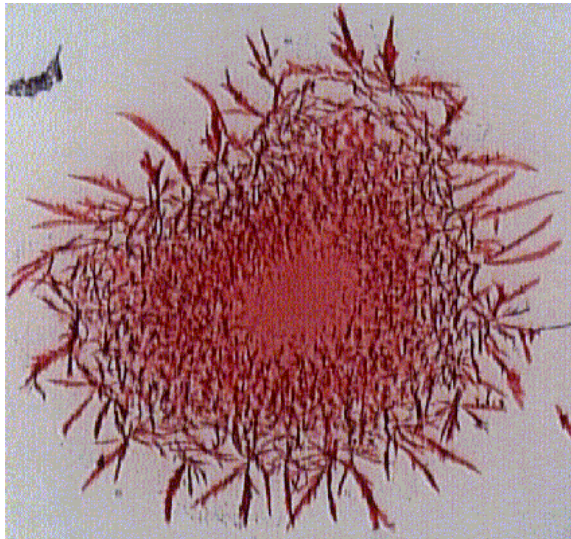


Figura.2.20. Takayama positivo. INACIPE, 2010.

### **2.4.3. TÉCNICA DE PRECIPITINAS EN CAPILAR.**

La técnica de elección para determinar si una mancha de sangre es de origen humano, es la reacción de las precipitinas descubierta en 1900 por Uhlenhuth.

**FUNDAMENTO DE LA TÉCNICA:**

Las moléculas del anticuerpo (inmunoglobulina) reaccionan con el antígeno (proteína soluble) para formar un precipitado fácilmente visible bajo condiciones de la luz apropiadas y a las concentraciones equivalentes de antígeno y de anticuerpo.

Esta reacción antígeno-anticuerpo está influida por varias fuerzas, interactuando entre los factores reaccionantes como son: las fuerzas de Van der Waals, puentes de hidrogeno, interacción de dipolos, atracción entre los antígenos no polares y la superficie del anticuerpo, y la atracción electrostática. La reacción misma tiene lugar en varias etapas. Inicialmente se forma un complejo antígeno-anticuerpo soluble; conforme la reacción prosigue, ese complejo empieza a unirse y forma una tupida red compuesta de moléculas de anticuerpo bivalente y moléculas de antígeno polivalente. Esta reacción crece rápidamente formando partículas del tamaño suficiente como para ser insolubles y formar un precipitado visible. (Morrison, B, 1998)



Debe tenerse en mente que para la reacción se lleve a cabo se requiere que la concentración del antígeno y del anticuerpo sean equivalentes; un exceso de alguno de los dos producirá un resultado negativo. La reacción debe efectuarse observando la interfase entre los dos líquidos en un tubo de ensayo ó en un capilar; también puede hacerse sobre gel por medio del fenómeno de difusión entre las partes reaccionantes, o bien por el método de electroforesis.

La técnica de precipitinas en tubo capilar, tiene la ventaja de ser rápida y sencilla pero es necesario tener una muestra clara. En ella debe efectuarse una cuidadosa estratificación en doble capa de la solución del antígeno se encuentra sobre la preparación del anticuerpo. (Morrison, B, 1998)

La precipitación sobre gel tiene la ventaja de poder realizarse con el extracto de una mancha de sangre aunque este sea turbio, y requiere de muy pequeña cantidad de muestra, pero tienen como desventaja el emplear varias horas para que se efectúe la dilución. (Outteridge, F, 1999)

La técnica electroforética, tienen la ventaja de acelerar la difusión sobre gel y por lo tanto disminuye el tiempo de reacción además de ser más sensible que las otras técnicas, pero requiere de un equipo más costoso. (Morrison, B, 1998)

#### FACTORES QUE AFECTAN LA REACCIÓN:

Son varios factores que pueden afectarla: la edad de la muestra; su exposición al aire, a la luz solar, a la humedad y a las altas temperaturas; el grado de putrefacción y la contaminación con compuestos químicos, tales como detergentes. Además, la reacción debe efectuarse en condiciones óptimas de temperatura, de pH, de solubilidad de la muestra y de dilución del extracto obtenido de ella. Especialmente la edad y la putrefacción de las proteínas de la sangre; la exposición al aire, a la luz solar y a la humedad a menudo producen cambios por oxidación. (Outteridge, F, 1999)

El extracto de la mancha de sangre debe tener un pH casi neutro y la prueba debe llevarse a la temperatura del laboratorio, aproximadamente 22°C. Algunas muestras requieren de 24 horas de refrigeración. El tiempo adecuado dependerá de las condiciones de la muestra y el título de dilución deberá ser de 1 a 1,000. (Ambriz, 2002)

#### PROCEDIMIENTO:

##### Reactivos.

1. Antisuero humano precipitante.
2. Solución salina fisiológica.

Cortar un pequeño fragmento de la mancha y extraer en un tubo de ensayo de 12x 75 cm. con unas gotas de solución salina fisiológica; el tiempo requerido dependerá de la naturaleza de la mancha; normalmente se requieren de 1 a 2 minutos. Si la solución esta turbias es conveniente centrifugar y utilizar el sobrenadante. (Moreno, L, 1979)

Dos gotas del extracto diluido se colocan en un tubo capilar de tal forma que el líquido humedezca la pared del tubo por lo cual es preferible hacer esto con el capilar inclinado.



Una cantidad de antisuero se absorbe en el mismo capilar de manera que quede abajo del extracto de la muestra que quede abajo del extracto de la muestra. El tubo se fija perpendicularmente sobre un soporte. La observación se hace con luz indirecta y sobre fondo oscuro, la aparición de un anillo de precipitación en la interfase de los dos líquidos indica reacción positiva. (Ambriz, M, 2002)

El resultado se considera positivo si la precipitación aparece antes de 20 minutos, después de ese tiempo el resultado deja de ser confiable.

Es conveniente una vez hecha la extracción, determinar el pH con papel indicador, si la reacción no es neutra, neutralizar: NaOH al 0.1% si la reacción es acida hasta lograr un pH neutro, ó con ácido clorhídrico al 0.1% si es alcalina. (Ambriz, M, 2002)

En cuanto al antisuero precipitante aun cuando puede ser preparado en el laboratorio, es preferible obtener productos comerciales y determinar su potencia, efectuando diluciones con muestras de sangre testigo. (Ambriz, M, 2002)

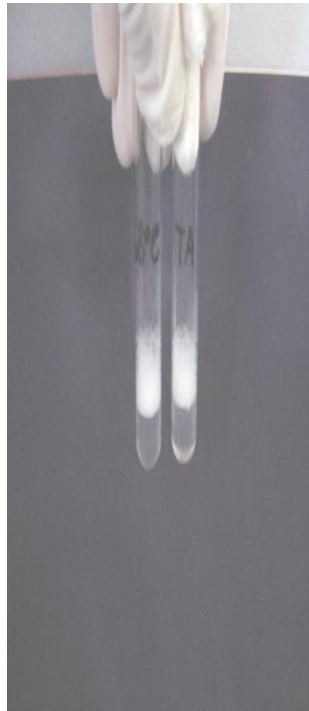


Figura. 2.21. Precipitinas positiva. INACIPE, 2010.

#### 2.4.4. TÉCNICA EN INMUNOELECTROFORESIS CRUZADA PARA IDENTIFICAR SANGRE HUMANA.

##### FUNDAMENTO:

Esta técnica inmunoquímica se basa en las reacciones que se efectúan entre un antígeno que emigra anódicamente y un anticuerpo que emigra hacia el cátodo durante una electroforesis. Sobre una placa de agarosa, se hacen horadaciones en pares, el antígeno (seroalbuminas y alfa beta globulinas) se coloca en una de ellas y el anticuerpo (gamma globulinas) en la otra; una vez terminada la electroforesis aparecen bandas visibles de precipitación entre las perforaciones pares de los materiales proteínicos específicos.

##### MATERIAL Y EQUIPO:

- Cámara de electroforesis submarina
- Fuente de poder con control de voltaje hasta 500 v., 20 ma. Y control de tiempo.
- Puentes de papel filtro u otro material absorbente.
- Perforador y extractor de gel de aproximadamente 2mm. De diámetro.
- Micropipetas graduadas
- Portaobjetos desgrasados y pulidos.

##### REACTIVOS:

1. Suero antihumano de conejo completo.
2. Agar.
3. Acido dietilbarbitúrico.
4. Barbital sódico.
5. Lactato de calcio.

##### PREPARACIÓN DE REACTIVOS:

###### Buffer para cámara de electroforesis (pH 8.6)

- a) Acido dietilbarbitúrico 1.38 g.
- b) Barbital sódico 8.76 g.
- c) Lactato de calcio 0.384 g.
- d) Agua desionizada c.b.p. 1000 ml.

###### Buffer para gel (pH 8.6)

- a) Acido dietilbarbiturico 1.1 g.
- b) Barbital sódico 7.0 g.
- c) Lactato de calcio 1.0 g.
- d) Agua desionizada c.b.p. 1000 ml.

Gel.

Pesar 2 g. de gel (difco Agar especial) y añadir 100 ml. de agua destilada, mezclar y agregar 100 ml. de buffer para gel.

PREPARACIÓN DE LAS PLACAS:

Sobre una superficie uniforme y perfectamente nivelada, colocar los portaobjetos y con la solución de gel, lo suficientemente caliente para facilitar su aplicación, dejar caer con pipeta y partiendo del centro de la placa, 2.5 ml. de gel, teniendo cuidado de que su distribución en la placa sea uniforme. Una vez solidificado el gel, acomodar las placas en una caja de plástico en cuya base se ha colocado una gasa húmeda para evitar la desecación del gel; conservarlas en refrigeración un mínimo de una hora hasta el momento de su uso, las placas pueden almacenarse en estas condiciones aproximadamente durante un mes. También se puede almacenar en el refrigerador tubos de ensayo conteniendo 7 ml. de gel. Para ser utilizados en el momento que se requieran, licuándolos por calentamiento y aplicando el gel sobre las laminillas portaobjetos como se indica al principio de este apartado.

PROCEDIMIENTO:

- a) Colocar en uno de los compartimentos laterales de la cámara de electroforesis 100 ml. de buffer para cámara de electroforesis.
- b) Colocar los puentes de papel filtro u otro material absorbente adecuado en los compartimentos laterales.
- c) Preparar el extracto de muestra ó muestras problema, suspendiéndoles un mínimo de 5 minutos en el buffer para gel.
- d) Colocar muestras problema, antisuero y testigos, como se ilustra a continuación, colocando en cada horadación de 8 a 10 lambdas.

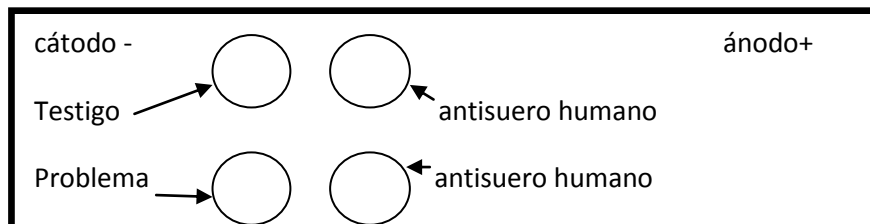


Figura. 2.22. Preparación de placas para Inmunolectroforesis cruzada, Ambriz, 2002

- e) Una vez aplicadas las muestras contra su antisuero específico, se coloca la placa en la cámara de electroforesis, poniendo especial atención en que la polaridad sea la correcta.
- f) Trabajar a 150 v. durante 45 minutos.

INTERPRETACIÓN:

Una vez terminado el periodo de corrimiento programado, observar y en caso positivo las bandas de precipitación se harán visibles en la zona comprendida entre el antígeno y el anticuerpo. (Boorman, E, 1971)

## 2.5. DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN SANGRE FRESCA Y MANCHAS DE SANGRE SECA CON FINES FORENSES.

La determinación del grupo sanguíneo en la práctica forense aporta a los tribunales, en pocas ocasiones, elementos de prueba muy importantes tanto para señalar si una mancha de sangre recogida del lugar de los hechos puede provenir de la víctima ó bien del victimario; ó con mayor certeza indicar que no puede haber analogía entre la sangre encontrada y la de la víctima ó la de su presunto agresor. (Culliford, J, 1974)

El grupo sanguíneo ABO sigue siendo el más importante en la actualidad. La presencia ó ausencia en los eritrocitos de los antígenos de grupo sanguíneo A y B, determina los 4 grupos del sistema, por tanto podemos encontrar individuos pertenecientes a los siguientes grupos: A, B, AB, y O; clasificación en la que el O denota la ausencia de A y de B. Un hecho sobresaliente de este sistema es la presencia regular de anticuerpos anti-A ó ( $\alpha$ ) y anti-B ó ( $\beta$ ) en el suero de individuos cuyos eritrocitos no tienen el correspondiente antígeno ó aglutinógeno. El aglutinógeno de los eritrocitos y los anticuerpos contenidos en el suero son los siguientes:

Tabla 2.2. Clasificación del grupo sanguíneo ABO, Rodríguez, 1980

Grupo	Subgrupo	Antígenos en eritrocitos	Anti-cuerpos En suero
O	-	NINGUNO	Anti-A1 Anti-A Anti-B
A	A1 A2	A1 + A A	Anti-B Anti-A1
B	-	B	Anti-A Anti-A1
AB	A1B A2B	A1 + A+ B A + B	No Anti-A1

### 2.5.1. DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN SANGRE FRESCA.

Recolección de muestras y preparación de las muestras sujetas a estudio.

EN PERSONAS VIVAS:

1. Tomar 5 ml. de sangre venosa con jeringa estéril y seca.
2. Separar el suero por centrifugación.
3. Hacer una suspensión del paquete globular al 2% en el propio suero de la muestra tomada, efectuar determinaciones en tubo de ensayo y al 5% para determinaciones en placa.

EN CADÁVERES:

1. Tomar 5 ml. de sangre de una arteria ó vaso grueso ó bien de la cavidad cardiaca teniendo cuidado de que no se contamine con tejido adiposo del propio cadáver.
2. Separar el paquete globular por centrifugación.
3. Lavar el paquete globular tres veces con solución salina fría, fresca y estéril.
4. Hacer una suspensión al 2% en solución salina para determinaciones en tubo y al 5% para determinaciones en placa.

EN COÁGULOS:

1. Exprimir cuidadosamente el coagulo contra las paredes de un tubo de ensayo de 13 x 100, con el auxilio de un aplicador de madera.
2. Lavar lo extraído durante tres ocasiones con solución salina.
3. Hacer suspensiones al 2% y al 5% igual que en los casos precedentes.

MATERIAL EMPLEADO:

1. Centrifuga calibrada a 3,400 R.P.M.
2. Tubos de ensayo de 12 x 75 mm.
3. Laminillas portaobjetos ó placas hemoclasificadoras.
4. Pipetas Pasteur
5. Bulbos de goma.
6. Aplicadores de madera.
7. Solución salina fresca y estéril (8.5 g. de cloruro de sodio disueltos en 1,000 ml. de agua destilada).
8. Suero humano hemoclasificador:  
Anti-A  
Anti-B  
Lecitina anti-H  
Anti-A1  
Anti-Rh<sup>o</sup>D  
Anti-M  
Anti-N

PROCEDIMIENTO PARA DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN TUBO:

- a) Preparar suspensiones de glóbulos rojos al 2% en solución salina.
- b) Colocar una gota de suero anti-A en un tubo signado como A. una gota de suero anti-B en un segundo tubo signado como B. una gota de lecitina anti-H en un tercer tubo signado como O. una gota de anti-A1 en el tubo cuatro que se marcara como A1. una gota de suero anti- Rh<sup>o</sup>D en otro tubo al que se denotara Rh.
- c) Añadir a cada tubo una gota de la suspensión de eritrocitos preparada en a).
- d) Mezclar y centrifugar 15 segundos a 3,400 R.P.M. para los primeros cuatro tubos y 90 segundos para el correspondiente al Rh.
- e) Añadir suavemente para desprender el botón globular y observar microscópicamente la presencia ó ausencia de aglutinación.

INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

- Si se observa aglutinación en el tubo A; la sangre corresponderá al grupo A.
- Si se observa aglutinación en el tubo B; la sangre corresponderá al grupo B.
- Si se observa aglutinación en el tubo A y el B; la sangre corresponderá al grupo AB.
- Si no se observa aglutinación en el tubo A y el B; la sangre corresponderá al grupo O y se observara además que aglutina el tubo marcado como O.
- Si se observa aglutinación en el tubo A y el A1; la sangre corresponderá al grupo A1.
- Si se observa aglutinación en el tubo A y el O; la sangre corresponderá al grupo A2.
- Si se observa aglutinación en el tubo 5, la sangre será Rh positiva: si no hay, la muestra será Rh negativa.

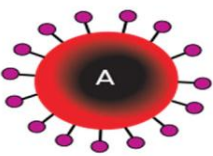
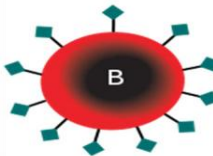
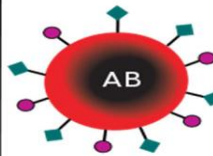
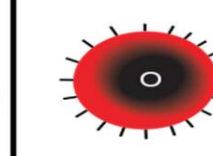


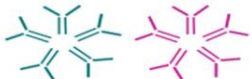



TIPO DE SANGRE	Grupo A	Grupo B	Grupo AB	Grupo O
ERITROCITOS				
ANTICUER-POS	 Anti-B	 Anti-A	Ningunos	 Anti-A y Anti-B
ANTÍGENOS	A antígeno 	B antígeno 	A y B antígeno 	No antígenos

Figura.2.23. Determinación del grupo sanguíneo. INACIPE, 2010.

DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN PLACA:

- a) Preparar suspensiones de eritrocitos al 5% en solución salina.
- b) Dibujar sobre la parte superior de la placa las siguientes anotaciones: A; B; AB; O, A1; Rh.
- c) Colocar una gota de anti-A; anti-B; anti-AB; lecitina anti-H; anti-A1 y anti- Rh<sup>o</sup>D, en el mismo orden indicado para hacer anotaciones.
- d) Añadir sin mezclar y a un lado de las gotas de antisueros, una gota de suspensión de eritrocitos al 5%.
- e) Mezclar la suspensión de eritrocitos con la ayuda de un aplicador de madera, con cada uno de los antisueros previamente colocados.
- f) Observar macro y microscópicamente la presencia ó ausencia de aglutinación a los 30 segundos.
- g) La interpretación será igual que en el caso anterior.

El mayor grado de confiabilidad se obtendrá si se realiza la prueba en tubo, pero será preferible emplear las dos técnicas. Para caracterizar de una forma más completa una sangre, se requiere en ocasiones de la determinación de los grupos antigénicos M y N. en ese caso se procede de igual manera a la descrita en los párrafos precedentes. (Spalding, P, 1976)

### **2.5.2. DETERMINACIÓN DEL GRUPO SANGUÍNEO EN SANGRE SECA.**

En manchas de sangre seca, las células se han roto y por tanto las pruebas de aglutinación directa no son factibles, sin embargo los antígenos del sistema ABO no se desnaturalizan tan rápidamente por sequedad y en este sistema sobreviven durante algún tiempo y conservan la capacidad de combinarse con anticuerpos específicos. La formación de estos complejos antígeno-anticuerpo es la base de todos los métodos empleados en la detección de antígenos en el estroma de las células rojas en manchas de sangre seca. (Wiener, S, 1961.)

El método tradicional de absorción-inhibición, fue utilizado para tal fin durante varios años, este método es menos confiable si se le compara con otras técnicas más recientes como lo es la de absorción-elución. Cuando las muestras de sangre seca se retienen sobre un buen soporte, como son fibras textiles, las partículas allí adheridas conservan eficientemente el material antigénico. (Ambriz, M, 2002)

La técnica de absorción-elución tiene como fundamento un primer proceso de absorción específica entre la mancha problema y su anticuerpo homólogo, después de que la absorción es completa, el excedente de anticuerpo se elimina por medio de lavados de solución salina fría. El complejo antígeno-anticuerpo se disocia por calentamiento, generalmente a 56°C; el anticuerpo eluido se pone en contacto con los eritrocitos lavados de propiedades antigénicas conocidas; finalmente la aglutinación indica la presencia de un antígeno de la misma especificidad que el de las células usadas como testigo. (Moreno, L, 1979)

La técnica de absorción-elución es actualmente la más satisfactoria para la determinación del grupo del sistema ABO en muchas manchas de sangre seca y también se reporta que puede usarse para el sistema M N y para el sistema Rh, aun cuando se tiene el inconveniente, en el caso del M N, de que sus antígenos son mas difícilmente detectables por la inespecificidad y mala calidad de los antisueros disponibles y en el caso del sistema Rh, se requiere de mayores cantidades de muestra por tener que estudiarse el Rh<sup>o</sup>D, otros grupos del sistema y sus cinco subgrupos. (Ambriz, M, 2002)

La técnica de absorción inhibición deber ser empleada de manera paralela a la anterior para la determinación del grupo en manchas de sangre y por otra parte cabe señalar que es el procedimiento de elección en determinaciones de grupo en saliva y liquido seminal, fluidos orgánicos en los que el antígeno se encuentra en forma soluble. (Spalding, P, 1976)



### 2.5.2.1. TÉCNICA DE ABSORCIÓN-ELUCIÓN PARA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ABO EN MANCHAS DE SANGRE SECA.

#### MATERIAL EMPLEADO:

- Sueros hemoclasificadores anti-A, anti-B, anti-AB y lecitina anti-H.
- Metanol.
- $\text{Na}_2\text{HPO}_4$ .
- $\text{KH}_2\text{PO}_4$ .
- NaCl.
- Tubos de ensayo de 13 x 10.
- Pipetas Pasteur.
- Bulbos de goma.
- Tijeras.
- Aplicadores de madera.
- Guantes desechables.
- Tela estéril y sin apresto, de algodón.
- Gradillas para tubos de ensayo de 13 x 100.
- Refrigerador.
- Centrifuga.
- Baño María a temperatura constante.
- Horno.

#### REACTIVOS:

Buffer salino (solución estándar).

Solución A. preparar una solución de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  1/15 molar (9.47 g. por litro).

Solución B. preparar una solución de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1/15 molar (9.08 g. por litro).

Buffer final.

A 72 ml. de la solución A, añadir 50 ml. de la solución B y 8.5 g de cloruro de sodio Q.P. aforar a 1000 ml. en matraz volumétrico. El pH final deberá de ser de 7.2.

#### PREPARACIÓN DE LOS ANTISUEROS:

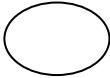
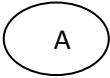
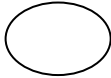
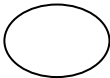
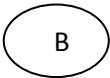
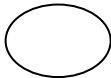
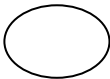
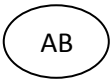




Los sueros anti-A y anti-B, se diluyen de la siguiente manera: 1.0 ml. de antisuero, se añaden 10 ml de la solución buffer final. Los sueros anti-AB y anti-H, se utilizan sin diluir.

#### PROCEDIMIENTO:

- a) Cortar cuatro fragmentos de la tela impregnada con sangre problema, que medirán 3 mm<sup>2</sup>. (cuando la mancha problema no se encuentre sobre tela, absorberla con solución salina en pequeños trozos de algodón) y colocar cada recorte en los tubos necesarios.
- b) Los tubos se colocan en una misma columna de una gradilla, columna que se marcará como problema.

- c) En la forma antes descrita se prepara otra serie de tubos en cuyo interior se colocaran fragmentos de tela manchados con sangre de grupo conocido: A, B, AB y O, marcándose tal columna como testigo.
- d) Igualmente se colocara otra serie de tubos que contengan fragmentos de tela en estudio, que no se encuentre maculada con sangre y se pondrán en una tercera columna signada como control.
- e) Obsérvese en el diagrama siguiente como las hileras horizontales de la gradilla se marcaran; anti-A; anti-B, anti-AB y anti-H; en cada una de ellas y en la columna de testigo, se encontrara al respectivo tubo conteniendo muestras de grupo conocido, requisito sin el cual la técnica carece de validez.

Tabla 2.3. Preparación de antisueros para absorción elución, Ambriz, 2002

ANTI-A	Problema	testigo	control
			
ANTI-B			
ANTI-AB			
ANTI-H			

- f) Fijar las manchas de sangre impregnadas en la tela cubriéndolas con metanol cuando menos durante 15 minutos. Después de ese tiempo eliminarlo totalmente.
- g) Agrega a cada tubo de la hilera anti-A, dos gotas de suero anti-A; a los de la hilera B, suero anti-B, a los de la hilera AB, suero anti-AB y a los de la hilera H, lecitina anti-H.
- h) Dejar en refrigeración durante toda la noche a 4°C.
- i) Lavar con solución salina fría 6 veces ó hasta obtener una solución clara e incolora.
- j) Añadir a cada tubo dos gotas de solución salina a temperatura ambiente.
- k) Colocar la gradilla en el baño María a 56°C durante 10 ó 15 minutos.
- l) Sacar cuidadosamente los trozos de tela con un aplicador de madera, diferente para cada tubo.
- m) Agregar una gota de glóbulos lavados al 27%:  
Del grupo A a los tubos de la hilera A.  
Del grupo B a los tubos de la hilera B.  
Del grupo AB a los tubos de la hilera AB.  
Del grupo O a los tubos de la hilera H.
- n) Centrifugar durante treinta segundos a 3900 R.P.M.
- o) Observar si existe ó no aglutinación

Interpretación de los resultados.

1. Si hay aglutinación en el tubo problema de la hilera marcada como anti-A, el grupo corresponderá al A; puede aglutinar ligeramente en el tubo problema de anti-AB.
2. Si hay aglutinación en el tubo problema de la hilera marcada como anti-B, el grupo corresponderá al B; también puede aglutinar ligeramente en el tubo problema de anti-AB.
3. Si hay aglutinación en el tubo problema de la hilera marcada como anti-A, anti-B, y anti-AB, pero no el de la hilera signada como anti-H, el grupo corresponderá al AB.
4. Si existe aglutinación en el tubo problema de la hilera anti-H y simultáneamente en el problema de la hilera signada como anti-A, el grupo en cuestión corresponderá al A2.
5. Si no hay aglutinación en los tubos problema de las tres hileras, pero si en el de la hilera marcada como anti-H, el grupo sanguíneo corresponderá al O.

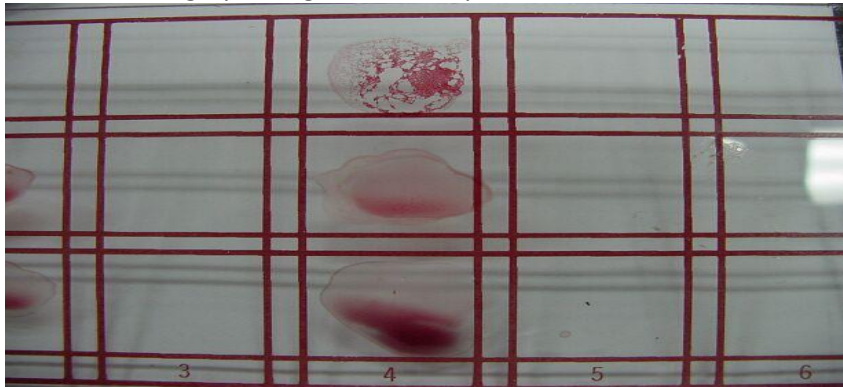


Figura. 2.24. Absorción- elución. INACIPE, 2010.

### 2.5.2.2. TÉCNICAS DE ABSORCIÓN-ELUCIÓN PARA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA M N EN MANCHAS DE SANGRE SECA.

En esta técnica, que debe ser realizada por un experto en la materia debido a las dificultades ya anotadas en páginas anteriores, se efectúa como sigue:

Tabla 2.4. Preparación de la muestra para la determinación del sistema M N, Ambriz, 2002

	problema	testigo	control
Anti-M		M	
Anti-N		N	

1. Colocar pequeños fragmentos de tela maculada de 1.5 milímetros cuadrados: los del problema en la columna respectiva; otros maculados con sangre de propiedades antigénicas conocidas, del grupo M en la primera hilera y del grupo N en la segunda. En la columna control fragmentos de tela de las mismas dimensiones, calidad y características pero sin macula en la columna de control. NO FIJAR CON METANOL, como el caso del sistema ABO.
2. Colocar una gota de anti-M sin diluir a la hilera de anti-M, y una gota también sin diluir a la hilera de tubos signada como anti-N, asegurándose de que el antisuero cubra a la muestra.
3. Dejar en refrigeración toda la noche a 4°C.
4. Aspirar y lavar con solución salina 5 veces.
5. Agregar 3 gotas de células conocidas de M a la hilera uno y de N, a la hilera dos.

6. Eluir a 56°C durante 15 minutos.
7. Agitar mecánicamente durante 15 minutos.
8. Leer aglutinación.
9. Interpretación:
  - Si aglutina en la hilera de anti-M, el grupo será M.
  - Si aglutina en la hilera de anti-N, el grupo será N.
  - Si aglutina en ambas hileras el grupo buscado será MN.

### **2.5.2.3. TÉCNICAS DE ABSORCIÓN-ELUCIÓN PARA DETERMINACIÓN DE LOS FACTORES RH EN MANCHAS DE SANGRE SECA.)**

Para efectuar estas determinaciones es indispensable contar con una muestra de sangre fresca del grupo O que contenga los cinco antígenos del sistema Rh (Rh1 Rh2).

#### **PREPARACIÓN DE LAS CÉLULAS TESTIGO:**

Estas células deberán de ser preparadas inmediatamente antes de ser utilizadas, a partir de una muestra con las características denotadas en el párrafo anterior, lavándolas 3 veces con solución salina y tratándolas posteriormente con bromelina comercial diluida 1:10 con una solución buffer pH 5.7, que se prepara como sigue:

- 14 volúmenes de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  0.2 molar.
  - 14 volúmenes de  $\text{NaH}_2\text{PO}_4$  0.2 molar.
  - 15 volúmenes de agua destilada.
1. Colocar dos gotas de glóbulos lavados Rh1 Rh2 en un tubo de 12 x 75 mm.
  2. Agregar a un segundo tubo 0.1 ml. de solución de bromelina y 0.9 ml. de la solución buffer, quedando así la enzima diluida 1 a 10. Mezclar perfectamente.
  3. Colocar cada tubo en la incubadora durante 5 a 6 minutos.
  4. Añadir 4 gotas de buffer con bromelina a las dos gotas del paquete globular Rh1 Rh2. Mezclar.
  5. Colocar este tubo en la incubadora a 37°C, exactamente durante diez minutos.
  6. Sacar el tubo de la incubadora y llenarlo con solución salina estéril y fresca; centrifugar inmediatamente, de esta manera lavar inmediatamente con solución salina 3 veces más, usando pipeta Pasteur para eliminar el sobrenadante, dejando al fondo el paquete globular y agitando al agregar la solución salina en cada lavado.
  7. Con los glóbulos lavados hacer una suspensión al 3.5%, aproximadamente.

#### PREPARACIÓN DE LAS MUESTRAS:

- a) Diluir los sueros anti-D y anti-c, usando una gota de suero y 9 gotas de solución salina con lo que quedaran diluidas 1:10.
- b) Los sueros anti-C, anti-E, y anti-e se diluirán en la proporción 1:2, es decir, una gota de suero y una gota de solución salina.
- c) La albumina bovina se diluirá al 1.5% con solución salina.

Colocar fragmentos de la tela manchada tanto con sangre problema como con sangre testigo, de 3 x 3 mm. Para los grupos c y D; y de 4x 4 para los grupos C, E Y e.

#### APLICACIÓN DE LA TÉCNICA:

1. Colocar los fragmentos de tela en sus respectivos tubos.
2. Añadir una gota del antisuero específico en cada uno de los tubos correspondientes, a la dilución arriba indicada.
3. Tapar bien los tubos y colocar en gradilla, dentro de una incubadora a 37°C, durante toda la noche.
4. A la mañana siguiente lavar con solución salina durante 2 hrs, cambiando seis veces esa solución con intervalos de veinte minutos.
5. Quitar la última solución salina y agregar 3 gotas de albumina diluida como se indica en c) a cada tubo. Para la elución.
6. Incubar durante 40 minutos el baño de agua a 60°C, sin tapar.
7. Sacar la gradilla con los tubos rápidamente retirara las pinzas de la tela, con la ayuda de aplicadores de madera.
8. Agregar células testigo Rh1 Rh2 tratadas con bromelina y tapar los tubos.
9. Incubar a 37°C durante hora y media.
10. Centrifugar durante un minuto.
11. Leer macroscópicamente y después anotar los resultados, pasar el contenido de cada tubo a una laminilla que contenga una gota de solución salina, mezclar y leer al microscopio, cuidando de haber anotado previamente en cada laminilla la letra correspondiente.

#### **2.5.2.4. TÉCNICAS DE ABSORCIÓN-INHIBICIÓN PARA DETERMINACIÓN DEL SISTEMA ABO EN MANCHAS DE SANGRE SECA.**

El material antígeno se coloca en contacto con su anticuerpo homologa a fin de efectuar su absorción específica. El anticuerpo del sobrenadante, se observa con eritrocitos de propiedades antigénicas conocidas; cabe señalar la conveniencia de trabajar con testigos de grupo conocido.

#### PREPARACIÓN DE LA SOLUCIÓN BUFFER:

Solución A. preparar una solución de  $\text{Na}_2\text{HPO}_4$  1/15 molar (9.47 g. por litro).

Solución B. preparar una solución de  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  1/15 molar (9.08 g. por litro).

Buffer final: en un matraz volumétrico de 1000 ml. colocar 72 ml. de solución A; 28 ml. de la solución B y aforar a 1000 ml con solución salina (8.5 g. de NaCl en 1000 ml de agua destilada); el pH final deberá de ser de 7.2.

#### PREPARACIÓN DE LOS SUEROS:

Anti-A: se diluyen 3.5 ml. de suero con 450 ml. de solución buffer pH 7.2.

Anti-B: diluir 10 ml. del suero con 450 ml. del buffer arriba señalado.

Anti-H: se utiliza sin diluir.

Nota.- en este procedimiento el suero debe ser preparado titulando el antígeno ya que se prueba el anticuerpo residual, siendo por lo tanto de suma importancia la concentración inicial.

#### PREPARACIÓN DE LAS CÉLULAS CONOCIDAS:

Lavar tres veces con el buffer salino pH 7.2 y hacer una suspensión al 2% con eritrocitos conocidos de los grupos O, A2 y B.

#### PROCEDIMIENTO:

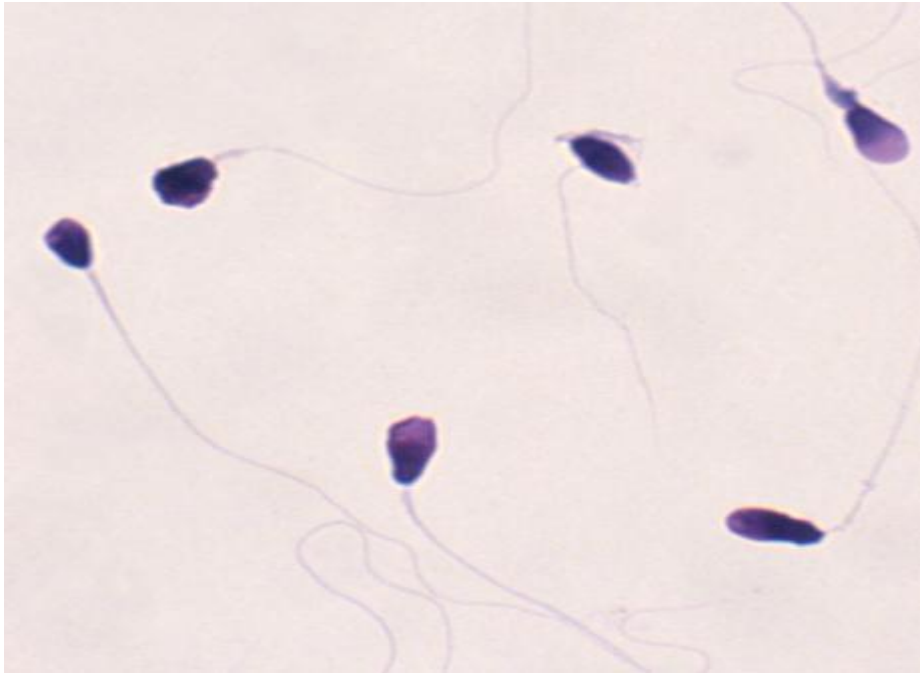
1. Cortar fragmentos de tela impregnada de muestra problema (3 mm<sup>2</sup>) y en hileras de tubos: anti-A, anti-B y anti-H.
2. Poner tres gotas de cada uno de los sueros en sus respectivas hileras.

#### INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS:

- a) Se observara aglutinación con anti-A y con anti-B, pero no con anti-H, el grupo buscado será O.
- b) Si hay aglutinación en los tubos con anti-B y con anti-H, pero no en el de anti-A, el grupo será A1.
- c) Si no existe aglutinación con anti-A ni con anti-B, pero si con anti-H, el grupo es AB.
- d) Si se obtiene aglutinación con anti-B, pero no la hay con anti-A ni con anti-H, el grupo será al A2.
- e) Si hay aglutinación con anti-A y con anti-H, pero no con anti-B, el grupo será B.

---

## CAPÍTULO . 3 EL SEMEN EN LOS ESTUDIOS CRIMINALÍSTICOS Y FORENSES.



SEMEN, INACIPE.2010.



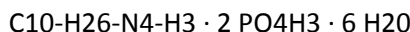
### 3.1. COMPONENTES DEL SEMEN.

El semen es un líquido de aspecto lechoso, opalescente, ligeramente amarillo. Posee un pH de 7.2-7.3 y está compuesto por el plasma seminal y los espermatozoides que pueden ser separados por centrifugación. (Rostand, J, 1986)

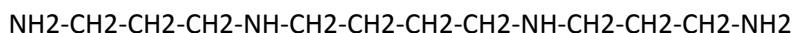
Componentes no proteicos:

Cloruro de Na	200 mg%
Dióxido de Carbono	50 ml%
Fósforo inorgánico	40-50 mg%
Fósforo Ácido soluble	95 mg%
Fósforo de la espermina	15-30 mg%
Calcio	24-25 mg%
Glucosa	200-300 mg%
Urea	72 mg%
Ácido Láctico	90-100 mg%
Colesterol	80 mg%

Entre las sustancias fosforadas se encuentra el difosfato de espermita que responde a la formula general:



El semen humano contiene 112-268 mg% de fosfato de espermita y junto a esta, se encuentra otra base en el semen, la espermidina, que es producto parcial o de la hidrólisis de la espermina.



El plasma seminal está compuesto también por proteínas y enzimas. Pequeñas cantidades de globulinas, albúmina, nucleoproteínas, proteasas no coagulables; y una amilasa de pH 6-7, una tromboquinasa, coagulasa, licuasa, fosfatasa ácida (de gran valor pericial), fosfatasa alcalina, fibrinolisisina y fibrinogenasa. (Kind, S, 1964)

NO contiene hormonas sexuales y si contiene colina.

La Colina, presente en todas las células, es una base orgánica constitutiva de la lecitina. Interviene en el transporte de los lípidos y en su metabolismo formando los fosfolípidos. La fructosa es la responsable de la movilidad de los espermatozoides, ya que sin ella permanecen inmóviles. La misma se forma a partir de la glucosa sanguínea y para ello es necesaria la testosterona (hormona masculina). "lo prueba el hecho que la fructosa desaparece por castración de animales, y reaparece si se suministra a éstos dicha hormona...Más aún: dada la relación existente entre la hipófisis y las glándulas sexuales y la recién mencionada, de las glándulas sexuales con la formación de fructosa, la concentración de este glúcido en el semen depende del funcionamiento hipofisario". (Sensabaugh, F, 1983)

La eyaculación normal consta de 1.5 a 6 ml de fluido, y las anomalías son la hipospermia (volumen inferior a 1.5ml) y aspermia (falta de semen).

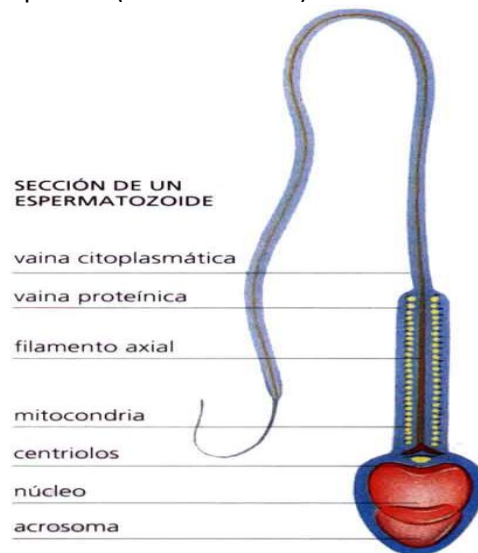


Figura. 3.1. Espermatozoide. Cardini, J, 2001

### 3.2. INVESTIGACIÓN DE ESPERMATOZOIDES.

En la investigación de delitos sexuales la búsqueda de semen es de gran importancia debido a que se puede utilizar como elemento de identificación humana y para descartar sospechosos. La ausencia de espermatozoides no descarta que el fluido sea semen porque éstos se destruyen con facilidad y el sospechoso puede ser oligozoospermico (poca cantidad de semen) o azoospermico (ausencia de espermatozoides). (Moreno, L, 1979)

Es el químico forense el que determina que la mancha es de semen. Se puede encontrar en otros delitos y son manchas frágiles cuando están secas. (Cardini, J, 2001)

El Semen en tierra se recoge igual que la sangre. Al igual con la vestimenta y ropa de cama. Se tiene que ocupar la ropa interior de la víctima y el sospechoso. Si el delito se comete al aire libre, se debe examinar minuciosamente la vegetación y el suelo. Si están sobre la vegetación, se debe retirar la planta y colocar en un envase rígido, en donde pueda permanecer inmóvil para evitar la fricción durante el traslado. (Moreno, L, 1979)

Las manchas de semen también se pueden encontrar en escenas de delitos no sexuales en donde hubo una masturbación. Pueden encontrarse también en toallas, papel sanitario, pañuelos desechables o de algodón, pisos, asientos de auto o inodoros y en el cuerpo de la víctima. (Moreno, L, 1979)



Figura. 3.2. Mancha de semen. INACIPE, 2010.

### 3.3. RECOLECCIÓN Y EMBALAJE DEL SEMEN

Para la recolección de las muestras, es necesario que el observador lleve en su maletín de trabajo:

- Tubos de ensaye de 15 x 1 cm. que contendrán en su interior dos hisopos hechos en aplicadores de madera de 15 cm. de longitud y que habrán sido esterilizados.
- Laminillas porta objetos.
- Ampolletas de solución salina estéril.

En caso de que la persona ofendida este viva y en consideración a su estado anímico, la toma de la muestra deberá efectuarse únicamente mediante la intervención de profesionistas altamente calificados y del mismo sexo que la persona agredida, a fin de garantizar absoluta seriedad, discreción y respetabilidad. El procedimiento consiste en tomar las muestras de la cavidad vaginal y /o anal, por medio de los hisopos contenidos en los tubos precitados, tomando estas a la mayor profundidad posible. (Moreno, L, 1979)

Deberán tomarse 3 muestras como mínimo:

- a) Al extraer el hisopo de la cavidad estudiada, se hará de inmediato un frotis sobre una laminilla porta objetos, teniendo especial cuidado de no pasar más de una vez el algodón del hisopo, sobre la misma superficie. A continuación se fijara el frotis aplicando la flama de un encendedor por debajo de la laminilla, si estas en el lugar de los hechos ó en la agencia investigadora, y la flama de mechero, si el investigador se encuentra en el laboratorio; a continuación se introducirá ese mismo aplicador en su tubo y se añadirán aproximadamente 2 ml. de solución salina estéril, tapando el tubo de inmediato. Esta muestra será muy útil para su observación microscópica en fresco.

La adecuada toma y fijación del frotis en un tiempo lo más próximo posible al momento de ocurridos los hechos, nos brindara la oportunidad de visualizar al microscopio los espermatozoides y por lo tanto de identificar el semen sin lugar a dudas y por otra parte podremos almacenarlo como prueba de lo afirmado.

- b) Se tomara una segunda muestra con el hisopo humedecido con unas gotas de solución salina, mismo que se trasladara al tubo signado como "2", que se destinara para la búsqueda de fosfatasa acida y su cuantificación si esta es posible.
- c) La tercera muestra tomada de idénticas condiciones, se destinara para futuras aclaraciones ó confrontas.

En los cadáveres se tomaran muestras en iguales condiciones, siempre lo más rápidamente posible para evitar la acción de la putrefacción sobre las muestras. De preferencia deberá tomarse una muestra más durante la necropsia a fin de obtener el espécimen a estudiar, del interior del cuerpo con menos riesgo de contaminación. (Moreno, L, 1979)

Las prendas de ropa interior, sábanas, pañuelos desechables ó cualquier objeto que se considere relacionado con los hechos, se embalara en bolsas de plástico cancelándolas con una etiqueta, en donde además de los datos usuales se anotara el lugar de donde se recolecto, previa fijación por medio de fotografía y fe ministerial.

Todas las muestras tomadas deberán llevar etiquetas firmemente adheridas en las que se anotaran los siguientes datos:

- Número de averiguación previa ó expediente.
- Fecha y hora en que se recolecto la evidencia.
- Nombre de la persona a quien se le tomo.
- Nombre del investigador que realizo la toma.



Figura. 3.3. Recolección de indicios de semen. Moreno, 2008.

### 3.4. PRUEBAS PRESUNTIVAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE SEMEN.

#### 3.4.1. FLUORESCENCIA A LA LUZ ULTRAVIOLETA.

El líquido espermático, contienen flavinas en alta concentración y son las responsables de impartir fluorescencia blanco verdosa al semen cuando las manchas de este son observadas a la luz ultravioleta; por lo tanto este procedimiento es de gran utilidad para la localización topográfica de posibles huellas espermáticas, tanto en el lugar de los hechos como en prendas de vestir. Recientemente también se utiliza el rayo laser para este fin. (Stone, C, 1976)



Figura. 3.4. Fluorescencia del semen en UV. INACIPE, 2010.

#### 3.4.2. TÉCNICA DE LA FOSFATASA ÁCIDA.

##### FUNDAMENTO QUÍMICO:

La fosfatasa ácida está presente en los géneros animal y vegetal; siendo una enzima, tiene la propiedad de hidrolizar los esteres alifáticos y aromáticos del ácido ortofosfórico. Por lo que se refiere a los fluidos corporales humanos, se ha demostrado que en el líquido seminal se encuentra en concentraciones de 20 a 400 veces más que en los otros fluidos; por lo tanto, la presencia de semen en manchas sospechosas se puede detectar por el hallazgo de elevadas cantidades de fosfatasa ácida. (FBI, 1989)

Su detección se basa en una reacción cromática de la enzima fosfatasa ácida, muy abundante en la secreción genital masculina. La fosfatasa acida del esperma reacciona con el reactivo 1-naftilfosfato de calcio y queda libre alfa naftol; este reacciona con sulfato de dianisiltetrazonio y forma un colorante azoico de color violeta intenso. (Moreno, L, 1979)

No obstante, está aceptado que solo en líquido seminal existen altas concentraciones de fosfatasa ácida, es muy importante señalar que una prueba positiva no es concluyente para afirmar que una mancha es de semen, ya que puede encontrarse en otros tejidos y plantas.

A continuación se enlistan algunos productos y especímenes que también contienen fosfatasa ácida:

Tabla 3.1. Productos que contienen fosfatasa ácida, Ambriz, 2002

Bacterias	Glóbulos rojos	Veneno de víbora
Leche humano	Cereal de arroz	Almendras dulces
Hígado humano	Coliflor	Coles de Bruselas
Orina humana	Trébol	Caracoles
Riñón humano	Semillas	Moho de hongos
Exudado vaginal		

De la observación de la lista anterior, se infiere el semen porque la técnica de detección de fosfatasa ácida está catalogada como una reacción de orientación y por tanto la presencia de semen deberá confirmarse con el hallazgo de los espermatozoides. (Ambriz, M, 2002)

#### PREPARACIÓN DEL REACTIVO:

##### SOLUCIÓN A (BUFFER)

- Cloruro de sodio 23 g.
- Acetato de sodio  $3 \cdot H_2O$  2.0 g.
- Acido acético glacial 0.5 ml.
- Agua destilada 90ml.

##### SOLUCIÓN B.

- 1-naftil fosfato de calcio 50 g.
- Sulfato de dianisiltetrazonio 30 g.
- Solución acuosa al 10 % de lauril sulfato de sodio 1.0 ml.

Reunir las soluciones A y B; filtrar y envasar en frasco ámbar que se guarda en refrigeración a 4°C. Esta solución se conserva activa durante un año.

En virtud de que actualmente ya no se fabrica el sulfato de dianisiltetrazonio, se ha sustituido por el siguiente reactivo:

##### SOLUCIÓN 1.

- Orto dianisidina tetrazotizada 1 g.
- Acetato de sodio 20 g.
- Acido acético 10 ml.
- Agua destilada 100 ml.

#### SOLUCIÓN 2.

- Alfa naftil fosfato de sodio 0.8 g.
- Agua destilada 10 ml.

Mezclar 10 ml. de la solución 1; 89 ml. de agua destilada y 1.0 ml. de la solución 2. Guardar en frasco ámbar y en refrigeración.

#### PROCEDIMIENTO:

La mancha problema ó el hisopo con el cual se tomo la muestra, se colocan entre dos hojas de papel filtro; lo mismo se hace con el material igual no manchado para prueba blanco y con otro que este maculado con semen, como testigo positivo.

Se colocan sobre una lamina de vidrio en la que previamente se habrá anotado: testigo negativo; muestra problema y testigo positivo; inmediatamente después se agregan aproximadamente 10 gotas de reactivo a cada una de las muestras, con pipeta Pasteur.

#### INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS.

La aparición de una coloración violeta intensa en la muestra problema, dentro de un tiempo no mayor a 5 minutos, indica la presencia de fosfatasa ácida en cantidades mayores a 20 U.K.A. y por lo tanto la muy probable presencia de semen; en el testigo positivo siempre deberá observarse la intensidad de color arriba mencionado, tonalidad que no deberá aparecer en el testigo negativo.



Figura. 3.5. Fosfatasa acida positiva. PGR, 2009.

#### **3.4.3. TÉCNICA POR INHIBICIÓN DE LA FOSFATASA ÁCIDA SEMINAL Y VAGINAL, CON ÁCIDO L-TARTÁRICO.**

Este procedimiento, señala que tanto las fosfatasas seminales como las vaginales son inhibidas por el ácido L-tartárico. La formación de un precipitado violeta intenso con tamaño de una partícula grande, procedente de la fosfatasa acida seminal, es diferente al precipitado café rojizo con menor tamaño de partícula, de origen NO prostático.



El principio es similar al señalado por la técnica anterior; la fosfatasa acida puede hidrolizar ciertos fosfatos orgánicos en medio ligeramente ácido de acuerdo a lo concluido por Kind, S 1964. El sustrato en este procedimiento es alfa naftil fosfato de calcio:

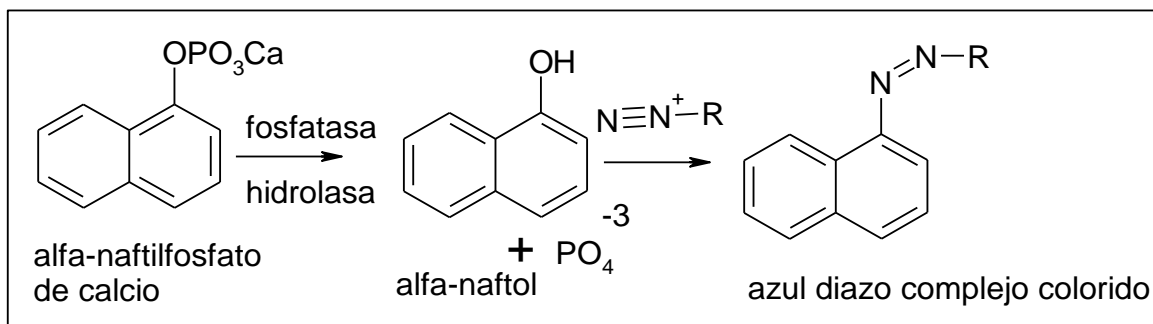


Fig. 3.6. Reacción de la fosfatasa, Ambriz, 2002

El alfa naftil se incuba con la muestra problema y con un testigo de semen, ambos a un pH de 4.9; la enzima fosfatasa en caso de estar presente, rompe el radical fosfato liberando el grupo alfa naftol, el cual reacciona con el azul diazo formando un complejo de color violeta. A otro lote igual de muestras, se les añade el sustrato de alfa naftil fosfato, pero ahora adicionando de L-tartárico: si la fosfatasa ácida es de origen prostático, el L-tartrato inhibe la reacción de copulación. (Moreno, L, 1979)

#### PREPARACIÓN DE LOS REACTIVOS:

##### SOLUCIÓN A (BUFFER DE ACETATOS)

- Cloruro de sodio 23 g.
- Acetato de sodio 2 g.
- Acido acético glacial 0.5 ml.
- Agua desionizada 90 ml.

Disolver perfectamente los reactivos en agua; ajustar el pH a 4.9 y el volumen final a 100 ml con agua desionizada. Envasar en frasco ámbar y guardar en refrigeración.

##### SOLUCIÓN B (SUSTRATO)

- Alfa naftil fosfato, sal de calcio 0.30 g.

Colocar los 0.30 g. del reactivo en un frasco gotero ámbar de 30 ml. añadir 20 ml de la solución buffer (solución A), agitar hasta disolución y almacenar en refrigeración. Esta solución debe prepararse cada mes, por lo que es conveniente anotar en etiqueta del frasco la fecha de preparación.

#### SOLUCIÓN C (COLORIDA).

- Naftil diazo azul B 0.30 g.
- Solución salina estéril 20 ml.

Envasar en frasco gotero ámbar. Conservarla en refrigeración y anotar en su etiqueta la fecha de preparación, ya que debe renovarse cada 2 meses.

#### SOLUCIÓN D (INHIBIDOR)

- Acido L-tartárico 3.0 g.
- Hidróxido de sodio 1 N 35 ml.
- Agua desionizada 200ml.

Disolver el acido L-tartárico en un poco de agua y agregar los 35 ml. de hidróxido de sodio 1 N; agitar hasta disolución. Ajustar el pH a 4.9, agregando hidróxido de sodio 1 N si el pH es demasiado bajo y acido L-tartárico si esta alto, añadir agua desionizada hasta aforar el volumen a 200 ml. Almacenar en frasco ámbar en refrigeración, anotando en la etiqueta la fecha de preparación, esta solución deberá renovarse cada 2 meses. (Ambriz, M, 2002)

#### PROCEDIMIENTO:

1. Cortar un trozo de 1 x 1 cm. del material que contenga la macha seminal sospechosa; colocarla en un tubo de ensaye con tapón de rosca, de 15 ml. de capacidad y añadir 3 ml. de agua desionizada. Marcar el tubo con la letra "P" para el problema.
2. Cortar un trozo de 1 x 1 cm. de un área que no presente manchas, colocarlo en un tubo igual al de la muestra problema con 3 ml de agua. Marcar el tubo "C" para control.
3. Después de 15 minutos preparar 4 tubos de 7 ml como sigue:  
"P" de problema con 3 gotas de sustrato.  
"Pi" problema inhibidor con 3 gotas de sustrato y 3 gotas de inhibidor.  
"C" de control con 3 gotas de sustrato.  
"Ci" control inhibidor con 3 gotas de sustrato y 3 gotas de inhibidor.  
Agitar cada tubo mezclando bien.
4. Poner 0.3 ml. (aproximadamente 10 gotas) del tubo P (problema a cada tubo P y Pi) mezclar.
5. Pasar 0.3 ml. del tubo C a los tubos marcados: C y Ci. Mezclar.
6. Agregar 3 gotas de solución de naftil diazo azul B, a cada uno de los cuatro tubos.

#### INTERPRETACIÓN:

Si el tubo marcado como P cambia de color café marrón, a violeta intenso en 30 segundos ó menos, mientras que el Pi en el mismo tiempo, toma un color amarillo pálido el resultado es positivo. Los tubos C y Ci, deben permanecer de color amarillo claro; si esto no sucede indicara que el reactivo se ha deteriorado. Así pues, si el tubo problema cambia a color violeta intenso y este color no aparece en ninguno de los otros tubos, el resultado será indudablemente positivo. (Ambriz, M, 2002)

En ausencia de espermatozoides, esta técnica debe ser corroborada por electroforesis usando suero de semen antihumano para comprobación; siendo además conveniente cuantificar la fosfatasa acida especialmente cuando se trata de individuos azoospermicos ó vasectomizados. (Ambriz, M, 2002)



Figura. 3.7. Fosfatasa acida modificada. INACIPE, 2010.

#### 3.4.4. DETERMINACIÓN CUANTITATIVA DE LA FOSFATASA ÁCIDA PROSTÁTICA EN HUELLAS Y MANCHAS DE SEMEN

##### FUNDAMENTO QUÍMICO:

La fosfatasa ácida es una enzima que hidroliza la timolftaleina sódica monofosfatada, liberando la timolftaleina. La adición de un álcali termina la reacción enzimática y desarrolla simultáneamente una coloración azul; esta coloración azul es proporcional a la cantidad de enzima prostática y se mide en un espectrofotómetro para inmunoensayo enzimático a 590 nm: la lectura se compara con una curva de calibración previamente elaborada por ese efecto. (Roy, V, 1971)

##### INSTRUMENTO UTILIZADO:

Espectrofotómetro ultravioleta visible para inmunoensayo enzimático; "Civa-Emit".

##### PREPARACIÓN DE LA MUESTRA:

La muestra obtenida de la toma del exudado vaginal y/o anal o la tela manchada, se suspenden en un mililitro de solución salina estéril y se conservan en refrigeración entre 2 – 8°C hasta su procesamiento, que debe ser inmediato. (Ambriz, M, 2002)

##### REACTIVOS:

1. Reactivo concentrado de fosfatasa ácida 82.6 milimoles de monofosfato timolftaleina sódica, con buffer y estabilizador).
2. Diluyente de fosfatasa ácida 850 milimoles de ácido acético).
3. Desarrollador de color (100 milimoles de hidróxido de sodio, mas 100 milimoles de carbonato de sodio).
4. Calibrador de fosfatasa ácida 80.3 milimoles de timolftaleina con estabilizador igual a 10 unidades por litro de actividad enzimática).
5. Preservativo específico para fosfatasa ácida (5 milimoles de buffer de acetato pH 5)

En virtud de que se desarrolla este procedimiento con la técnica propuesta para la fosfatasa ácida en suero por “Eagle Diagnostics”, los reactivos que quedaron descritos fueron adquiridos ya preparados para su uso por los laboratorios Eagle. (Ambriz, M, 2002)

**PROCEDIMIENTO:**

- a) Colocar 0.5 ml del reactivo concentrado de fosfatasa ácida, dentro de los tubos rotulados: blanco, calibrador, control y muestra.
- b) Añadir 0.5 ml de fosfatasa ácida diluida a cada tubo y mezclar bien.
- c) Incubar los tubos a 37°C aproximadamente 5 minutos.
- d) Adicionar 0.1 ml de: blanco, calibrador, control y muestra a sus respectivos tubos simultáneamente ó bien intervalos- controlados con cronometro- de un minuto ( la incubación en el siguiente paso debe ser exactamente de 30 minutos para todos y cada uno de los tubos): mezclar suavemente. Usar agua desionizada para el blanco.
- e) Incubar exactamente durante 30 minutos a 37°C.
- f) Siguiendo la misma secuencia del paso d), añadir 1 ml del desarrollador de color y mezclar bien.
- g) Ajustar el instrumento al cero de absorbancia y longitud de onda de 590 nm usando para ello el tubo signado como blanco.
- h) Leer los valores de absorbancia para el calibrador, control y muestra ó muestras problemas.
- i) Interpolar con la curva de calibración.

**CURVA DE CALIBRACIÓN:**

Se efectúa con el calibrador de fosfatasa ácida, del equipo de reactivos, que contiene 300 micromoles de timolftaleina por litro y que se traduce en 10 unidades por litro de fosfatasa ácida al incubar durante 30 minutos a 37°C, la linealidad del instrumento en estas condiciones se extiende hasta 100 unidades por litro; si la lectura excede la linealidad de la curva, efectuar diluciones de la muestra para que se cumpla la ley de Lambert-Beer. (Manual PGJDF, 1984)

Si no se tiene la curva utilizar la siguiente ecuación:

$$\text{Unidades/litro} = \text{abs. Muestra P} / \text{abs. Calibrador} \times \text{Conc. Cal U/L}$$

En donde:

Abs. Muestra P = lectura en absorbancia de la muestra problema.

Abs. Calibrador = lectura en absorbancia del calibrador.

Cal. Conc. = concentración del calibrador en unidades por litro.

**3.5. TÉCNICAS DE CONFIRMACIÓN.**

La certeza de que una muestra corresponde a semen, se da sin lugar a duda con el hallazgo de los espermatozoides en el espécimen analizado.

A continuación se describen estas células de la reproducción, así como las técnicas de tinción para su mejor visualización al microscopio. (Kind, S, 1971)

### 3.5.1. OBSERVACIONES MICROSCÓPICAS DE ESPERMATAZOIDES.

El líquido espermático contiene usualmente de 70 a 150 millones por mililitro. El espermatozoide humano está formado por: una cabeza de forma oval que mide 4.6 x 2.6 x 1.5 micras; una pieza intermedia que contiene las mitocondrias y una cola formada por nueve filamentos que rodean a otros dos centrales. En los animales, la cabeza tiene diferente forma y dimensiones. (Kind, S, 1971)

Las cuentas espermáticas por debajo de 50 millones por ml. se consideran como infértiles. Debido a que las bacterias atacan su tallo primeramente, en las primeras muestras contaminadas se hace difícil su identificación; las opiniones de los autores están divididas en cuanto a la vida media de los espermatozoides. (Kind, S, 1971)

La mayoría señala márgenes muy amplios que van desde los 30 minutos hasta las 1 horas, otros dicen haberlos encontrado hasta 15 días después de eyacularlos, en el útero y trompas de Falopio. Aunque muchos refieren que el promedio de vida es de 4 a 6 días; las referencias de supervivencia en la cavidad anal no sobrepasa a las 12 horas dependiendo de las características de dicho canal como son: grado de humedad, la presencia de parásitos y bacterias, pH, materia fecal ó sangre. En cadáveres no existen referencias bibliográficas en cuanto al tiempo posible de encontrarlos vivos, pero hay que considerar que tanto puede afectarles la putrefacción; de ahí la conveniencia de hacer un frotis en un tiempo lo más próximo posible a la evacuación del semen fuera del organismo. (Kind, S, 1971)



Figura. 3.8. Observación microscópica de espermatozoides. PGR, 2009.

### 3.5.2.- TÉCNICAS DE TINCIÓN.

#### 3.5.2.1. TÉCNICA DE GRAM.

Por ese procedimiento, la cabeza se tiñe de color rosa y el cuerpo medio y del tallo se observan de color azul.

Preparación de los reactivos.

1. Colorante de cristal violeta

SOLUCIÓN A.

Cristal violeta 2g.  
Alcohol etílico absoluto 20 ml.

SOLUCIÓN B.

Oxalato de amonio 0.8 g.  
Agua destilada 80 ml.

Mezclar las soluciones A y B. envasar en frasco gotero color ámbar.

2. solución iodo iodurada (Lugol).

Iodo metálico 1 g.  
Ioduro de potasio 2 g.  
Agua destilada 80 ml.

Diluir 1: 15 en agua destilada antes de usarla.

3. Decolorante.

Alcohol etílico absoluto (95%).

4. Colorante de safranina.

Safranina (2.5% en alcohol etílico) 10 ml.  
Agua destilada 100 ml.

PROCEDIMIENTO:

El frotis o una gota de suspensión problema, se secan ligeramente al calor del mechero ó bien se fijan con metanol:

- a) Añadir el reactivo de cristal violeta hasta cubrir la muestra y dejarlo actuar 1 minuto.
- b) Lavar con agua destilada.
- c) Cubrir nuevamente el porta objetos con la solución 2 durante 1 minuto; tirar el exceso de Lugol y decolorar con agitación utilizando el reactivo número 3 durante 30 segundos.
- d) Secar con papel filtro y cubrir la preparación con el reactivo signado con el numero 4; dejarlo actuar de 10 a 30 segundos.
- e) Lavar con agua destilada y observar al microscopio con aceite de inmersión y el objetivo correspondiente.

#### INTERPRETACIÓN:

Las células espermáticas aparecerán teñidas: la cabeza color rosa y el resto del cuerpo y coa azules. (Kind, S, 1971)



Figura. 3.9. Tinción Gram de semen. PGJ, 2009.

#### 3.5.2.2. TÉCNICA DE AZUL DE METILENO.

##### COLORANTE AZUL DE METILENO.

Azul de metileno 1 g.  
Alcohol etílico absoluto (95%) 30 ml.  
Agua destilada 100 ml.  
Acético glacial 5 ml.

Disolver el azul de metileno en el etanol, añadir el ácido acético y el agua destilada.

##### PROCEDIMIENTO:

Fijar el frotis que contiene la muestra problema por medio de calor como en el caso anterior:

- a) Cubrir la preparación con el colorante de azul de metileno.
- b) Dejarlo actuar durante 1 minuto.
- c) Retirar el colorante y lavar con agua.
- d) Observar al microscopio con aceite de inmersión, e igual objetivo.



#### INTERPRETACIÓN:

Los espermatozoides se observarán coloreados tanto la cabeza como cuerpo y cola de color azul. (Kind, S, 1971)

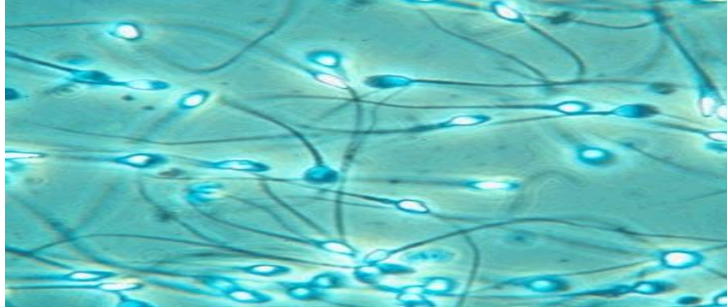


Figura. 3.10. Tinción azul de metileno de semen. INACIPE, 2010.

#### 3.5.2.3. TÉCNICA DE CHRISMAS TREE.

##### COLORANTE ROJO RÁPIDO NUCLEAR:

Rojo rápido nuclear 50 mg.  
Sulfato de aluminio 2.5 g.  
Agua destilada 100 ml.

Calentar a ebullición, los 100 ml. de agua destilada y disolver en ellos el sulfato de aluminio; adicionar el colorante rojo rápido nuclear; mezclar con agitador mecánico, hasta disolución completa. Enfriar y filtrar en papel wathman # 1. Almacenar en frasco gotero ámbar a una temperatura entre 2-8°C. (Ambríz, M, 2002)

##### COLORANTE DE ÍNDIGO CARMÍN:

Acido pícrico 1.3 g.  
Índigo carmín 0.23 g.  
Agua destilada 100ml.

Disolver el acido pícrico en los 100 ml de agua destilada; añadir los 0.23 g de índigo carmín; mezclar perfectamente con agitador mecánico. Guardar en frasco gotero ámbar.

##### PROCEDIMIENTO:

- a) Una vez fijado el frotis añadir dos gotas de rojo rápido nuclear y dejarlo reposar en cámara húmeda durante 15 minutos.
- b) Lavar con agua desionizada, durante 5 segundos, añadir una gota del colorante índigo carmín y dejarlo reposar durante 15 a 30 segundos.
- c) Lavar con etanol absoluto para decolorar, y secar por 5 minutos.

#### INTERPRETACIÓN:

Al observar al microscopio, el núcleo del espermatozoide, aparecerá de color rojo. El acrosoma y la cola, de color verde. (Ambríz, M, 2002)

### 3.6. IDENTIFICACIÓN DE MANCHA DE SEMEN CON OTRAS TÉCNICAS QUÍMICAS.

#### 3.6.1. MÉTODOS CRISTALOGRAFICOS: LA REACCIÓN DE FLORENCE

Este método se basa en la formación de cristales de yoduro de colina, la cual se encuentra presente en el esperma en forma de fosforil -colina y lecitina.

El reactivo de Florence se constituye de 2.54 gr. de Iodo metálico, 1.56 gr. de Ioduro de potasio y 30 mililitros de agua destilada. Si la mancha se encuentra en una superficie dura se procederá a rasparla y colocar los residuos en el portaobjetos. Si por el contrario la mancha está en una superficie blanda, la misma se extraerá con la ayuda de agua destilada, colocándolo en una porta objetos y secando a Baño María. Se colocará un cubreobjetos y una o dos gotas del reactivo de Florence, para que por capilaridad corra entre el porta objetos y el cubre objetos. Se le deja en reposo por no más de 20 minutos, para que los cristales no se disuelvan, y se observa al microscopio. (Kind, S, 1971)

Los cristales de Ioduro de Colina son láminas romboidales de color pardo.

Deberá recordarse que, como mencionado anteriormente, la colina no es exclusiva del semen, pero resultará de gran importancia en el análisis de muestras de esperma aspérmicas, principalmente porque no se conocen otros fluidos que registren simultáneamente una alta presencia de colina junto con fosfatasa ácida como en el esperma. (Kind, S, 1971)

#### 3.6.2. MÉTODOS CROMATOGRAFICOS: TLC

Los métodos de cromatografía en capa delgada son utilizados principalmente cuando no es posible visualizar un espermatozoide completo. En este caso se tomará como determinante la negativa y como orientativa la reacción positiva. (Kind, S, 1971)

En la cromatografía se analizaran las bases nitrogenadas colina y espermina y la enzima fosfatasa ácida. (Kind, S, 1971)

Aquí describiremos la técnica desarrollada por D. Hessel y F. Medgalin:

- Para la toma de muestra se recomienda cortar 1 cm<sup>2</sup> del soporte y centrifugarlo con 0.5 ml de solución 1 N de ácido clorhídrico. Si la muestra es producto de un raspado, se tomara la cantidad encontrada en 1 cm<sup>2</sup> y se procederá de la misma manera. (Kind, S, 1971)
- Agitar bien para la disolución y salificación de las bases y centrifugar.

- Tomar 20 ul del extracto y 10ul de semen testigo. De poseerlas, es recomendable tomar 10ul de colina y 10 de espermina.
- La corrida se realizará en clorhídrico 1N.
- Cubrir adecuadamente el tercio superior de la zona de la corrida cromatográfica y revelar el resto con el reactivo de Dragendorff:

SOLUCIÓN A:

Subnitrate de bismuto 850 mg.

Ácido Acético 10 ml.

Agua destilada 40 ml.

SOLUCIÓN B:

Ioduro de potasio 40 gr.

Agua destilada 100 ml.

Se mezclan 5 ml de la solución A con 5 ml de la solución B en 100 ml de agua en que se habrán disuelto 20 ml de ácido acético glacial.

- Resultado positivo de colina: rosado de Rf: 0.5
- Cubrir la zona revelada y utilizar ahora Ioduro platinico, que en caso de espermina positiva dará color púrpura con Rf: 0.85

IODURO PLATINICO:

Cloruro de platino al 10% p/v = 1 ml

Ioduro de potasio al 4% p/v = 25 ml

Agua destilada c.b.p. = 100ml

ESTÁNDARES:

Colina: 10 mg de clorhidrato de colina + 10 ml de agua destilada

Espermina: 1 mg de tetraclorhidrato de espermina + 1 ml de agua destilada

Semen: 1ml de semen humano fresco + 4 ml de HCl 1 N.

### 3.6.3. MÉTODOS ELECTROFORÉTICOS

Este es un método bidimensional que se realiza sobre papel combinando métodos electroforéticos con Cromatograficos que permite la separación de la espermina de los aminoácidos del semen.

Primero se realiza la resolución electroforética en una solución de piridina-ácido acético-agua pH 3.9 (3:10:488)

Luego se realiza la corrida cromatográfica en papel con un líquido resolutive compuesto de: n butanol -ácido acético-agua (12:3:5) y el revelado con una solución acetónica de nihidrina al 0.25% con calentamiento a estufa de 80 °C luego de la aspersion. (FBI, 1989)

La desventaja que presenta este método es que no analizaría simultáneamente la colina, para lo que se debería realizar otra corrida electroforética con igual solvente y testigos de colina y espermina. Revelando con el reactivo de Dragendorff como fue explicado anteriormente.

El punto interesante en esta técnica es la constancia numérica de 11 aminoácidos entre los cuales está la presencia cuantitativa de la ornitina, que debe provenir de la arginina, ya que la ornitina no es proteíno -genética. (FBI, 1989)

Un método electroforético para la identificación de la fosfatasa ácida consiste en la investigación de esta banda con el fosfato de 4- metilumbeliferona que se agrega sobre la placa en un papel impregnado con el reactivo en solución buffer de pH 3.

La fosfatasa ácida catalizará la hidrólisis liberando la metilumbeliferona, que es fuertemente fluorescente en azul pálido. A diferencia de otras fosfatasas ácidas, la prostática presenta mayor movilidad y actividad, por lo que su fluorescencia será muy superior a las demás. En el caso de la sanguínea, gracias a la composición de la acrilamida se provoca la inhibición de la fosfatasa eritrocitaria. (FBI, 1989)

### 3.7. DETERMINACIÓN DEL GRUPO DEL SISTEMA ABH EN SEMEN.

#### FUNDAMENTO:

Las sustancias del grupo ABO solubles en agua, están presentes en el líquido seminal y en la saliva, de los individuos secretores de tales sustancias (aproximadamente el 85% de la población mexicana) y pueden determinarse por el método de absorción-inhibición, ya que se encuentran en grandes concentraciones en estos individuos.

Preparación de los reactivos:

- Suero anti-A. diluir 3.5 ml. de antisuero con 450 ml. de buffer salino, se deben utilizar sueros selectos.
- Suero anti-B. diluir 1 ml. del suero con 450 ml. de buffer salino.
- Anti-H lecitina. Se utiliza como viene el producto comercial.
- Buffer salino:

$\text{Na}_2\text{HPO}_4$  anhidro 1/5 molar (4.7 g por litro). Solución A.

$\text{KH}_2\text{PO}_4$  anhidro 1/5 molar (9.09 g por litro). Solución B.

- Solución final:

72 ml. de la solución A, mas 28 ml. de la solución B, mas 8.5 g de NaCl disueltos en 1000 ml. de agua destilada. En esta forma se obtendrá un pH de 7.2.

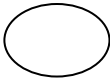
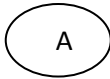
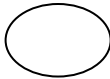
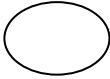
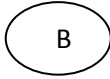
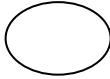


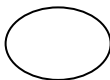
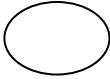
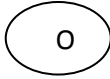
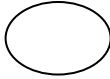
Preparación de las células testigo.

Hacer suspensiones al 2 % de eritrocitos de grupos conocidos O, A1 y B, en buffer salino.

Preparación de las muestras.

Fragmentos de tela de 1x 1 mm., se impregnan con la muestra problema y con los testigos. Cada uno de los fragmentos se coloca en los tubos respectivos.

Tabla 3.2. Determinación del sistema ABH en semen, Ambriz, 2002

ANTI-A	problema	testigo	control
			
ANTI-B			
ANTI-AB			
ANTI-H			

#### APLICACIÓN DE LA TÉCNICA:

1. Colocar 3 gotas de anti-A a la hilera de anti-A; 3 gotas de anti-B en su hilera y 3 gotas de anti-H en la hilera de anti-H.
2. Agitar vigorosamente.
3. Dejar que se efectúe la absorción durante toda la noche en refrigeración a 4°C.
4. Centrifugar.
5. Remover el sobre nadante y colocarlo en una lamina hemoclasificadora.
6. Agregar una gota de la suspensión de eritrocitos al 2 % de A1 en cada uno de los tubos de la hilera de anti-A; una gota de células B en la hilera de anti-B y del grupo O en la hilera de anti-H.
7. Agitar mecánicamente durante 10 a 12 minutos y esperar 9 minutos más.
8. Leer los resultados al microscopio

#### INTERPRETACIÓN:

- f) Se observara aglutinación con anti-A y con anti-B, pero no con anti-H, el grupo buscado será O.
- g) Si hay aglutinación en los tubos con anti-B y con anti-H, pero no en el de anti-A, el grupo será A1.
- h) Si no existe aglutinación con anti-A ni con anti-B, pero si con anti-H, el grupo es AB.
- i) Si se obtiene aglutinación con anti-B, pero no la hay con anti-A ni con anti-H, el grupo será al A2.
- j) Si hay aglutinación con anti-A y con anti-H, pero no con anti-B, el grupo será B.

---

# CAPÍTULO.4 BALÍSTICA FORENSE.



ARMA DE FUEGO, PISTOLA ESCUADRA SEMI-AUTOMÁTICA, PGJ.2009.

#### 4.1. CONCEPTOS GENERALES, FÍSICO Y FORENSE.

El Diccionario Enciclopédico de la Lengua Castellana - Ed. Codex S.A. - Buenos Aires - 1974, define el término “Balística” como “(F.) - Parte de la mecánica que estudia el alcance y dirección de los proyectiles”; por otra parte, el Diccionario Ilustrado de Ramón García-Pelayo y Gross - Ed. Larousse - Buenos Aires 1988, define este mismo término como “(Mil.) - Arte de calcular el alcance y dirección de los proyectiles”. (Cibrian, O, 1996)

De lo expuesto se desprende que con el término “Balística” se reconoce a la parte de las ciencias físicas, específicamente la mecánica o dinámica de los cuerpos, que trata sobre los fenómenos que afectan el movimiento de los proyectiles en el espacio y que por lo tanto determinan su dirección y alcance; respondiendo a este concepto también los textos, tratados y reglamentos de balística militar. (Cibrian, O, 1996)

El concepto que el término “Balística” comprende desde el punto de vista forense, es decir de la aplicación de las leyes, principios, técnicas y procedimientos de las ciencias a la resolución de problemas judiciales, es mucho más amplio, respondiendo, tal como lo define Don ROBERTO ALBARRACIN en su Manual de Criminalística (Ed. Policial - Buenos Aires - 1971), “BALISTICA: Es la ciencia y arte que estudia integralmente las armas de fuego, el alcance y dirección de los proyectiles que disparan y los efectos que producen”, concepto al que adherimos los especialistas de nuestro medio. (Albarracín, R, 1971)



Figura.4.1. La balística. Albarracín, R, 1971

#### 4.2. CLASIFICACIÓN DE LA BALÍSTICA FORENSE.

Conforme el concepto expresado en el punto precedente, la Balística Forense, es decir aplicada a la resolución de problemas judiciales, se clasifica en TRES partes, conforme al siguiente detalle:

##### BALÍSTICA\_INTERIOR:

Es la parte de la Balística que se ocupa del estudio de la totalidad de los fenómenos que se producen en el arma a partir del momento que el percutor golpea el fulminante del cartucho y alcanza hasta el momento mismo en que el proyectil abandona la boca de fuego del cañón. Esta parte de la Balística se ocupa también de todo lo relativo a las armas de fuego, su estructura, mecanismos, funcionamiento, carga y disparo de la misma. (Hincapié, J, 1997)





Figura.4.2. Deflagración. PGR, 2009.

#### BALÍSTICA\_EXTERIOR:

A esta parte de la Balística le corresponde el estudio de la trayectoria del proyectil, desde el momento en que abandona la boca del cañón del arma hasta su arribo al blanco, y de los fenómenos que lo afectan en concordancia con las particularidades de cada caso, tales como la gravedad, la resistencia del aire, la influencia de la dirección e intensidad de los vientos y particularmente los obstáculos que se le interpongan y que en definitiva son productores de los rebotes que modifican la trayectoria original. (Hincapié, J, 1997)



Figura.4.3. Balística exterior. PGR, 2009.

#### BALÍSTICA DE EFECTOS:

Tal como su nombre lo indica, esta parte de la Balística estudia los efectos producidos por el proyectil en el blanco alcanzado, particularmente las características propias del Orificio de Entrada (OE) causado por el proyectil y de la zona inmediata que lo rodea, características éstas que permitirán establecer importantes elementos los que avalarán conclusiones relativas a problemas tan complejos como la determinación de la distancia de disparo. (Hincapié, J, 1997)



Figura.4.4. Balística de efectos. Herbstein, 2009.

### 4.3. ARMAS: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN.

Si bien los distintos diccionarios consultados definen el término “Arma” como todo instrumento destinado a atacar o defenderse, este es desde el punto de aplicación forense solo un concepto parcial, ya que no solo los instrumentos fabricados con la finalidad expresada deben considerarse armas pues pueden ser utilizados eventualmente con este fin innumerables objetos que cumplan con dicha condición. Por la razón expresada, conceptuaremos el término “Arma” como “todo aquello que potencie la fuerza humana”, ya que tanto puede ser utilizado en acciones ofensivas y/o defensivas elementos especialmente diseñados para ese fin como otros destinados a usos distintos, pudiendo llegar a considerarse como arma, según las circunstancias particulares del hecho, incluso hasta una técnica especial de lucha, combate o defensa, tal como el puñetazo de un boxeador o la aplicación de las artes marciales. (Hincapié, J, 1997)

Expresado nuestro concepto al respecto del término “Arma”, procederemos a continuación a efectuar una rápida clasificación de las mismas conforme sus características de uso y diseño:

- 1) armamento mayor o material de artillería. (cañones, obuses, morteros.)
- 2) Armamento menor armas portátiles.
- (ametralladoras, fusiles, carabinas, pistolas, revólveres.)
- Según su alcance y relación longitud cañón
- A) Armas de fuego cortas o de puño.
- B) Armas de fuego largas.
- Según la carga que disparan:
- 1) de proyectil múltiple. 2) de proyectil único.
- Según la construcción de las armas: (armas de fuego típicas; y armas de fuego atípicas.)

### 4.3.1. EL CARTUCHO: CONCEPTO Y CLASIFICACIÓN

El concepto más ajustado para dar una idea cabal de un cartucho de arma de fuego es el que lo define como “La unidad funcional compuesta por la vaina, el proyectil, la carga de proyección o balística (pólvora) y el fulminante”. Los cartuchos utilizados en las armas de fuego se clasifican según el siguiente criterio:

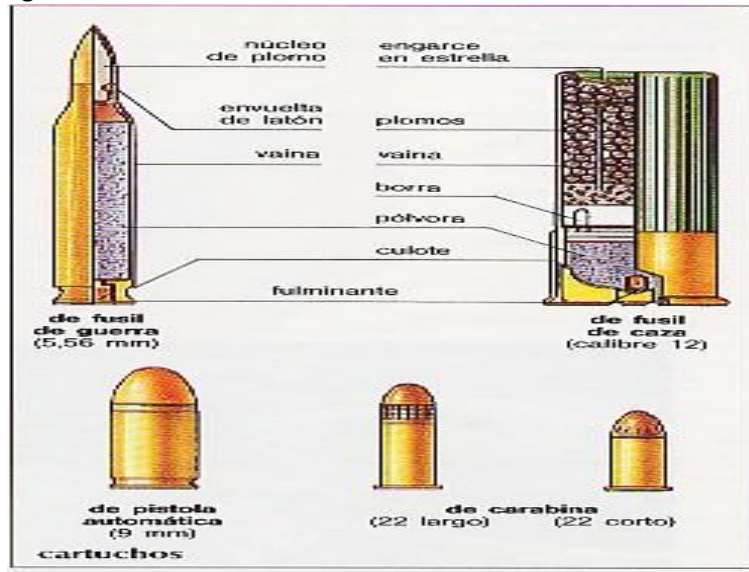


Figura.4.5. cartucho. Langford, M, 1991

- a. Por la cantidad de proyectiles que portan:

De proyectil único: Cada cartucho posee un solo proyectil y responde a los cartuchos utilizados por la gran mayoría de las armas disponibles en el mercado.

De proyectiles múltiples: Estos cartuchos poseen en su interior una cantidad variable de proyectiles, generalmente de forma esférica, llamados vulgarmente “perdigones” o “postas”, las que pueden ser fabricadas en aleación de plomo, goma o material plástico. Son generalmente disparados por armas de ánima lisa (escopetas), aunque también existen cartuchos diseñados para otras armas, conociéndose estos últimos con el nombre genérico de “cartuchos de supervivencia”, ya que están destinados a la caza de animales menores, particularmente pequeñas aves. (Langford, M, 1991)



Figura.4.6. Cartuchos deportivos. SDNA, 2000.

**b.** Por el tipo de proyectil: Se refiere a los cartuchos de proyectil único y se subdividen en:

De proyectil desnudo: El proyectil está constituido por una pieza de aleación de plomo, antimonio y estaño, el que en algunas oportunidades puede presentar un baño electrolítico de cobre. Posee la característica de presentar una serie de muescas dispuestas en una línea alrededor del cuerpo cilíndrico del proyectil, en las que se aplica un lubricante grafitado especial, razón por la cual se la conoce como “cintura de engrase”. (Langford, M, 1991)

De proyectil encamisado: Este proyectil posee un núcleo de aleación de plomo recubierto por una placa o “camisa” de latón (aleación de cobre y zinc), la que le suministra mayor dureza y por lo tanto un mayor poder perforante. (Langford, M, 1991)

De proyectil semi-encamisado o punta blanda: Al igual que el anterior este proyectil consta de un núcleo de aleación de plomo recubierto parcialmente con una funda o “camisa” de latón, la que en este caso deja al descubierto el sector correspondiente a la ojiva o “punta” del proyectil que al ser de material más blando, se deforma al impactar sobre el blanco expandiéndose, con lo que aumenta su diámetro, adoptando contornos irregulares, todo lo cual, unido al movimiento rotacional de que está provisto el proyectil, suministrado por el estriado del cañón, produce lesiones de elevada consideración y alto poder de volteo, por lo que se la recomienda para uso en la práctica de la caza mayor. (Langford, M, 1991)



Figura.4.7. Cartuchos Wildcat. SDNA, 2000.

**c.** Por la forma de la ojiva:

Se subdividen en:

De ojiva aguzada: Son proyectiles de punta aguda, recomendados por la Convención de Ginebra para su utilización en las guerras convencionales. Poseen alto poder de penetración y generalmente son del tipo “encamisado” lo que le permite perforar y atravesar los tejidos blandos manteniendo energía remanente que se pierde con el proyectil luego de atravesar el blanco. Responden a los denominados “proyectiles perforantes”.(Fusiles “Maúser”, FAL, M 16, etc.). (Langford, M, 1991)

De ojiva redondeada o semi-esférica: Como su nombre lo indica el extremo distal de estos proyectiles presenta una forma redondeada o semi-esférica razón por la cual la superficie de contacto entre el proyectil y el blanco al momento del impacto es mayor que en el caso anterior y por ende, más rápidamente se efectúa la transferencia de energía entre ambos cuerpos, a la vez que provoca un mayor efecto de shock hidrodinámico aumentando el poder de volteo. (Pistolas 11,25 mm y 9 mm, revólveres .38, .357 magnum, .44-40, etc.). (Langford, M, 1991)

De ojiva troncocónica o “punta plana”: En estos proyectiles la ojiva propiamente dicha no existe ya que su diseño responde a un formato de cono truncado, presentando su punta un plano perpendicular a su eje de simetría con lo que se logra incrementar los efectos descritos en el punto anterior. Este tipo de ojiva generalmente se combina con proyectiles del tipo “semi-encamisado” o “punta blanda”, lográndose incrementar aún más su poder de volteo y la gravedad de las lesiones que provoca. (Revólveres 38 Especial, .357 magnum, 44-40 y .44 magnum.). (Langford, M, 1991)

De ojiva perforada o “Punta Hueca”: En estos casos los proyectiles presentan una perforación en el centro de la ojiva, la que responde al subtipo de “Ojiva redondeada”, combinándose generalmente con proyectiles del tipo “semi-encamisado” o “Punta blanda”. Estos proyectiles, conocidos vulgarmente con el nombre de “Bala Dum-Dum”, poseen la particularidad de expandirse al entrar en contacto con el blanco, por los que también se los conoce con el nombre de “munición expansiva”, siendo los de mayor poder de volteo de todos los descriptos. Se usa generalmente en revólveres .38 Especial, .357 magnum, .44-40 y .44 magnum, como así también en rifles y carabinas de caza mayor del tipo 30-30, 30-03, etc., aunque también se los fabrica en calibre .22. (Langford, M, 1991)



Figura.4.8. Cartuchos dum-dum. SDNA, 2000.

d. Por la ubicación del fulminante en la vaina: Se dividen a su vez en:

Cartuchos de fuego central: Son los que poseen su fulminante incluido en una pequeña cápsula ubicado en la zona central del culote de la vaina, comunicándose con su interior a través de orificios (generalmente dos) llamados “oídos” entre medio de los cuales existe un resalto del fondo de la vaina que recibe el nombre de “yunque”. Este tipo de ubicación del fulminante es el utilizado en la gran mayoría de los cartuchos, conociéndose hoy en día como única excepción a los cartuchos de todo tipo de armas perteneciente al calibre .22. (Langford, M, 1991)

De fuego anular: Son los que poseen su fulminante dispuesto en forma de anillo siguiendo la periferia de la base o culote de la vaina. Este tipo de cartuchos es el utilizado por todas las armas correspondientes al calibre .22. (Langford, M, 1991)

De espiga o sistema “Lefauchaux”: Se menciona en la actualidad solo a título ilustrativo ya que corresponde a los primeros modelos de cartucho con fulminante incorporado. En ellos el fulminante se coloca en un pequeño cilindro o “espiga” que va insertado en el sector inferior del lateral de la vaina, lugar donde golpeado directamente por el martillo de percusión ya que este modelo de armas carece de aguja de percusión. En nuestro país este tipo de armas se utilizó hasta mediados del siglo pasado. (Langford, M, 1991)



Figura.4.9. Cartucho de fuego anular. SDNA, 2009.

#### 4.3.2. ESTUDIO DEL ARMA DE FUEGO

Si bien son múltiples los requerimientos que pueden hacerse al Perito en materia de armas de fuego, como por ejemplo la determinación de la marca, modelo, origen y época o año de fabricación, podemos asegurar que al respecto, la gran mayoría de los puntos de pericia sometidos a dictamen, se limitan a los siguientes:

a. Determinación del estado de conservación y aptitud para el disparo:

Con este interrogante el Magistrado tiende a determinar si el arma involucrada en una causa es de funcionamiento normal y apta para producir disparos, es decir para percutir el cartucho provocando su detonación y expulsar adecuadamente el proyectil. (Moreno, L, 1993)

Para ello el experto debe en primer lugar proceder a efectuar un pormenorizado estudio del arma sometida a análisis, siendo en muchas oportunidades necesario recurrir a su despiece para poder establecer el grado de desgaste o deterioro de los mecanismos internos del arma.



Luego de este estudio preliminar se procede a operar el arma efectuando percusiones primero en vacío y luego cargada con cartuchos adecuados (de su mismo calibre), disparos estos que se efectúan sobre un dispositivo especial conocido como “Banco de Obtención de proyectiles”, el que permite recuperar los proyectiles disparados para verificar sobre ellos las condiciones particulares del disparo, verificación que también se realiza sobre las vainas servidas, mediante observación de estos elementos con medios ópticos de aumentos adecuados y convenientemente iluminados. (Moreno, L, 1993)



Figura.4.10. Análisis balístico. PGR, 2009.

b. Determinación del grado de celosidad del arma:

El proceso de fabricación de un arma de fuego se efectúa en estricto ajuste a las normas y especificaciones fijadas por el diseñador, lo que dará como resultado el logro de un producto de óptima calidad conforme dichas especificaciones. Para ello el diseñador ha calculado y probado en los prototipos la forma, constitución, dimensiones y resistencia de todos y cada uno de los componentes de los distintos mecanismos que constituyen el arma. (Moreno, L, 1993)

Uno de esos mecanismos en particular es el “Mecanismo de Disparo”, constituido principalmente por la cola del disparador (mal llamada “gatillo”), el fiador, el muelle del fiador, el martillo y la aguja de percusión. Para que el disparo se produzca es necesario que, presionando sobre la cola del disparador, se ponga en funcionamiento todo el conjunto de piezas hasta lograr que la aguja golpee sobre el fulminante del cartucho, produciendo su estallido. La fuerza necesaria para lograr este efecto ha sido determinada por el diseñador y respetada por el fabricante, respondiendo a una de las especificaciones que fueran fijadas por aquel. El desgaste del arma motivado por su intenso uso, la falta de un mantenimiento adecuado o la modificación de las condiciones de alguna de las piezas del mecanismo de disparo, particularmente del fiador, las que pueden deberse a deterioros accidentales o a maniobras realizadas sobre esta pieza con la finalidad de lograr dicha modificación, hace que varíen las relaciones internas entre las piezas y por lo tanto disminuya la fuerza a aplicar sobre la cola del disparador para lograr el accionamiento del arma, obteniéndose un arma denominada comúnmente como “celosa”, término que en Balística Forense indica una disminución de la fuerza necesaria para provocar el disparo con relación al valor establecido por el fabricante. (SDNA, 2000)

Para arribar a conclusiones categóricas, el experto debe verificar los valores efectuando una serie de mediciones con el empleo de aparatos tales como el “Tensiómetro de cola de disparador”, un dinamómetro horizontal provisto de los accesorios necesarios para fijar el arma y efectuar los ensayos de disparo mientras se mide la fuerza aplicada en la cola del disparador para lograr los mismos, o bien recurriendo a métodos alternativos lo suficientemente confiables como para eliminar errores instrumentales, operacionales o de metodología que modifique el valor del resultado final. (SDNA, 2000)

Obtenido así el valor de fuerza de disparo para un arma determinada, se compara éste con lo especificado por el fabricante o diseñador, expresando la diferencia en porcentaje lo que en definitiva indica el “Grado de celosidad del arma”. (Moreno, L, 1993)

c. Determinación del reciente uso del arma:

El uso reciente de un arma va a ser manifestado por la presencia en su interior de restos de pólvora semi-combustionada o de sus detritus (productos de la deflagración), para cuya comprobación se requiere, en primer término proceder a realizar una observación cuidadosa del arma, en especial del cañón, recámara y alvéolos (en el caso de los revólveres), lo que se efectúa iluminando adecuadamente los lugares a inspeccionar. Luego se procede a efectuar un hisopado de las piezas ya mencionadas utilizando para ello algodón previamente controlado para evitar enmascaramiento de resultados por contaminación, efectuando sobre esos hisopos de algodón las reacciones químicas específicas de reconocimiento de restos de deflagración de pólvora, aconsejándose el empleo del Reactivo de Griess (Alfa-naftil amina y ácido sulfanílico en medio acético), en razón de su especificidad y su alta sensibilidad, y que manifiesta la presencia de los restos de pólvora mediante la formación de una coloración rojiza característica de los nitritos. Cabe destacar que la comprobación de la presencia de restos de pólvora no autoriza al experto a asegurar la fecha del último disparo, el que bien pudo ser anterior a la del hecho motivo de investigación, como así tampoco la ausencia de los mencionados restos implican que el arma no haya sido utilizada recientemente, ya que una limpieza adecuada de la misma elimina todo indicio de su reciente uso. (Moreno, L, 1993)



Figura.4.11. Laboratorio de balística.FBI,2000.



#### **4.4.- LEVANTAMIENTO, EMBALAJE Y VALOR INVESTIGATIVO DE ARMAS DE FUEGO, CASQUILLOS Y PROYECTILES.**

##### **4.4.1.- ARMAS DE FUEGO**

Pistola o revolver:

Levantamiento: tómesese por los bordes del guardamonte o por la cacha, si esta ésta estriada.

Embalaje: métase en una caja de cartón resistente de tamaño adecuado, ó colóquese sobre una hoja de cartón resistente, en el cual se han practicado varios orificios a través de los cuales se hará pasar un cordel con el fin de mantenerla fija a la superficie del cartón de referencia. (PGJ, 2009)

Valor investigativo: determinar si fue disparado recientemente, dilucidar si los proyectiles ó casquillos relacionados con el hecho que se investiga fueron disparados ó percutidos, respectivamente por dicha arma.



Figura.4.12. Embalaje de armas cortas. Moreno, 1998.

Rifle:

Levantamiento: tómesese por los bordes del guardamonte, por el final de la culata ó por la correa, si es que el arma tiene.

Embalaje: métase en una caja de cartón resistente de tamaño adecuado, procurando fijarlo con cordeles, ó guárdese en una bolsa de plástico de tamaño apropiado.

Valor investigativo: determinar si fue disparado recientemente, dilucidar si los proyectiles ó casquillos relacionados con el hecho que se investiga fueron disparados ó percutidos, respectivamente por dicha arma. (PGJ, 2009)

#### Proyectiles:

Levantamiento: tómesese con pinzas pequeñas, cuyas extremidades se encuentren protegidas por un pequeño cilindro de goma ajustado a cada punta.

Embalaje: envuélvase cuidadosa e individualmente con un trozo de algodón y métase por separado en pequeñas cajas de cartón ó pequeños tubos de ensayo.

Valor investigativo: determinar el tipo y el calibre del arma usada. Ahora bien, si esta fuere encontrada, determinar si esta fue la que disparo los proyectiles. (PGJ, 2009)

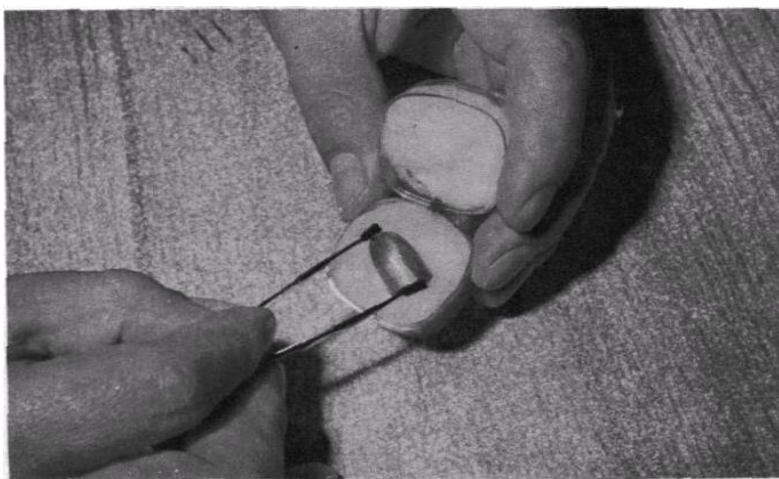


Figura.4.13. Embalaje de proyectiles. Moreno, 1998.

#### Casquillos.

Levantamiento: introdúzcase por su boca un aplicador ó porta-algodón y procédase a levantarlos.

Embalaje: envuélvase cuidadosa e individualmente con un trozo de algodón y métase por separado en pequeñas cajas de cartón ó pequeños tubos de ensayo.

Valor investigativo: determinar si el tipo y calibre del arma usada. Ahora bien, si esta fuere encontrada, determinar si fue la que los percutió. (PGJ, 2009)



Figura.4.14. Embalaje de casquillos. INACIPE, 2010.

## 4.5. BALÍSTICA INTERIOR

### 4.5.1. PERSONALIDAD DEL ARMA DE FUEGO

Se denomina “Personalidad del arma de fuego” al conjunto de marcas características que los distintos componentes de esta son capaces de transmitir a los proyectiles disparados y a las vainas por ellas servidas, que la hacen única, individual y diferente a todas las demás, aún las de su misma marca, modelo y calibre, incluso cuando sean de números de serie consecutivos. (SDNA, 2000)

1) Partes del arma que dejan impresas características identificatorias en las vainas y proyectiles por ellas utilizados:

Como se expresara en el párrafo anterior, todas aquellas piezas del arma de fuego que de una u otra manera entran en contacto con el cartucho antes, durante o luego de la detonación del mismo, transmitirán a las vainas y proyectiles utilizados características peculiares que permitirán su identificación y que, en su conjunto, se nuclean bajo el término de “Personalidad del arma de fuego” y las que, para una mejor comprensión las clasificaremos en:

a) En el proyectil:

- El cañón: Producida la deflagración de la carga de pólvora y la consecuente generación de la importante masa gaseosa como consecuencia de la misma, se incrementa la presión dentro de la recámara del arma la que culmina desprendiendo el proyectil que se encuentra hasta ese momento engarzado en la vaina, impulsándolo a lo largo del cañón. El proyectil posee originariamente un diámetro ligeramente mayor que el ánima del cañón, lo que hace que ingrese a ésta en forma forzada, adoptando la forma del ánima, la que imprime al proyectil sus propias características, reproduciéndose en bajorrelieve las estrías o “macizos” y en altorrelieve los espacios inter-estriales o “campos”. Si tenemos en cuenta que el “rayado” o “estriado” del cañón de las armas de fuego se efectúa generalmente a partir de un tubo de acero, desbastando o “rayando” su interior con un maquinado que utiliza una herramienta especial denominada “escariador”, (salvo el caso, en nuestro país, de los cañones de pistola calibre 9 mm, fabricados por Fabricaciones Militares bajo licencia de la firma belga Browning, los que se producen por el método de martelado), y que va a introducir desde el momento mismo de la fabricación, un micro-rayado producto de las alteraciones microscópicas de sus filos o partes desbastantes. Estas características se producen en el momento mismo de la fabricación del cañón, razón por la que podemos denominarlas “congénitas” ya que “nacen” con el mismo, viéndose enriquecidas con el transcurso del tiempo, durante el cual como consecuencia del uso, conservación, defectos de limpieza y muchas otras causas más, se van produciendo otras tales como pequeños núcleos o puntos de oxidación, denominados “picaduras”, los que van a transmitir al cañón nuevas particularidades identificatorias, a las que denominaremos “adquiridas” y que, en definitiva le suministrarán características que lo harán único y totalmente diferente a los demás, aún los inmediatamente anteriores y posteriores en su orden de fabricación y que permitirá identificar en forma categórica e indubitable a todos y cada uno de los proyectiles disparados a través de un cañón determinado. (SDNA, 2000)

- La embocadura del cañón: En el caso particular de los revólveres, el tambor se comporta simultáneamente como almacén cargador, mientras que cada uno de los alvéolos del mismo cumple las funciones de la recámara en el momento de producirse el disparo. Si el eje de simetría de cada uno de los alvéolos no coincide exactamente con el eje de simetría del cañón, se producirá un pequeño “desfasaje” entre ambas piezas, lo que implicará que el proyectil “roce” con una parte determinada de su ojiva o de su cuerpo cilíndrico o “cintura de forzamiento” con uno de los bordes posteriores del cañón, produciéndose lo que se conoce con el nombre de “marcas de abocamiento”, las que pueden llegar a suministrar importantes indicios de alto valor identificatorio. (SDNA, 2000)

b). En la vaina:

Al igual que en el proyectil, en la vaina también aparecen marcas impresas por distintas piezas del arma que permitirán proceder a su identificación y que corresponden principalmente a las siguientes partes:

- La aguja de percusión: Esta pieza puede encontrarse unida al martillo mediante un perno (caso clásico de los revólveres) o bien ubicarse de manera tal que reciba el golpe del martillo, el que le suministra energía suficiente como para vencer la resistencia del resorte que la mantiene en su posición, alejada del fulminante del cartucho ubicado en la recámara del arma, y transmitir a la cápsula fulminante energía de impacto suficiente como para hacer detonar el alto explosivo que se encuentra alojado en ella, produciéndose así el fuego que es transmitido a la pólvora a través de pequeños orificios, los que comunican el alojamiento del fulminante con el de la pólvora y que reciben el nombre de “iodos”. (SDNA, 2000)

Como fenómeno secundario al del disparo pero de importantísimo valor forense, aparecen como consecuencia del mecanismo descrito en el párrafo anterior, las huellas o marcas características que el extremo o punta de la aguja de percusión ha dejado grabadas en el lugar de impacto. La agujas de percusión, sean estas solidarias o no al respectivo martillo, son piezas elaboradas mediante mecanizado (torneado), muchas veces terminadas a mano por retoque con lima, por lo que las características de su extremo o punta van a ser únicas y diferentes a las demás, propiedad fundamental para su identificación. (Moreno, L, 1998)

El espaldón, el extractor y el botador: Estas tres piezas suelen dejar marcas características en las vainas las que en numerosos casos permiten identificar categóricamente el arma que han servido una vaina determinada, particularmente la primera de las piezas mencionadas. El Espaldón está constituido por la cara o “faz” del “bloc de cierre” o corredera que mantiene asegurado el cartucho dentro de la recámara, cerrando la misma herméticamente, apoyándose en la parte posterior o “culote” de la vaina, donde quedan grabadas las características que el arma le transmite. En los revólveres esta función es cumplida por la parte del armadura que cierra por detrás el alvéolo colocado en posición de disparo, la que posee un orificio por donde penetra la aguja de percusión para poder golpear al fulminante y de esta manera producir el disparo. (SDNA, 2000)

El Extractor o “Uña extractora”: es la pieza que en armas de repetición, semiautomáticas y automáticas, se encarga de tomar la vaina servida de la recámara y removerla de ese lugar para dar cabida a un nuevo cartucho. La uña toma la vaina por la garganta para poder extraerla dejando marcas características en los puntos de contacto.

El Botador: es una pieza solidaria al armadura del arma de fuego donde la vaina servida, en su arrastre producido por el accionar de la uña extractora, va a golpear modificando su itinerario, siendo lanzada al exterior del arma a través de la ventana de expulsión. Cuando el lateral del culote de la vaina golpea contra el botador, éste le imprime en el lugar de impacto marcas características de alto valor identificadorio. (SDNA, 2000)

La recámara, los labios del cargador, etc.: Las piezas mencionadas y toda otra que tome contacto con el cartucho durante el proceso de carga, disparo y descarga del arma, puede dejar estampadas en vainas y proyectiles marcas, huellas o indicios que permitan su identificación, relacionándolas con el arma utilizada. (SDNA, 2000)

#### 4.5.2. EL EQUIPAMIENTO TÉCNICO UTILIZADO EN LOS ESTUDIOS PERICIALES

Los estudios periciales tendientes a determinar identidad vaina-vaina, vaina-arma, proyectil-proyectil y proyectil-arma, se basan particularmente en la comparación o “cotejo” de las características de valor identificadorio comprobando la coincidencia entre las que presenta la vaina o proyectil “DUBITADO” o “INCRIMINADO” con los obtenidos por el experto utilizando el arma sospechosa, los que reciben el nombre de vainas y proyectiles “INDUBITADOS” o “TESTIGOS”. Para llevar a cabo los estudios pertinentes se hace necesario contar con equipamiento técnico específico, el que variará conforme el método de trabajo que se siga, pero que en la actualidad requiere de manera indispensable de los siguientes efectos:

Banco de obtención de proyectiles: Está constituido básicamente por un cilindro de chapa estampada, dispuesto horizontalmente sobre un base en la que puede desplazarse hacia atrás y hacia adelante por medio de dos rieles y cuatro pequeñas ruedas que deslizan sobre aquellos. El cilindro posee en su parte superior una tapa corrediza la que da acceso a su interior en el que se encuentran dispuestas una serie de celdas también cilíndricas (generalmente siete), rellenas de estopa y que usan de tapas anteriores y posteriores sendas láminas de cartulina. El frente del cilindro, por donde ingresan los proyectiles, solo está protegido por una fina hoja de cartulina, mientras que el fondo lo constituye o bien una pieza de chapa o bien una de madera aglomerada. (Moreno, L, 1998)

Cuando ingresan los proyectiles que son disparados a corta distancia del cilindro, no más de un metro, los mismos lo hacen seguido de un movimiento de traslación y otro de rotación, siendo este último el que hace que los proyectiles se adhieran a las hebras de estopa, aumentando su superficie de contacto, por lo que es rápidamente frenado, transmitiendo toda su energía cinética al tambor o cilindro, el que la transforma en energía de movimiento, desplazándose hacia atrás por los respectivos rieles. Actualmente se ha popularizado el uso de un “banco hidráulico”, compuesto por un recipiente rectangular de tamaño adecuado, el que se encuentra lleno de agua y sobre el que se efectúan los disparos, frenándose el proyectil en su avance por la acción de la resistencia del agua. Este método posee la ventaja de ser menos agresivo obteniéndose el proyectil testigo con óptima calidad para cotejo. (Moreno, L, 1998)

El Microscopio Comparación Balístico: Esquemáticamente está constituido por un (1) ocular y dos objetivos unidos por un puente óptico de manera tal que, con un solo ojo el operador puede observar en el campo del objetivo dos objetos diferentes.

El campo circular está dividido por una línea de separación en dos zonas denominadas “hemicampos”, siendo posible observar el objeto que se encuentra colocado debajo del objetivo izquierdo, en el hemicampo derecho y el que se encuentra colocado debajo del objetivo derecho, en el hemicampo izquierdo. Debajo de cada objetivo se dispone de una platina donde se fijan los objetos a comparar. (Moreno, L, 1998)



Figura.4.15. Microscopio de comparación balística. PGJ, 2009.

El equipo se encuentra complementado por una serie de comandos y accesorios que le brindan una gran versatilidad en la realización de múltiples tareas de observación comparativa, disponiendo asimismo de equipos fotográficos e iluminadores de luz variable en intensidad y dirección. Los equipos de última generación cuentan con iluminadores de fibra óptica, equipos de fotografía instantánea, cámaras de video con monitor color e impresora láser, aumentos variables, etc. (Moreno, L, 1998)

El uso en balística forense de este equipo es fundamental para arribar a conclusiones categóricas, basadas en los principios técnico-científico enunciados a lo largo del presente trabajo, permitiendo incluso el estudio pericial de proyectiles deformados y de esquirlas de proyectiles, pudiendo objetivarse fotográficamente las coincidencias de líneas identificatorias, aportando al Juzgador elementos de prueba materiales concretos para su eficaz valoración. (Moreno, L, 1998)



Figura.4.16. Comparación balística. PGJ, 2009.

El equipo de fotorrodado sistema “Belaunde”: Este equipo, conocido también con el nombre de “Fotocomparador Belaunde” o “Equipo para toma de fotografía de la periferia de los proyectiles”, fue diseñado por el Comisario ERNESTO M. BELAUNDE de la Policía Federal Argentina, y de quien el sistema toma su nombre y que consiste básicamente en un dispositivo fotográfico de foco fijo; una platina que permita disponer verticalmente el proyectil y que está dotada de un movimiento de rotación; un dispositivo que suministre un haz de luz puntiforme, con el ángulo de incidencia adecuado para el óptimo aprovechamiento de luces y sombras provocados por los bajos y altorrelieves de la cintura de forzamiento, parte cilíndrica o “zona pericialmente útil” del proyectil; un sistema de arrastre continuo de la película fotográfica que permita obtener un fotograma continuo de toda la periferia del proyectil mientras este va girando sobre su eje, a modo similar de las fotografías de la superficie terrestre obtenidas desde el aire por medio de cámaras especiales montadas en el piso de aviones preparados para ello, y una fina ranura ubicada frente a la película fotográfica, que oficia las veces de regulador de exposición. (Moreno, L, 1998)

Las variantes modernas de este equipo utilizan cámaras fotográficas de 35 mm., tubos de acercamiento que permiten aumentar la distancia focal y por lo tanto obtener mayor aumento en las fotografías así logradas, ópticas de alta calidad sin aberraciones cromáticas ni distorsiones y película de alta definición, lográndose “fotorrodados” de alta calidad tanto de proyectiles dubitados como indubitados, lo que suministra una gran seguridad en el cotejo de los mismos. (Moreno, L, 1998)

Microscopios y Lupas binoculares: En oportunidades se recurre al uso de microscopios y lupas binoculares de aumento variable por zoom, para efectuar el estudio pormenorizado de alguna zona en particular de vainas y proyectiles o en aquellos casos en que no se cuente con los equipos mencionados en los puntos precedentes, obteniéndose fotografías a través de estos equipos ópticos, con iluminación adecuada, procediéndose luego a comparar las fotografías así obtenidas. (Moreno, L, 1998)

La fotografía: Como se ha mencionado reiteradamente durante el desarrollo del presente trabajo, el Perito Balístico tiene en la fotografía un auxiliar de inestimable valor, ya que le provee los medios adecuados no solo para efectuar el cotejo de las particularidades individuales de los elementos sometidos a estudio, a través de ampliaciones adecuadas, sino que, como ya se ha expresado, le permite suministrar al Juez la prueba material y objetiva de sus conclusiones otorgándole elementos de juicio adecuados para valorar la prueba. (Moreno, L, 1998)

#### **4.5.3. METODOLOGÍA DE LOS ESTUDIOS PERICIALES EN BALÍSTICA INTERIOR**

Los estudios periciales realizados dentro del ámbito de la Balística Interior, tienden a establecer la identidad de arma de fuego, o lo que es lo mismo, lograr su individualización estableciendo fehacientemente que ella y solo ella pudo disparar un determinado proyectil o servir una vaina dada, lo que se logra a través del estudio comparativo de las vainas y proyectiles INCRIMINADOS o DUBITADOS, cotejándolos con vainas y proyectiles TESTIGOS o INDUBITADOS obtenidos por el Perito, utilizando el o las armas sometidas a estudio, ajustándose para ello al siguiente esquema de trabajo:



Determinaciones preliminares: A través de estas operaciones se tiende a efectuar un rápido descarte de las armas, determinando macroscópicamente aquellas que nunca hubiesen podido arrojar un determinado proyectil o servir una vaina en particular. Para lograr la finalidad expuesta en el párrafo anterior, se controla la concordancia o no entre el arma y el proyectil y/o vaina incriminada de características cuya no coincidencia descartan, por si solas, toda posibilidad de identidad, tales como: igualdad de calibre; número de estrías, dirección, paso y ancho de las mismas, ubicación relativa del conjunto extractor-botador, etc. Como se expresara, la no concordancia entre las características expuestas del arma sospechosa con la vaina y/o el proyectil incriminado, descarta toda posibilidad de vinculación entre las mismas, mientras que corroborada la coincidencia de estas características, se hace necesario ahora si profundizar la investigación, recurriendo al cotejo de las características microscópicas ya mencionadas en el presente trabajo. (Montiel, J, 1993)

Cotejo de vainas: Tal como se manifestara en puntos anteriores, una de las formas de determinar la identidad de un arma es efectuar un estudio comparativo entre las vainas Dubitada e Indubitadas o Testigos, utilizando preferentemente el microscopio comparador mediante el cual se efectuará el cotejo de las líneas o rayas identificatorias que hayan dejado estampadas en la vaina piezas tales como la aguja de percusión, la uña extractora, el botador y el espaldón, de cuya coincidencia surgirá la categórica conclusión de un común origen, es decir que ambas vainas (Dubitada e Indubitada) fueron servidas por la misma arma. (Montiel, J, 1993)

Cotejo de proyectiles: Al igual que en el caso anterior, se trata de lograr a través del estudio comparativo de los proyectiles Incriminado o Dubitado (Extraído durante la operación de autopsia, curación de heridas, recogidos en el lugar del hecho, etc.), cotejándolo con el proyectil Indubitado o Testigo, el que es obtenido por el Perito efectuando disparos de prueba con el arma cuestionada o sospechosa sobre un dispositivo idóneo, tal como el Banco de Obtención de Proyectiles. (Montiel, J, 1993)



Figura.4.17. Cotejo de proyectiles. PGJ, 2009

Obtenidos así los elementos de cotejo, se recurre al uso del equipamiento técnico específico, tal como el microscopio comparador o el equipo fotocomparador sistema “Belaunde”, que nos permitirá estudiar simultáneamente las características de alto valor identificatorio que el ánima del cañón dejara impresa en la parte cilíndrica o “zona útil de cotejo” del proyectil y que responden a peculiaridades propias del estriado de un cañón en particular.



Lograda la verificación de coincidencia entre las mencionadas líneas o rayas características, se está en condiciones de afirmar el común origen de ambos proyectiles, es decir que tanto el Dubitado como el Indubitado fueron disparados por un mismo y único cañón, circunstancia que puede ser debidamente objetivizada mediante fotografías tomadas a través del mismo instrumental con el que se ha efectuado el cotejo lo que permitirá aportar al Juzgador las piezas de convicción que el mismo necesita para valorar adecuadamente la prueba. (Montiel, J, 1993)

#### **4.6. BALÍSTICA EXTERIOR**

Bajo esta denominación se conoce la parte de la Balística Forense que entiende lo que acontece con el proyectil desde que éste abandona la boca del cañón hasta que alcanza el blanco, es decir que se dedica fundamentalmente al estudio de la trayectoria de los proyectiles y es por lo tanto la división de esta disciplina que más se ajusta a la definición lingüística del término “Balística”, estudiándose en esta parte lo siguiente:

##### **4.6.1. TRAYECTORIA**

Indudablemente, la trayectoria seguida por el proyectil disparado por un arma de fuego conformará una figura parabólica con nacimiento en la boca del cañón del arma y finalización en el blanco. Esta parábola variará en sus características, principalmente la longitud de su rama ascendente, la altura máxima alcanzada, la distancia máxima a la cual puede ser proyectado, la estabilidad direccional o deriva y toda otra condición que la determine, según una serie de variables que deberán ser tenidas oportunamente en cuenta, cuando trate de determinarse la trayectoria de un proyectil en particular y establecer, conociendo el punto de impacto, el probable origen del disparo. Las variables a las que se hace referencia en el párrafo anterior se refieren particularmente a: Calibre del proyectil, forma de la ojiva del mismo, tipo y cantidad de carga de proyección del cartucho, velocidad del proyectil en la boca del arma, energía cinética del proyectil en la boca de fuego, ángulo de disparo, velocidad y dirección del viento imperante en la zona al momento de efectuarse el disparo, etc. Es aceptado que, en la gran mayoría de los casos tratados en los estrados judiciales donde se hace necesario conocer la trayectoria y establecer la posición probable del tirador, el disparo se ha efectuado a relativa corta distancia, por lo que se considera como de mayor interés para la Criminalística, el tramo comprendido por la primera parte de la rama ascendente de la parábola, la que por su muy escasa variación puede equipararse a una línea recta. Recurriendo a los principios más básicos de las matemáticas, sabemos que una recta estará definida por DOS (2) puntos, mientras que por un solo punto pasan infinitas rectas, por lo tanto para establecer en forma precisa la trayectoria de un proyectil debo contar con por lo menos DOS (2) puntos por donde el mismo haya pasado. También debemos recordar que la determinación de la trayectoria interna del proyectil, es decir aquella que pueda haber seguido dentro del cuerpo de la víctima no debe estar necesariamente relacionada con la trayectoria externa, es decir la seguida desde la boca del cañón hasta el punto de impacto ya que, como es sabido, el cuerpo humano no es un objeto estático (quieto), sino que por el contrario estamos en presencia de un cuerpo dinámico que posee la propiedad de variar su posición espacial en forma permanente, ocupando difícilmente la misma posición en dos momentos de tiempo consecutivos. (Montiel, J, 1993)

Por esta razón un proyectil que sigue una trayectoria perfectamente horizontal puede dar una trayectoria interna (dentro del cuerpo de la víctima) de tipo horizontal, ascendente o descendente, según el cuerpo se encuentre, al momento de recibir el disparo, en posición vertical, inclinado hacia adelante o inclinado hacia atrás. Por los motivos aquí expuestos, puede considerarse a los problemas que plantea la Balística Exterior como los de mayor complejidad de resolución, aspecto éste que no implica la imposibilidad de lograr conclusiones incuestionables, sino la necesidad de tener permanentemente presente los factores que influyen directamente en el establecimiento de las trayectoria y evaluarlos convenientemente en oportunidad de efectuar el estudio respectivo. (Moreno, L, 1998)

#### **4.6.2. MOVIMIENTOS DEL PROYECTIL EN EL ESPACIO**

Los movimientos del proyectil en el espacio estarán influidos particularmente por el tipo y forma de ojiva que posea el mismo, la que será menos afectada por la resistencia del aire cuanto más aguzada sea; la velocidad del viento y su dirección con respecto al eje de la trayectoria, pudiendo producir derivas de consideración; la masa del proyectil, que se verá influida más o menos rápidamente por la aceleración de la gravedad; el paso de la estría, que determinará la velocidad del movimiento rotacional del proyectil (medida en RPM) y por lo tanto su estabilidad direccional, directamente relacionada con su poder de penetración, la mayor o menor resistencia al avance que le oponga el aire, la velocidad inicial con que el proyectil fuera expulsado de la boca del cañón, etc. Todos estos factores deberán evaluarse al momento de emitir opinión respecto de este punto. (Montiel, J, 1993)

#### **4.6.3. REBOTES**

Al efectuar estudios de trayectoria se tendrán en cuenta la existencia de probables rebotes en objetos estáticos (columnas, paredes, techos, etc.) y/o dinámicos (vehículos en movimiento), y se determinará la forma en que estos pudiesen haber actuado en la modificación de la trayectoria original, siendo un aspecto de particular importancia en hechos ocurridos en espacios cerrados, tales como viviendas ya que de ello podría incluso determinarse la intencionalidad agresora de un disparo o la producción de una herida accidental producto de un disparo intimidatorio. (Montiel, J, 1993)

#### **4.6.4. DETERMINACIÓN DE LA POSICIÓN DEL TIRADOR**

Esta determinación implica establecer el punto de origen de la parábola o bien, si respetamos el criterio de que durante los primeros metros de su recorrido la trayectoria del proyectil se asemeja a una línea recta, determinar el punto de origen de la semirrecta, es decir la ubicación de la boca de fuego, para lo cual debe estudiarse detalladamente las características del orificio de entrada, principalmente si éste está contenido en objetos estáticos, comprobando principalmente su forma: circular u ovoidal, y en este último caso la dirección del eje mayor del óvalo y la determinación del ángulo de incidencia, aspectos que nos darán una noción de la dirección de procedencia del disparo.

Esta determinación será mucho más precisa en el caso de contar con DOS (2) o más elementos que hayan sido afectados por el disparo (Por ejemplo perforación en el vidrio de la ventana de una habitación y en la hoja de madera de su puerta de acceso), lográndose en estos casos determinar la posición del tirador con precisión casi absoluta. (Montiel, J, 1993)



Figura.4.18. Proyectil en el espacio. PGR, 2009.

#### 4.7. BALÍSTICA DE EFECTOS

Como se definiera oportunamente, la Balística de Efectos es la parte de la Balística Forense que tiene a su cargo el estudio de los efectos causados por el proyectil en el blanco, tendiente a individualizar particularmente la localización y características de los orificios de entrada (OE) y de salida (OS) del proyectil, como así también las características de la zona que rodea al orificio de entrada (OE) a los fines de determinar la existencia de indicios o signos que permitan establecer la distancia a la cual ha sido efectuado el disparo, conforme a lo siguiente:

##### 4.7.1. DETERMINACIÓN DE LOS ORIFICIOS DE ENTRADA (OE) Y DE SALIDA (OS) DE LOS PROYECTILES DE ARMAS DE FUEGO: - CARACTERÍSTICAS DIFERENCIALES - DETERMINACIÓN DE ÁNGULO DE INCIDENCIA

Cuando el proyectil disparado por un arma de fuego incide sobre la piel y los músculos que se encuentran ubicados debajo de la misma, en razón de la elasticidad de las fibras que componen ambos tejidos, se produce primeramente una depresión con elongación de los tejidos, los que finalmente, al ser vencida por el proyectil la resistencia que estos oponen a su avance, son perforados dejando una herida circular u ovoidal de labios dirigidos hacia el interior de la piel. El orificio es en la gran mayoría de los casos de diámetro menor al del proyectil, variando el mismo según el tipo de ojiva, la velocidad, los movimientos del proyectil (rotacionales y de mutación), la profundidad a la que se halla ubicado el plano óseo más cercano, la orientación de las fibras musculares, las ondas sónicas y la turbulencia que siguen al proyectil, la posición y el ángulo de incidencia del mismo sobre la piel, etc. (Montiel, J, 1993)

En condiciones óptimas, es decir un OE provocado por un proyectil que ha incidido perpendicularmente al plano dérmico, con ojiva aguzada y sobre zona de tejido blando, el OE será circular, de diámetro menor al del proyectil y estará rodeado de una zona circular de características contuso-equimótico-escoriativas cuya mayor intensidad estará ubicada junto al borde del orificio atenuándose paulatinamente a medida que se aleja de él. Esta zona se conoce con el nombre de “Zona de Enjugamiento” o “ANILLO DE FISCH” y estará presente siempre en los OE de proyectiles de armas de fuego, siendo uno de los signos que lo manifiestan. La forma (circular u ovoidal) y la centricidad del Anillo de Fisch con respecto al OE (concéntrico o excéntrico), suministrará indicios concretos respecto del ángulo de incidencia del proyectil sobre el plano de la piel. Se debe consignar asimismo que si bien generalmente un proyectil produce un único OE, pueden eventualmente presentarse más de uno, en aquellos casos en que el proyectil atraviese, por ejemplo, primero un miembro para luego ingresar en otra parte del cuerpo. Cabe destacar que así como el diámetro del OE no suministra elementos de juicio que permitan determinar por sí solo el calibre del arma utilizada, la forma del Anillo de Fisch no aporta elementos que permitan inferir por sí la dirección de procedencia del disparo ya que solo indicará el ángulo de incidencia del mismo sobre la piel, debiéndose tener en cuenta que se necesitaría saber la posición exacta del cuerpo en el momento de recibir el disparo (inclinación del cuerpo, orientación del plano receptor, movimientos, etc.), para emitir opinión al respecto. La “zona de enjugamiento” o “Anillo de Fisch” podrá estar seguida o no de una “zona de ahumamiento” y “de una zona de tatuaje”, conforme la distancia a la que se haya producido el disparo y cuyas características serán explicadas más adelante. Con relación al orificio de salida del proyectil (OS), debemos consignar que el mismo no siempre está presente en casos de heridas con armas de fuego, sino que solo se lo halla en aquellos casos en que el proyectil atravesó totalmente los tejidos saliendo luego al exterior del cuerpo. El OS responde en general a una herida de contornos irregulares y aún desgarrados, de diámetro normalmente superior al OE y al proyectil mismo, variando su aspecto con las alternativas que haya sufrido el proyectil en su trayectoria interna, pudiendo egresar acompañado de esquirlas óseas o del mismo proyectil, en posición lateral, deformado por choque contra huesos, etc. Cabe acotar que el OS carece de Anillo de Fisch, tatuaje y ahumamiento, los que son característicos del OE. (Montiel, J, 1993)

#### 4.7.2. ESTUDIO DE LA ZONA INMEDIATA QUE RODEA EL OE DEL PROYECTIL

Como se expresara en el punto anterior, el OE de un proyectil de arma de fuego está caracterizado por la presencia de elementos que lo distinguen y que brindarán elementos de juicio para determinar la distancia a que ha sido efectuado el disparo y que son los que a continuación se detallan:

- 1) El Anillo o Halo de Fisch: También llamado “Anillo de Enjugamiento” o “Zona contuso-equimótica-escoriativa”, la cual fuera detalladamente explicada en el punto precedente. (Montiel, J, 1993)
- 2) El ahumamiento o falso tatuaje: Está constituido por depósitos superficiales de humos procedentes de la deflagración de la pólvora, la que al no constituir una combustión completa, es decir una reacción de óxido-reducción químicamente balanceada, desprende humos (carbón finamente dividido) que son expulsados por la boca del cañón del arma a continuación del proyectil.

Debido a su escasa masa los humos poseen muy poca energía cinética razón por la cual alcanzan una distancia que difícilmente supera los 10 cm. de la boca de fuego, por lo que sólo estarán presentes en casos de disparos a muy corta distancia, conocidos popularmente con el nombre de “TIRO A QUEMARROPA”. (Montiel, J, 1993)



Figura.4.19. Herida por arma de fuego. SEMEFO, 2009

Generalmente la zona de ahumamiento presenta, además del depósito superficial de humos al que debe su nombre, signos de fenómenos térmicos característicos, provocados por la elevada temperatura a la que egresan los gases producto de la deflagración de la pólvora, los que pueden llegar a “chamuscarse” el vello o el cabello que rodea al OE o a producir efectos característicos sobre las fibras textiles que constituyen las prendas de vestir. El depósito de humos puede ser fácilmente removido con una limpieza ligera y superficial utilizando agua jabonosa, lo que diferencia este “Falso Tatuaje” con el tatuaje verdadero como se verá a continuación. (Montiel, J, 1993)

3) El Tatuaje: El Tatuaje Verdadero o simplemente “Tatuaje” está constituido por partículas consistente en granos semi-combustionados y no combustionados de pólvora y partículas metálicas desprendidas del propio proyectil, como consecuencia de la acción abrasiva ocasionada por el rozamiento a que fuera sometido dentro del ánima del cañón. Estas partículas poseen mayor masa que el de humo y por lo tanto mayor energía cinética, por lo que alcanzan mayores distancias de la boca de fuego. (Cibrian, O, 1996)

Como poseen energía cinética relativamente alta, las partículas de pólvora y metálicas que constituyen el tatuaje llegan a introducirse ligeramente en la piel de la zona inmediata al OE, por lo que no pueden ser removidas, a diferencia del ahumamiento, por medio de un lavado superficial. Como dijéramos, el tatuaje está entonces constituido por partículas de pólvora y partículas metálicas, poseyendo estas últimas mayor masa y por lo tanto mayor energía cinética que las primeras lo que les permite alcanzar mayores distancias, por lo que el “Tatuaje” puede subclasificarse en:

Tatuaje de partículas de pólvora y metálicas: Donde están presentes los dos elementos y que para las armas de puño promedio suelen alcanzar distancias del orden de los 50 cm. de la boca de fuego, variando ésta con el calibre del arma, el largo del cañón, el tipo y cantidad de carga balística (pólvora) que contenga el cartucho utilizado, etc. (Montiel, J, 1993)

Tatuaje de partículas metálicas: Donde sólo se encuentran restos metálicos desprendidos del mismo proyectil como consecuencia de la abrasión sufrida por éste dentro del cañón y que, al poseer mayor masa que las de pólvora les permite alcanzar mayor distancia, las que en armas de puño normales pueden llegar hasta 100 cm (1 mt.). (Montiel, J, 1993)

Los restos de fulminante: En la actualidad, el adelanto de los medios tecnológicos permite efectuar la búsqueda y reconocimiento de restos de fulminante, en especial Plomo y Bario, con equipos de máxima precisión, tal como el Microscopio Electrónico de Barrido, el que permite detectar restos de estos compuestos, que también acompañan al proyectil en su trayectoria, hasta una distancia de aproximadamente 3 metros para las armas de puño. Debe consignarse que las partículas, humos y gases que egresan de la boca de fuego del arma acompañando al proyectil, se dispersan formando espacialmente una figura de tipo cónica, con el vértice dirigido a la boca del cañón del arma y con la base en la superficie receptora del disparo, por lo que a mayor distancia, será mayor el área abarcada por el tatuaje y menor la densidad de sus partículas y a menor distancia, será menor el área de tatuaje y mayor su densidad. Esta característica permitiría en principio, efectuar estudios comparativos entre el “dibujo” que presenta la zona de tatuaje en un caso determinado y los que se logran efectuando disparos experimentales con el arma cuestionada, utilizando cartuchos de idénticas características que el usado en el hecho. El estudio comparativo del “dibujo” formado por estos tatuajes permitirá establecer la distancia a que fuera disparada el arma con una aproximación de +/- 5 cm. (Montiel, J, 1993)



Figura.4.20. Tatuaje del fulminante (espalda).SEMEFO, 2009.

El “Golpe de Mina” o “Efecto de Hoffman”: Característicos de los disparos efectuados con la boca de fuego del arma apoyada sobre la piel, disparos conocidos con el nombre de “Disparo Abocado” o “Disparo a Boca de Jarro” y que se produce cuando inmediatamente debajo de la piel se encuentra un plano óseo, tal como es el caso de los disparos suicidas en la zona parietal. Aquí los gases producto de la deflagración de la pólvora se expanden entre el tejido subcutáneo y el hueso, produciendo su desprendimiento, aglobamiento y posterior estallido hacia afuera, lo que provoca una herida de características irregulares, con desgarramientos radiales y labios revertidos, como si la explosión hubiese sucedido dentro del cuerpo, característica de donde deriva el nombre de “Golpe de Mina”. (Montiel, J, 1993)



Figura.4.21. Golpe de mina. SEMEFO, 2009.

La “Escarapela de Simonín” y el “Signo de Benassi”: Como en el caso anterior, debajo de los tejidos subcutáneos se encuentra un plano óseo (como en los huesos del cráneo o en los omóplatos), los disparos abocados hacen que los gases y humos producto de la deflagración de la pólvora ingresen junto con el proyectil dentro de la herida. Mientras los gases producen los efectos del “Golpe de Mina de Hoffman” explicado precedentemente, los humos se depositan en los planos subcutáneos, particularmente en el hueso, ennegreciéndolo alrededor del orificio producido por el proyectil, lo que constituye una característica probatoria de disparo abocado (distancia 0) conocido con el nombre de “Signo de Benassi”. (Montiel, J, 1993)

Este mismo efecto se puede producir entre la prenda de vestir y la piel, quedando depositado el humo en forma de 2 o 3 círculos concéntricos denominados “Escarapela de Simonín”. (Moreno, L, 1998)



Figura.4.22. Signo de Benassi. SEMEFO, 2009.

#### 4.7.3. CLASIFICACIÓN DE LA DISTANCIA DE DISPARO SEGÚN LAS CARACTERÍSTICAS DEL OE DEL PROYECTIL

La distancia a la que se efectuara el disparo de un arma de fuego puede ser estimada con cierto grado de precisión conforme las características del OE y su zona inmediata, conforme los conceptos ya vertidos en el presente trabajo y que nos permitiría, en principio establecer CUATRO (4) situaciones distintas y perfectamente definidas, conforme se esquematiza en el siguiente diagrama, las que a continuación se pasan a explicar:



Disparo a boca de jarro: También denominado “Disparo con arma abocada”, realizado con la boca de fuego del arma apoyada sobre la superficie corporal, es decir que corresponde a distancia CERO (0), el que se caracteriza por la presencia de signos tales como el Signo de Benassi, la presencia de restos de pólvora semi-combustionada y sus detritus en el interior de la herida, hemoglobina oxicarbonada producto del monóxido de carbono proveniente de la combustión incompleta de la pólvora (ALFREDO ACHAVAL - Manual de Medicina Legal - 2<sup>da</sup> Edición - Ed. Policial - Buenos Aires - 1979), el Golpe de Mina de Hoffman y la Escarapela de Simonín, elementos indicadores que pueden encontrarse presentes en forma conjunta o aislada. También estará presente, como en la totalidad de los OE independientemente de la distancia de disparo, el Halo de Fisch. (Moreno, L, 1998)

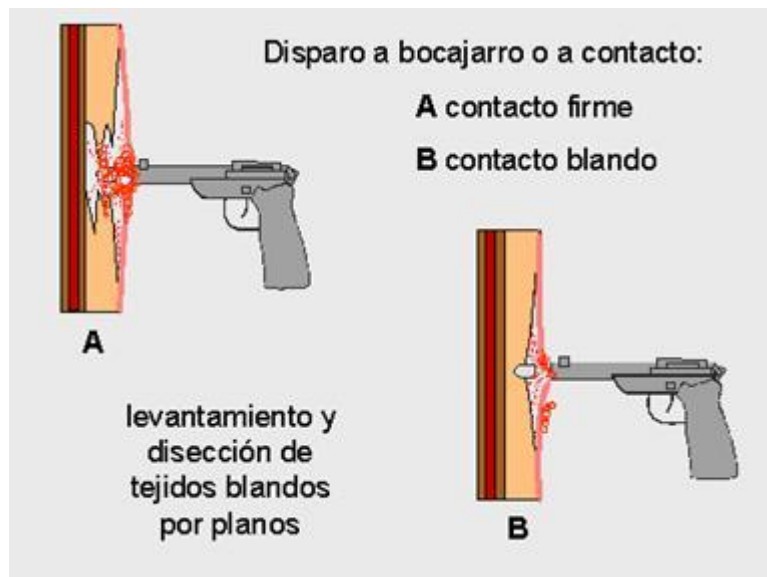


Figura.4.23. Disparo a boca jarro. Moreno, 1998.

Disparo a quemarropa: Es el disparo efectuado dentro de la distancia máxima de alcance de la lengua de fuego que sale de la boca del cañón del arma luego de expulsado el proyectil y que en armas de puño puede alcanzar distancias no mayores a los 10 cm., dependiendo ésta fundamentalmente del largo del cañón del arma considerada y de la carga balística del cartucho utilizado. Este tipo de disparo se caracteriza por la existencia de signos de alteración térmica en la piel o en la prenda exterior que vistiese la víctima al momento de recibir el disparo (chamuscamiento de pelos, vellos y fibras textiles, etc.), ahumamiento o falso tatuaje, tatuaje muy denso debajo del ahumamiento y el infaltable Halo de Fisch. (Moreno, L, 1998)





Figura.4.24. Disparo a quemarropa. Moreno, 1998.

Disparos a corta distancia: Los que a su vez se pueden dividir en dos:

Disparos a muy corta distancia: Presenta tatuaje de restos de pólvora no combustionada o semi-combustionada, los que en forma de “granos” van a incrustarse superficialmente en la piel o a adherirse a las prendas de vestir, encontrándose presente también el tatuaje metálico, es decir el producido por las partículas metálicas desprendidas del propio proyectil y, como es norma, el Halo de Fisch. (Moreno, L, 1998)



Figura.4.25. Disparo a corta distancia. Moreno, 1998.

El tatuaje debido a los restos de pólvora se manifiesta tratando adecuadamente la zona agredida con reactivo de Griess (Alfa-naftil amina y Acido sulfanílico en medio acético), el que pone en evidencia los granos de pólvora mediante la formación de puntos de color rojo debido a la reacción cromática de este reactivo con los radicales nitritos. El tatuaje producido por los granos de pólvora pueden alcanzar hasta aproximadamente 50 cm. en las armas de puño de uso habitual.

El tatuaje debido a restos metálicos se manifiesta mediante tratamiento de la zona agredida con agua oxigenada, ácido acético y haciendo pasar por último una corriente de ácido sulfhídrico, produciéndose puntos negros correspondiente a los sulfuros de los metales (plomo y cobre principalmente), que constituyen las partículas desprendidas del proyectil. Normalmente estas reacciones no se efectúan directamente sobre la piel de la víctima ni sobre las prendas de vestir, sino que se transfieren las sustancias allí presentes a una hoja de papel fotográfico previamente fijado y lavado al que se adhieren gracias a la capa de gelatina que recubre una de sus caras. (Moreno, L, 1997)

En la actualidad se ha reemplazado la identificación de los nitritos ( $\text{NO}_2^-$ ) por otras sustancias características de los disparos, tales como el Bario (Ba), el Antimonio (Sn) y el Plomo (Pb), utilizándose para ello métodos instrumentales tales como la espectrofotometría de absorción atómica o la investigación mediante el uso de microscopía electrónica de barrido, aplicándose como alternativa ante la falta de instrumental adecuado el análisis químico convencional mediante el uso de reactivos a base de Rodizonato de Sodio. (Moreno, L, 1998)

Disparos a media distancia: En ellos solo se encuentra presente el tatuaje metálico cuya caracterización se explicara precedentemente, además del Halo de Fisch. En armas de puño es factible encontrar este tipo de tatuajes hasta distancias de aproximadamente UN (1) metro, extendiéndose esa distancia hasta los TRES (3) metros para el caso de aplicar en la determinación. medios tecnológicos de avanzada, tales como la Microscopía Electrónica de Barrido. (Moreno, L, 1998)

Disparos a larga distancia: Se denominan así en Balística Forense a todos aquellos que superen la distancia máxima a la que es posible producir tatuaje, ya sea metálico o de pólvora, y donde el único signo presente lo constituye el Halo de Fisch, lo que en armas de puño normales, implica distancias superiores a las consignadas. (Moreno, L, 1998)



Figura.4.26. Disparo a larga distancia. Moreno, 1998.

#### 4.8. DETERMINACIÓN DE LA DISTANCIA DE DISPARO DE LAS ARMAS DE FUEGO POR DETECCIÓN DE RESTOS

##### 4.8.1. RESTOS DE PÓLVORA, METÁLICOS Y DEL FULMINANTE

Como ya se explicara, la presencia, distribución, forma del área afectada y densidad de los depósitos de restos de pólvora, partículas metálicas y aún de restos de las sustancias constitutivas del fulminante, determinando su presencia a través de la aplicación de técnicas y procedimientos químicos adecuados que nos permitan reconocer la presencia de radicales Nitratos, Nitritos, Plomo, Cobre, Antimonio y Bario provenientes de pólvora, proyectil y fulminante. (Moreno, L, 1997)

##### 4.8.2. CASO PARTICULAR: EL DISPARO DE ESCOPETA

- Determinación de la distancia de disparo por la rosa de dispersión de los perdigones:

Como se explicara en el capítulo destinado a la clasificación de las armas de fuego, la escopeta es un arma de hombro de ánima lisa, diseñada para disparar cartuchos de proyectiles múltiples, conocidos con el nombre de “perdigones” cuando son de diámetro relativamente pequeño o “postas” cuando lo son mayores. Básicamente el cartucho de escopeta está constituido por un cilindro de cartón o material plástico con culote metálico o bien totalmente metálico, el que porta en la zona central de su culote la cápsula porta-fulminante. En el interior del cartucho se encuentran dispuestos, desde el culote hacia el frente, en primer lugar la carga de pólvora; luego un taco de material plástico, cilíndrico de bases cóncavas, llamado “Taco posterior”; siguen los perdigones o postas perfectamente acondicionados, cerrando por último el cartucho una lámina de cartulina o material plástico tomado al reborde anterior del cartucho y que asegura los elementos internos. Al efectuar el disparo, los proyectiles (postas o perdigones) son expulsados por la boca del cañón del arma, avanzando en conjunto durante un trecho de su trayectoria, lo que se define vulgarmente como que avanzan haciendo “Bala”, es decir que se comporta como si fuera un proyectil único.

Luego los proyectiles comienzan a abrirse de manera conforme, con el vértice dirigido hacia la boca de fuego y la base hacia adelante, alcanzando áreas de dispersión cada vez mayores, cuanto mayor sea la distancia a la que se encuentra el blanco. Esas áreas de dispersión se conocen técnicamente con el nombre de “Rosa de Dispersión”, permitiendo el estudio de sus características y el cotejo o comparación del diagrama alcanzado, con otros efectuados a título experimental utilizando la misma arma incriminada y el mismo tipo de cartucho que el usado durante el hecho investigado, para determinar la distancia a la que fue efectuado el disparo con una aceptable precisión. (Fox, R, 1975)

#### 4.8.3. TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS UTILIZADOS

Para la determinación de la distancia a la que ha sido disparada un arma se utilizan procedimientos y técnicas variadas, cuya elección estará a cargo del Perito de conformidad con las particularidades propias de cada caso, pero podemos decir que en general se recurre a procedimientos químicos (salvo el caso de los disparos de escopeta donde se utilizan procedimientos de orden físico), tendientes a determinar la presencia de ciertas sustancias características de los disparos, como así también su dispersión o distribución en la zona próxima al OE. (Moreno, L, 1997)

En general, las pruebas de rutina contienen:

**Determinación de Nitratos:** Los Nitratos son productos derivados de la oxidación de los grupos “Nitro” presentes en las pólvoras, utilizándose para ello una reacción específica sumamente sensible, el Reactivo de Guttman, basado en una solución de difenilamina en medio sulfúrico, el que pone de manifiesto la presencia de restos de nitratos mediante la formación de un color azul característico. Debemos destacar que esta prueba no es específica para determinar productos provenientes de la degradación de la pólvora, ya que existen en el medio ambiente, una gran cantidad de sustancias que contienen nitratos. (Hughes, D, 1974)

**Determinación de Nitritos:** Los Nitritos son productos de la degradación de los nitratos y de los grupos nitrogenados de los nitroderivados orgánicos, tal como la nitrocelulosa, ampliamente utilizada con el nombre de “Pólvora sin humo” o “Pólvora inoxidante”, con la que se cargan la totalidad de los cartuchos modernos. (Hughes, D, 1974)

**Determinación de partículas metálicas:** Como ya se expresara los proyectiles son expulsados del interior del cañón de las armas de fuego acompañados por una serie de elementos sólidos y gaseosos entre los que se encuentran partículas metálicas desprendidas del mismo proyectil, como producto de la acción de rozamiento y abrasión a la que fuera sometido en su recorrido por el interior del ánima del cañón. (Hughes, D, 1974)

**Determinación de Plomo y Bario:** Estos elementos acompañan a los gases producto de la deflagración de la pólvora y por lo tanto son expulsados por la boca de fuego del arma a continuación del proyectil, pudiéndose detectar su presencia mediante el uso de un reactivo compuesto por una solución acuosa diluida de Rodizonato de Sodio, la que posee la suficiente especificidad y una muy importante sensibilidad (1 en 200.00 para el bario y 1 en 500.000 para el plomo). (Midkiff, C, 1975)

Determinaciones por medios instrumentales: El uso de modernos medios instrumentales, con aplicaciones de tecnología de avanzada, tales como la microscopía con espectrofotometría infrarroja (FTIR) o la microscopía electrónica de barrido, permite efectuar determinaciones sumamente confiables y altamente precisas de la presencia de restos de deflagración de pólvora, fulminante y/o partículas metálicas a distancias superiores a las mencionadas precedentemente. Llegando las mismas, para armas de puño, hasta los TRES metros. (Sherfenski, J, 1975)

Producción de disparos experimentales: Las técnicas utilizadas en la determinación de la distancia a que ha sido disparada un arma se basan principalmente, como quedara demostrado en el desarrollo precedente, en la identificación y ubicación espacial de una serie de elementos que egresan de la boca de fuego acompañando al proyectil causante de la lesión. Una vez obtenidos estos resultados se impone efectuar una serie de comparaciones o cotejos, utilizando el arma cuestionada y cartuchos de la misma naturaleza que el inculcado, es decir que en lo posible deben utilizarse cartuchos de prueba que respondan a la misma marca, tipo y preferentemente contemporáneos en su fecha de fabricación, a los fines de lograr reproducir lo más fielmente posible, las condiciones en la que se ha producido el disparo motivo de análisis. (Hughes, D, 1974)

Reunidas estas condiciones de trabajo, se procederá entonces a efectuar disparos de prueba sobre hojas de cartulina blanca, montadas en un dispositivo idóneo (Banco de obtención de proyectiles), realizando como mínimo disparos a distancias variables de 10 en 10 cm. contados desde la boca de fuego al plano receptor (cartulina). Una vez obtenida la serie de disparos se aplicará a cada una de las cartulinas el mismo procedimiento de detección de restos de disparo que se haya utilizado sobre la zona que contiene el OE en la pieza inculcada, cotejándose a continuación sus resultados, en particular la cantidad, calidad, distribución, densidad y superficie del área de cobertura del tatuaje, lo que nos dará elementos de juicio suficientes como para determinar la distancia de disparo con una aproximación teórica de +/- 5 cm. (Moreno, L, 1997)

Datos de esta naturaleza permitirían al Perito elaborar diagnósticos diferenciales entre suicidio y homicidio, corroborar las condiciones de disparos accidentales en caso de riñas (atribuidos a forcejeo entre ambos contendientes)/ u otras condiciones particulares de cada caso, tendiente a corroborar la circunstancias del hecho y su concordancia con el resto de las pruebas reunidas en la causa, principalmente con la testimonial o las declaraciones de los imputados. (Moreno, L, 1997)

#### **4.9. EL DERMO-TEST**

Se conoce bajo este término los procedimientos tendientes a determinar la presencia de indicios que evidencien la utilización de un arma de fuego por parte de un individuo determinado, es decir que tiende a comprobar la existencias de restos de productos del disparo en la mano del presunto tirador. (Hughes, D, 1974)

#### 4.9.1. VALOR LEGAL DEL DERMO-TEST

Como su nombre lo indica: “DERMO” = Piel y “TEST” = prueba o ensayo, esta técnica implica la realización de operaciones de práctica sobre la piel de las manos del presunto tirador las que, en razón de utilizarse reactivos que puedan en determinados casos resultar agresivos para la piel, provocando incluso algún tipo de lesiones, se efectúan recurriendo a procedimientos de transferencia de esos restos a otros soportes. El primero de estos soportes y que aún hoy / en día no pudo ser reemplazado con éxito por otros que se utilizan como alternativa, fue la parafina, motivo por el cual este procedimiento se conoció también con el nombre de “PRUEBA DE LA PARAFINA”. Con respecto a la realización de este tipo de pruebas sobre cadáveres, debe tenerse en cuenta que la misma tendrá que ser realizada lo más rápidamente posible ya que los resultados del ensayo pueden quedar enmascarados por los productos / de la descomposición cadavérica. Por las razones expuestas podemos asegurar que en estos casos es de perfecta aplicación la célebre frase atribuida al Dr. EDMOND LOCARD, Jefe de los Laboratorios de Policía Científica de Lyon, Francia y considerado el padre de la Criminalística Moderna, quien manifestara: “En la investigación criminal, el tiempo que pasa es la verdad que huye”. (Hughes, D, 1974)

#### 4.9.2. METODOLOGÍA A UTILIZAR

Estudios realizados por diversos investigadores han permitido establecer que la parte superior de la mano, en especial la correspondiente a los dedos pulgar e índice, así como al sector comprendido entre ambos dedos, aparecen más densamente cubiertos por los residuos proyectados por el disparo. La cantidad depositada depende del tipo de arma, detonador, pólvora, número de disparos, tiempo transcurrido entre el disparo y la obtención de la muestra. Las armas largas dejan escaso residuo.

El residuo sobre la mano de quien ha disparado un arma de fuego consiste en pequeñas esferas de forma irregular constituidas por metales y óxidos metálicos fundidos y otros compuestos originados por la descomposición térmica de la pólvora y del detonador. Se trata de partículas de muy pequeño diámetro que se distribuyen sobre la superficie de la mano, generalmente poco visibles, pero que pueden revelarse mediante recursos micro-analíticos de elevada sensibilidad.

En definitiva, la investigación de residuos de pólvora o de detonador en las manos sirve para establecer si un individuo ha disparado un arma. Respuestas positivas indican que el disparo ha sido reciente. Mientras que la existencia de residuos en las mangas, señala que se ha accionado un arma pero no permite establecer conclusiones firmes sobre el tiempo del disparo. Asimismo, cabe consignar que la utilización de parafina como medio de transferencia de los restos de pólvora y demás detritus del disparo, resulta de aplicación casi obligada, como medio de recolección (soporte) de dichos residuos, para su procesamiento por otras técnicas, algunas de ellas muy sofisticadas, que incluyen hasta el análisis por activación neutrónica, espectrofotometría de absorción atómica o microscopía electrónica de barrido. (Hughes, D, 1974)

Existen también otras técnicas de levantamiento mediante cintas adhesivas, siendo muy importante que, en una reducida superficie, se concentre la mayor cantidad posible de partículas, indicándose para tal efecto cintas de 1,5 cm de ancho y 6 a 10 cm de largo con suficiente material adhesivo.

Se señala al respecto colocar la parte media de la cinta sobre el sector de la mano que contenga la mayor densidad de partículas; pudiendo efectuarse de este modo varios relevamientos para cubrir la mayor superficie posible. Siempre se deben realizar las mismas operaciones sobre las dos manos del sospechoso, aún en el caso de tenerse conocimiento sobre la mano utilizada para accionar el arma. Se hace necesario aclarar que esta técnica debe ser considerada como de alternativa, ya que los resultados logrados serán siempre superiores utilizando parafina.

Finalmente, se debe recordar que para obtener resultados confiables y reproducibles se debe trabajar en condiciones de “asepsia” total en materia de contaminaciones de nitritos ajenos a la pólvora, provenientes del instrumental utilizado en malas condiciones de lavado, manos de los operadores no debidamente cepilladas, u otras causas que se deben erradicar. Este ensayo será considerado positivo exclusivamente cuando aparezcan puntos rojos o muy pequeñas máculas perfectamente delimitadas, descartándose cuando las manchas sean extensas y difusas, provocadas: en ocasiones por sustancias o compuestos interferentes, o bien ya existentes en las manos del sospechoso, o bien como producto de lo expresado en el párrafo anterior. Se destaca que aún los contaminantes que originan reacciones netamente positivas del ion nitrito, lo hacen en forma zonal y difusa, no en puntuaciones características como las observadas en estos análisis. Esta evaluación crítica de los resultados obtenidos debe ser realizada siempre objetivamente por el investigador criminalista, único responsable y apto para determinar tales extremos. Siempre, esto es axiomático, se deben realizar paralelamente ensayos en blanco sobre el instrumental, soportes y reactivos a utilizar; efectuando los análisis propiamente dichos sobre/ ambas manos del tirador. (Hughes, D, 1974)

Se interpretará que esta metodología investigativa no tiene ni pretende tener la jerarquía científica de otros ensayos como la microscopía electrónica de barrido, la espectrofotometría de absorción atómica, etc., por ejemplo; no obstante se pueden lograr aceptables resultados. Resultando de aplicación obligada en tanto no se disponga de mejores técnicas. (Moreno, L, 1998)

#### **4.10.- TÉCNICAS DE IDENTIFICACIÓN EN LAS MANOS Y EN LAS ROPAS DE LOS RESIDUOS RESULTANTES DEL DISPARO DE UN ARMA DE FUEGO.**

##### **4.10.1.-TECNICA DE LA PRUEBA DE WALKER.**

**OBJETO.-** esta prueba tiene por objeto identificar la presencia de nitritos en la ropa ,alrededor del orificio de entrada del proyectil de arma de fuego , a fin de determinar si el disparo fue próximo ó a una distancia tal que no permita la maculacion de pólvora. (Hughes, D, 1974)

**FUNDAMENTO QUÍMICO.-** al producirse un disparo con arma de fuego se desprenden, como resultado de la deflagración de la pólvora, derivados nitrogenados – nitrito de potasio, entre otros – provenientes del nitrato de potasio. (Hughes, D, 1974)

Por lo tanto, el nitrito de potasio, después de un disparo próximo, queda depositado alrededor del orificio de entrada del proyectil. Este compuesto químico es identificado mediante la reacción química que se desarrolla sobre una hoja de papel fotográfico, el cual fue previamente tratado con una solución de alfa-naftilamina y ácido acético para formar el ácido nitroso y la sal de potasio correspondiente. El resultado es el siguiente: los nitritos se transforman en ácido nitroso, formando un diazo compuesto de color rojizo-rosado, el que se aprecia sobre la superficie del papel fotográfico previamente desensibilizado. (Hughes, D, 1974)

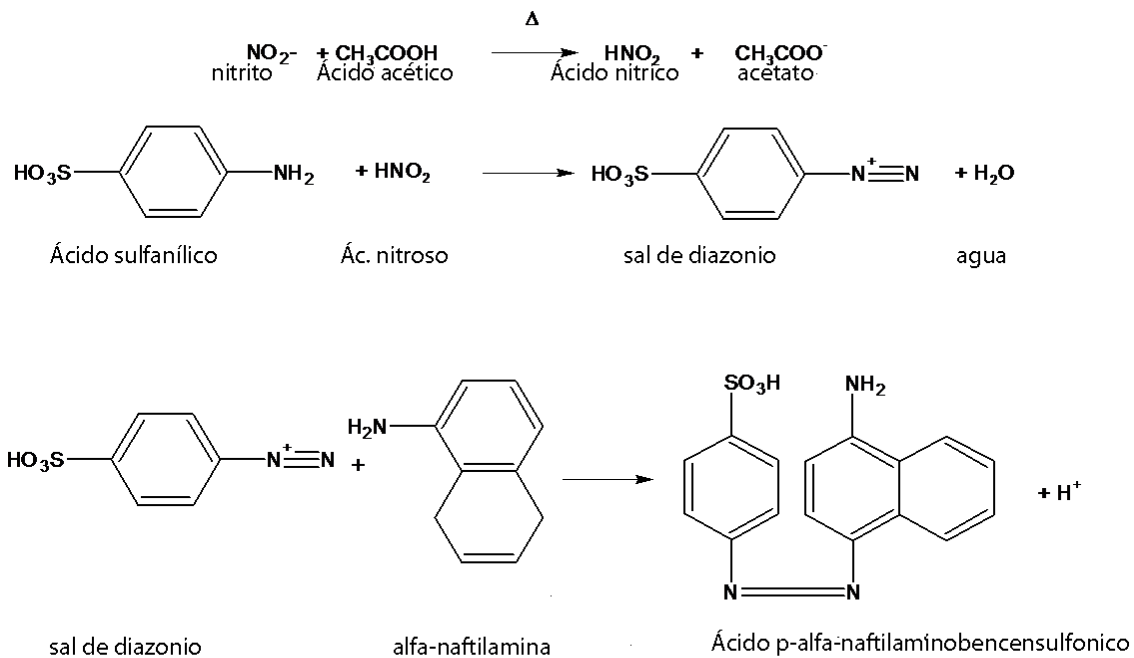


Figura. 4.27. Reacción de Walker PGJ, 2009.

#### Material

- Acido sulfanílico al 0.5% en agua destilada
- Alfa-naftilamina al 0.5% en alcohol metílico.
- Acido acético al 25% en agua.
- Papel fotográfico azo ó kodabromide ,grados 2 ó 3
- Plancha eléctrica.



### Método

El papel fotográfico se desensibiliza en una solución de hiposulfito, durante 3 minutos. Después se lava durante 3 minutos y, finalmente, se deja secar. A continuación, se procede a aplicar sobre su superficie gelatinosa la solución de ácido sulfanílico, cuidando que se distribuya uniformemente en toda la superficie.

Para lograr este resultado, se aplica la solución con un algodón embebido, una vez que esta se ha secado se procede a untar la solución de alfa-naftilamina en esta forma queda preparado el papel fotográfico, siendo recomendable hacerlo momentos antes de efectuar la prenda.



Figura. 4.28. Preparación del papel fotográfico. PGJ, 2009.

A continuación se procede en la forma siguiente:

1. Sobre una mesa de trabajo perfectamente cubierta con acero inoxidable, se coloca el papel fotográfico con la superficie gelatinosa hacia arriba.
2. La parte problema de la prenda de vestir se pone sobre la superficie gelatinosa del papel fotográfico.
3. Con un lápiz de grafito se marca en el papel fotográfico el orificio dejado por el proyectil.
4. Sobre la prenda, se coloca un lienzo delgado y limpio previamente humedecido en la solución de ácido acético.
5. Al lienzo humedecido se le sobrepone otro igual pero seco.
6. Con la plancha tibia se presiona toda la superficie del lienzo seco, durante 5 ó 10 minutos

Finalmente se retiran con cuidado todos y cada uno de los objetos que se colocaron sobre el papel fotográfico.

La prueba se considera positiva cuando se observan en el papel fotográfico puntos de color rojizo-rosado, los cuales según la distancia a la que se haya hecho el disparo, varían en tamaño, número y distribución.

Para calcular la distancia del disparo, se realizan, con el arma cuestionada y cartuchos de la misma marca que los utilizados en el caso problema, una serie de ensayos, con el propósito de recabar varios testigos ó patrones que sirvan como puntos de referencia al compararlos con el caso problema.



Figura.4.29. Realización de la prueba de Walker. PGJ, 2009.

Estas experiencias consisten en realizar una serie de disparos sobre un objeto a distancias distintas: 10, 20, 30,40 cm. Ó más, según el tipo de arma, y ordinariamente no más de 75 cm. Se procede a efectuar después de la prueba de Walker a cada uno de los patrones testigos y se observan las características que presenta cada uno de ellos. Comparando estos testigos con el resultado de la prueba hecha al objeto cuestionado, es posible calcular la distancia a la que se hizo el disparo, siempre y cuando este no se haya efectuado a una distancia mayor a 75 cm. Por regla general. (Hughes, D, 1974)

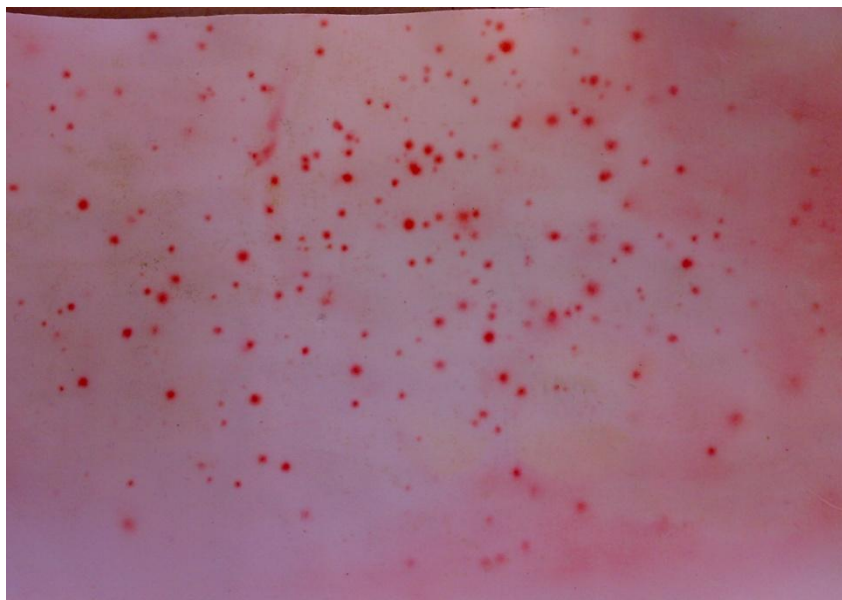


Figura.4.30. Walker positiva. PGJ, 2009.

#### 4.10.2.- TÉCNICA DE LA PRUEBA DE RODIZONATO DE SODIO.

Cuando se dispara un arma de fuego, la mano de quien lo hace puede resultar maculada por gases y derivados nitrados provenientes de la deflagración de la pólvora, bario, antimonio y plomo. Con base al hecho anterior, la prueba de rodizonato de sodio tiene como finalidad identificar el bario o plomo que pudieran haber maculado la mano de quien disparó. Tal identificación es posible en virtud de la coloración que resulta de la reacción química entre la sustancia de referencia y los elementos señalados, que son parte integrante de los cartuchos, a saber: plomo del proyectil, bario del fulminante. (Midkiff, C, 1975)

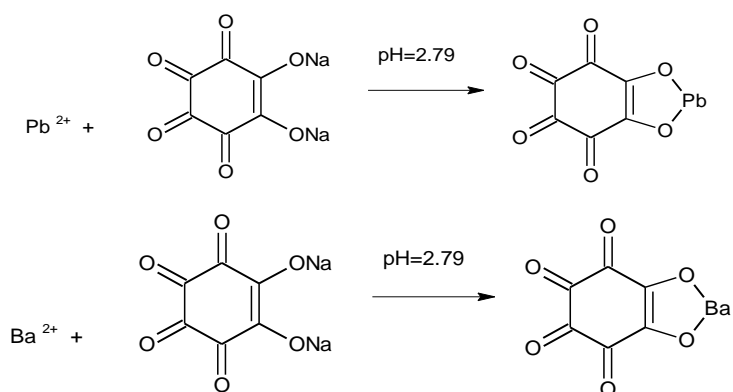


Figura. 4.31. Reacción de Rodizonato de sodio. PGJ, 2009.

### Material

- Fragmentos de tela blanca de algodón, limpia y libre de apresto, de aproximadamente 2 x 2 cm.
- Goteros
- Laminillas porta objetos
- Acido clorhídrico 1%
- Solución buffer pH = 2.79  
Bitartrato de sodio 1.9g  
Acido tartárico 1.5g
- Rodizonato de sodio al 0.2%(preparar 10ml, pesar 20mg de Rodizonato de sodio y aforar a 10 en un matraz volumétrico) esta solución deberá de estar protegida de la luz.
- Agua destilada
- Microscopio estereoscópico

### Grado de sensibilidad

- Sensibilidad para bario: 0.25mcg de bario. Dilución limite...1:200,000.
- Sensibilidad para plomo: 0.1mcg de plomo. Dilución limite...1:500,000.

### Método

1. Humedecer la tela con dos gotas de solución de acido clorhídrico al 1%.
2. Limpiar con fragmentos de tela diferentes tanto la región dorsal como palmar de cada mano fundamentalmente las zonas anatómicas más frecuentes ala maculacion.
3. Colocar los fragmentos de tela en laminillas porta objetos.
4. En la parte de cada fragmento de tela que se utilizo para hacer limpieza, poner 2 gotas de solución buffer.
5. Poner 2 gotas de solución de Rodizonato de sodio al 0.2%, en cada una de las partes de tela tratadas químicamente con anterioridad.
6. Finalmente, observar macro y microscópicamente los fragmentos de tela.



Figura. 4.32. Toma de muestra para Rodizonato de sodio. PGJ, 2009.

Interpretación de resultados.

Se considera una prueba positiva, al tener las siguientes coloraciones:

Coloración Rojo Escarlata indicando la presencia de  $(Pb^{2+})$ .

Coloración Rosa Marrón indicando la presencia de  $(Ba^{2+})$ .

La mezcla de ambas coloraciones indicando la presencia de  $(Pb^{2+})$  y  $(Ba^{2+})$ .

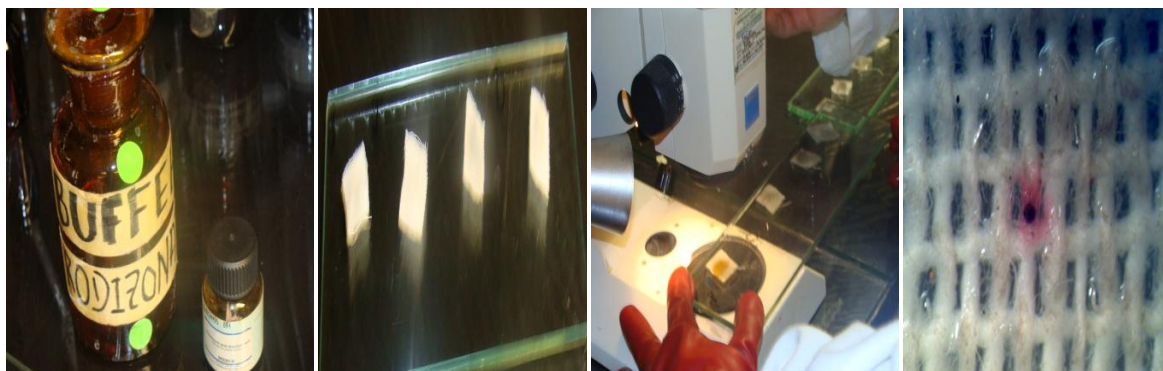


Figura. 4.33. Montaje y resultado de la prueba de Rodizonato de sodio. PGJ, 2009.

Se considera una prueba negativa cuando:

No se observa ninguna coloración minutos después de agregar el Rodizonato de Sodio en los fragmentos de tela.

#### 4.10.3.-TÉCNICA DE ESPECTROFOTOMETRÍA DE ABSORCIÓN ATÓMICA SIN FLAMA.

Una técnica alternativa es la espectrofotometría de absorción atómica sin flama y horno de grafito, la cual es capaz de identificar y cuantificar el antimonio, no siendo así la detección de bario, ya que este elemento reacciona con el grafito formando el carburo correspondiente. Este compuesto presenta un punto de fusión cercano a los 3000 grados Celsius.

Y en virtud de que los atomizadores normales cuentan con una temperatura máxima de calentamiento de 2700 grados Celsius. No es posible vaporizarlo totalmente, razón por lo cual los resultados que se obtengan carecerán de veracidad. En suma, el atomizado con banda de tantalio para la determinación de plomo, bario y antimonio, resulto ser el más satisfactorio para este tipo de estudios. (Sherfenski, J, 1975)

#### Material

- Hisopos de algodón.
- Tubos de ensaye desechables de 12 x 75 mm.
- Cinta adhesiva.
- Tanque de argón alta pureza.
- Micropipetas de 10ul.
- Espectrofotómetro de absorción atómica.PERKIN ELMER, modelo 5000 con horno de grafito y línea de tantalio.
- Agua desionizada.
- Acido nítrico 1 M.
- Soluciones estándar en acido nítrico 1 N. de:  
Plomo: 1000 ppm

Bario: 0.5ug/ml.

Antimonio: 1.0ug/ml

#### Método.

1. Limpiar la zona de maculacion de la mano derecha e izquierda (región palmar y región dorsal) con el hisopo humedecido previamente con acido nítrico 1 M.
2. Colocar cada uno de los hisopos en los tubos de ensaye que han sido marcados con los siguientes datos: nombre, numero de averiguación previa, numero de llamado, fecha en que sucedieron los hechos y mano a la que corresponde la muestra
3. Extraer los elementos metálicos contenidos en los hisopos adicionando 2ml de acido nítrico 1 M.
4. Agitar durante 15 ó 20 minutos y filtrar.
5. El hisopo se desecha y el líquido sobrenandante se utiliza para el estudio.
6. Tomar una alícuota de 10 ul e inyectarlos sobre la banda de tantalio.

7. Las condiciones a las que se debe programar el equipo son:
  - Flujo de argón: 40 ml/plg.
  - Tiempo de secado: 25 s
  - Tiempo de quemado: 35 s
  - Tiempo de atomizado: 10 s
  - Temperatura de secado: 125C
  - Temperatura de quemado: 600C
  - Temperatura de atomizado: 2500C
  
8. Se inyectaran primero 10 ul de las soluciones estándar de bario, antimonio y plomo.
9. Tomar las lecturas: para antimonio a 217.9nm. , para plomo a 283.3nm. y para bario a 553.6nm.
10. Tratar las muestras estándar y los blancos de la misma forma que se indico anteriormente.

Interpretación de resultados.

La prueba se considera positiva cuando los elementos estudiados se encuentren entre los siguientes límites.

Tabla. 4.1. Límites de detección en absorción atómica para bario, antimonio y plomo.

	Límite mínimo	Límite máximo
Bario	0.3 ppm	3.35 ppm
Antimonio	0.2 ppm	3.86 ppm
Plomo	0.7 ppm	4.34 ppm

Una prueba positiva será aquella en la que el bario, antimonio y plomo no alcancen el límite mínimo indicado en el párrafo anterior. (Sherfenski, J, 1975)

Cuando la concentración de las partículas metálicas analizadas sobrepasa el límite máximo antes señalado, será indicativo de que existe contaminación por causas ajenas a un disparo de arma de fuego, denominándose “prueba falsa positiva”.

Una prueba “falsa negativa” se obtendrá cuando las muestras de las manos del presunto responsable sean tomadas ocho horas después de haber sucedido los hechos.



---

# CAPÍTULO 5. QUÍMICA LEGAL



Tableta de diazepam (benzodiazepina) PGJ. 2009.



## 5.1. CLASIFICACIÓN DE LAS DROGAS O FÁRMACOS QUE PUEDEN CAUSAR DEPENDENCIA.

### 5.1.1. CONCEPTOS GENERALES Y CLASIFICACIÓN GENERAL.

La definición más amplia de droga es aquella que dice que “es todo aquello que introducido al organismo provoca alguna modificación” como surge claramente esta definición, resulta que droga, no es una mala palabra, ya que en ella quedan incluidos no solo los estupefacientes, sino también todos los medicamentos que la ciencia farmacéutica ha creado para nuestra salud, todas las drogas sociales estimulantes que consumimos libremente como mate, café, té; todas las sustancias creadas con fines más diversos y que indirectamente han sido y son utilizadas como drogas de abuso, como pegamentos pinturas , combustibles, etc. (Caro, P. 2004)

Ante la amplitud de esta definición, las primeras preguntas que surgen al personal encargado de la prevención y represión, son:

- ¿Cuál es concretamente nuestro enemigo?
- ¿Contra qué debemos luchar?
- ¿Qué debemos reprimir?
- ¿A qué grupo de drogas se refiere la ley penal?

Como respuesta a todas estas interrogantes, acude en nuestra ayuda una nueva definición que nos aclara las ideas. Se trata de la que da el código penal al término estupefaciente, que resulta ser todo aquello que figure en las listas confeccionadas a tal fin.¿Qué quiere decir con esto? En primer lugar, que el código penal no define estupefacientes desde el punto de vista médico, por los efectos que las sustancias provocan en el organismo, sino desde el punto de vista legal, por la posibilidad de incluirlas en una lista que prohíba o regule su venta y consumo. Consecuencia de ello es que aspirar Poxiram, por ejemplo, tiene efecto estupefaciente, pero legalmente no se incluye en el concepto de consumo de los mismos, ya que el citado Poxiram no se halla como tal en ninguna de las listas que reglamentan la ley penal de drogas. (DEA, 1990)

¿A qué listas nos referimos? A las cuatro listas de estupefacientes y a las cuatro especialidades farmacéuticas psicotrópicas que confecciona y actualiza periódicamente Salud Pública, a los fines de delimitar la definición del código penal. (SSA, 1998)



Figura.5.1 Drogas. PGR, 2009.

### 5.1.2. DROGAS PROHIBIDAS.

Sobre las pautas dadas precedentemente realizamos una primera gran clasificación, en la que figura la totalidad de las drogas sobre las que luego iremos desmembrando y subclasificando para su comprensión más acabada. Este grupo de drogas se alisto teniendo en cuenta un orden decreciente de peligrosidad. Ver tablas 5.1a y 5.1b.

#### 5.1.2.1. DERIVADOS DEL OPIO.

Este grupo se halla constituido por alcaloides naturales y semisintéticos extraídos de la cápsula florida de la planta *Papaver somniferum*, una variedad de la amapola que crece, por razones climáticas, en el continente asiático. El opio es extraído practicando incisiones verticales en la referida cápsula y dejando drenar un líquido lechoso de su interior, que al contacto con el aire se torna marrón oscuro, con aspecto de tierra. De él se extraen, por diversas técnicas de laboratorio, varios alcaloides naturales y varios principios activos a partir de los cuales se sintetizarán otros tantos alcaloides semisintéticos, existiendo además en el mercado farmacéutico varias sustancias de estructura química y efectos similares, que son totalmente sintéticas. Todas estas sustancias son químicamente alcaloides, y su efecto sobre el SNC, es depresor, pero muchas de ellas poseen por otra parte alguna otra acción por las que son aprovechadas en medicina. Denominado a todo este grupo de sustancias naturales, semisintéticas y sintéticas, de sus efectos similares, como narcóticos. Ver tabla 5.1c derivados del opio. (Caro, P. 2004)

#### 5.1.2.2. ALUCINÓGENOS SINTÉTICOS Y SEMISINTETICOS.

Este importante grupo de drogas se halla constituido por sustancias sintetizadas en el laboratorio, totalmente sintéticas o a partir de una materia prima natural. El mayor centro de producción es Estados Unidos y no se hallan difundidas en nuestro país en razón del alto costo. Producen distorsión de la percepción de la realidad objetiva, con alteración del humor, el que se traduce en el estado de excitación acompañado de manifestaciones orgánicas. Son altamente provocadores de dependencia y tolerancia. Las sustancias de este grupo totalmente sintéticas se designan con las siglas: DOM; DOB; MDA; MNDA. Como semisintéticas se destaca el muy conocido LSD-25 (dietilamina del ácido lisérgico), obtenido a partir de un principio activo extraído del cornezuelo del centeno, un hongo que parasita la espiga de dicho cereal. Se vende en forma de tableta, cuadros delgados de gelatina o impregnado sobre papel. (Caro, P. 2004)



Figura.5.2.Drogas sintéticas. PGR, 2009.

Tabla.5.1a. Clasificación general de las drogas de abuso. (Caro, P. 2004)

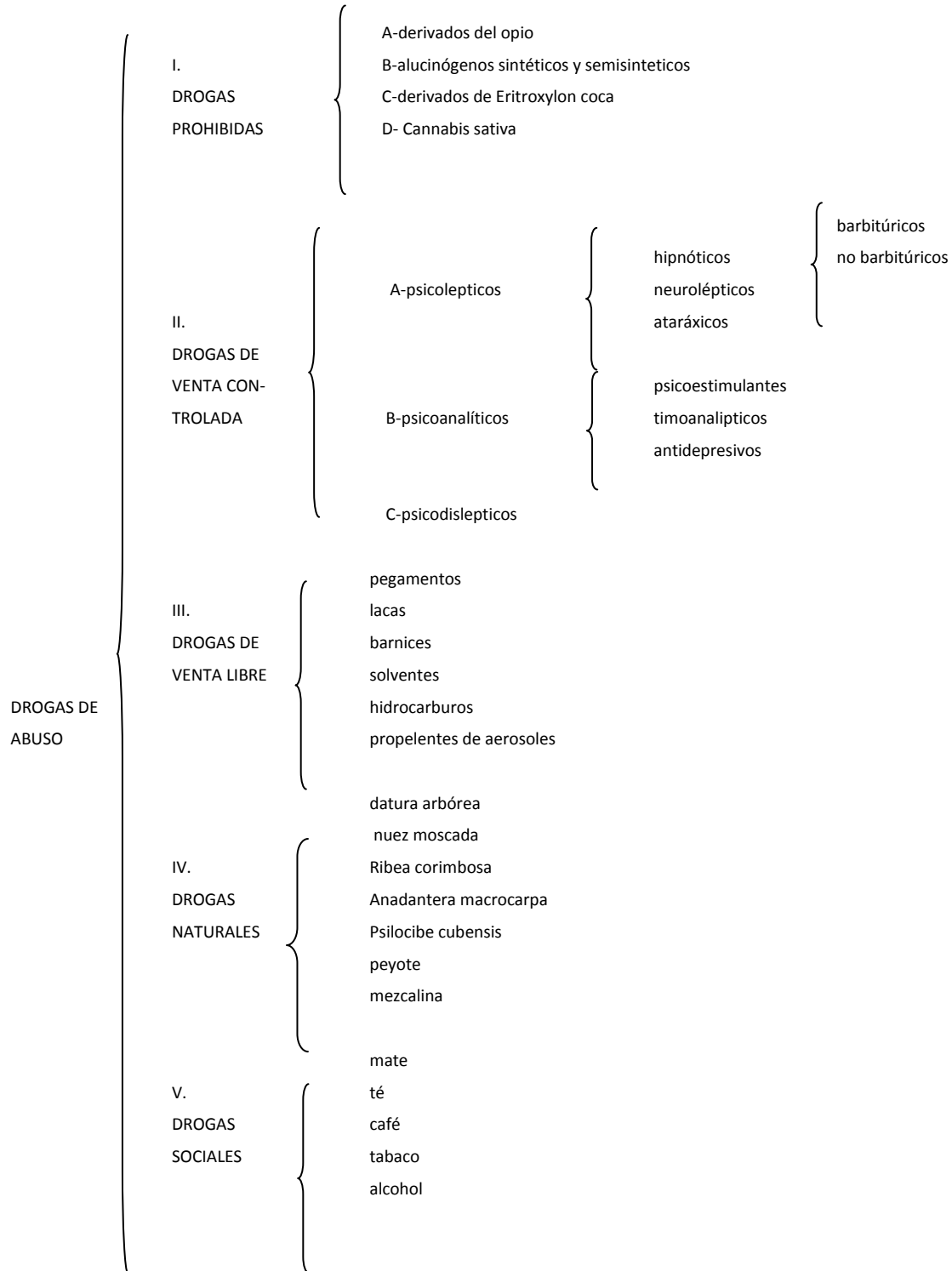


Tabla.5.1b. Clasificación general de las drogas prohibidas. (Caro, P. 2004)

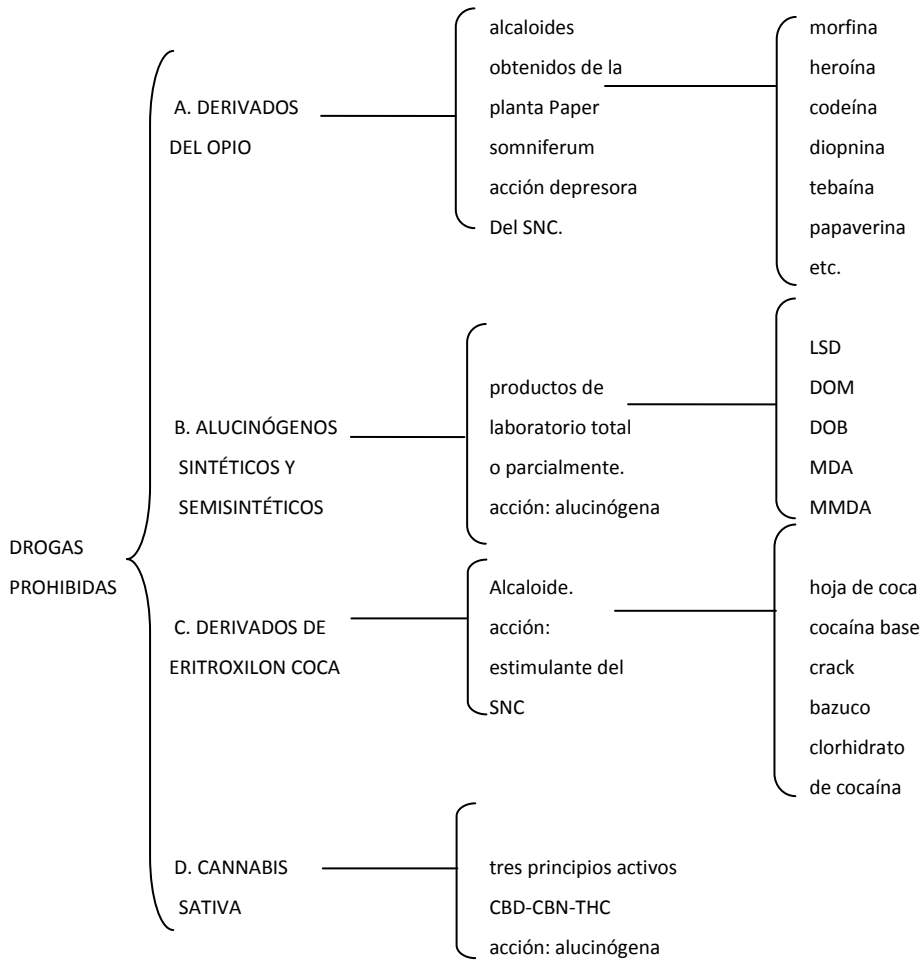
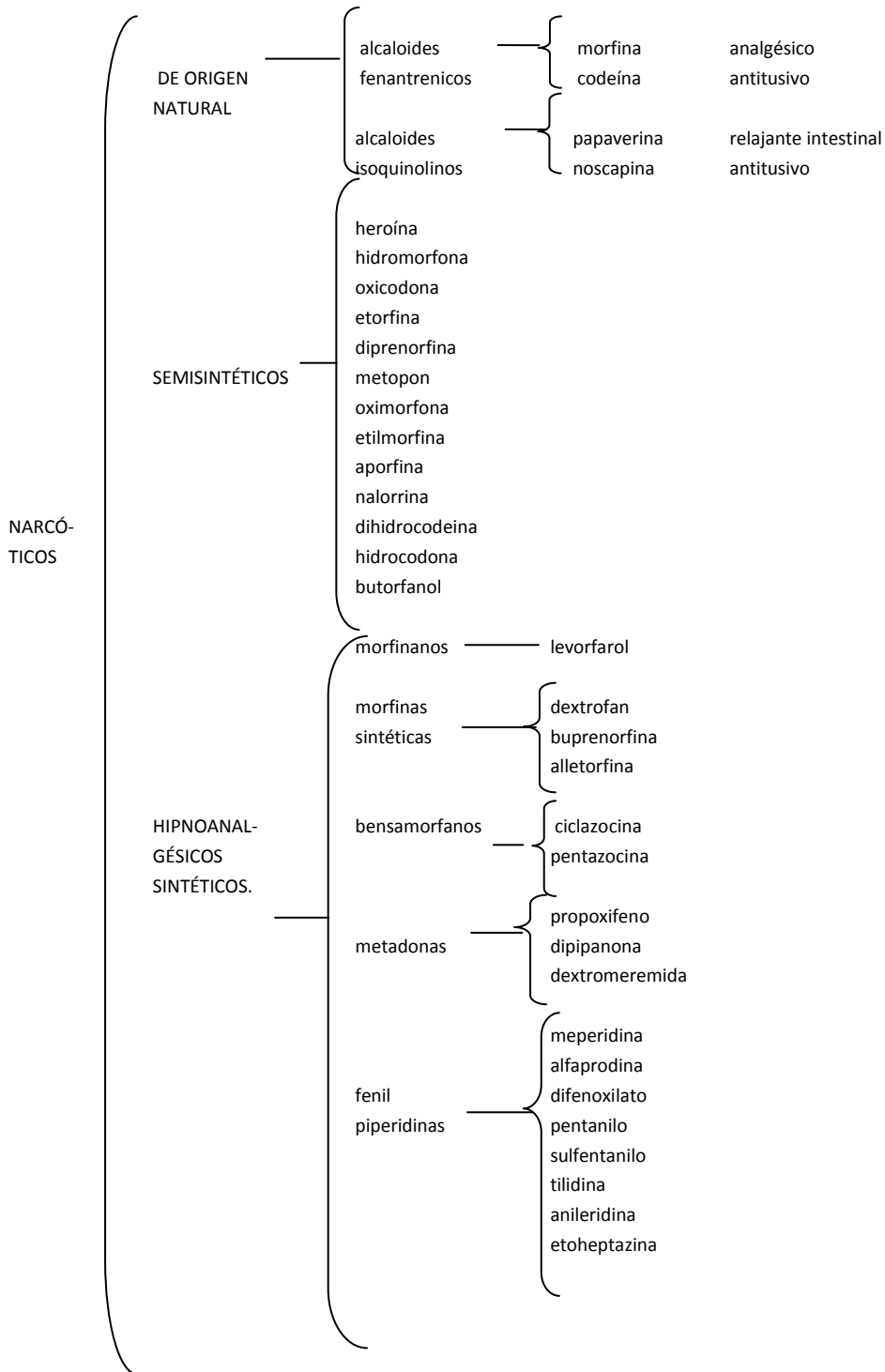


Tabla. 5.1c. Derivados del opio. (Caro, P. 2004)



### 5.1.2.3. DERIVADOS DE ERITROXYLON COCA.

En el continente americano, esta planta se cultiva en Colombia, Perú, y Bolivia. En nuestro país se consume fundamentalmente el producto final obtenido a partir de la hoja a través de varios procedimientos de laboratorio, denominado clorhidrato de cocaína (sal obtenida a partir de cocaína base y ácido clorhídrico), tras varios procesos de extracción, purificación y síntesis. Figura 5d. (DEA, 1990)



Figura.5.3. Polvo blanco presuntamente cocaína. PGJ, 2009.

**HOJAS DE COCA.-** Son utilizadas en el hábito de masticación, denominado coqueo en los países de producción, sobre todo en Bolivia y el noroeste de Argentina, desde antes de la conquista. La masticación se realiza acompañada de las hojas de sustancias alcalinas (para favorecer la extracción del alcaloide), utilizándose más frecuentemente el bicarbonato de sodio.

**PASTA BASE.-** Se consume en forma de cigarrillos llamados bazuco. Su mayor efecto nocivo radica en las impurezas aportadas por los reactivos de extracción.

**CRACK.-** Se obtiene a partir de la pasta básica en la etapa de purificación. Contiene cocaína base con sulfato de sodio ó calcio. Se consume por inhalación en un instrumento de vidrio con una salida lateral que se denomina pipa de agua, por calentamiento, que produce sublimación, debiendo aspirarse profundamente en el momento en que se desprenden los vapores.

**SPACE BASING.-** es una mezcla obtenida con crack y penciclidina, denominada polvo de ángel.

**BASE LIBRE.-** llamada también cocaína base, es el alcaloide puro, antes del agregado de ácido clorhídrico para obtener el clorhidrato. Se consume de la misma manera que el crack.

CLORHIDRATO DE COCAINA.- es el producto final, comercializado internacionalmente y conocido popularmente como blanca. Se trata de una sustancia cristalina blanca, que pura y limpia presenta un aspecto similar al de la sal de cocaína, y que humedecida y sucia por ambiente se asemeja al azúcar.

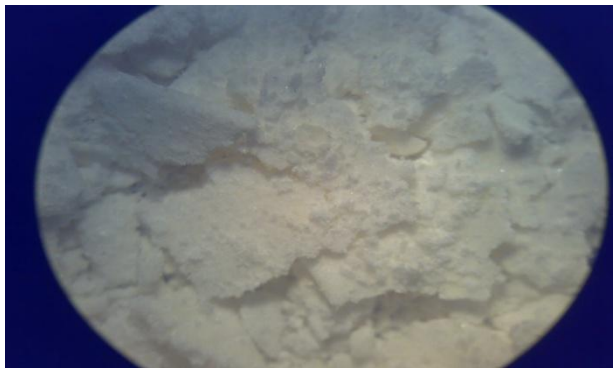


Figura.5.4. Clorhidrato de cocaína. PGR, 2009.

#### 5.1.2.4. CANNABIS SATIVA (MARIHUANA).

El género *Cannabis* comprende un grupo de vegetales denominado comúnmente cáñamos, de los cuales se extrae, por las características de sus tallos, fibras para la fabricación de sogas para navegación. La especie *sativa* se caracteriza por contener tres principios activos alucinógenos, denominados:

Cannabinol (CBN).

Cannabidiol (CBD).

Tetrahidrocanabinol (THC)

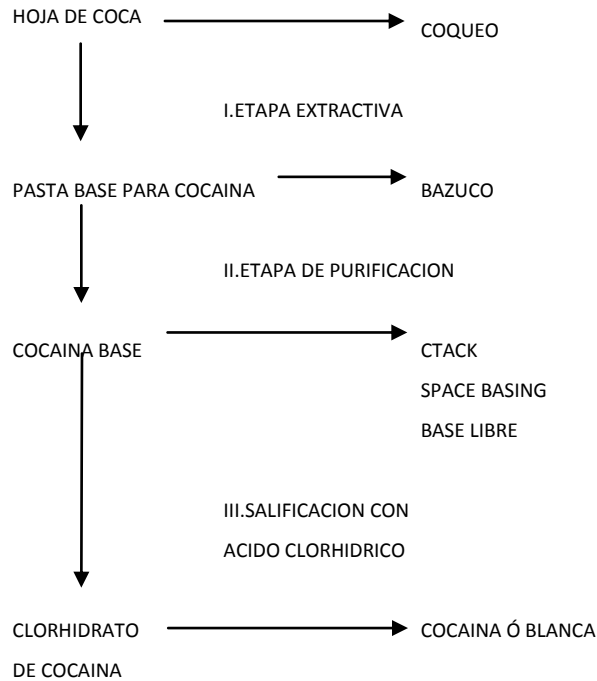


Figura.5.5. Derivados de la cocaína. (Caro, P. 2004)

Siendo el THC el más activo, se determina la calidad de la sustancia secuestrada por la porción de este frente a los otros. Existen en el mundo aproximadamente veinte variedades de marihuana, que dependen de la proporción relativa de sus principios activos, la cantidad de floraciones anuales, el tamaño que alcanza la planta adulta, la distribución de los principios activos en ella etc. (Caro, P. 2004)

Los principios activos son producto del metabolismo de la planta, fundamentalmente en el periodo de floración. Por este motivo, la cosecha para el consumo se realiza cuando se ha completado la floración y comienzan a formarse las semillas, cortándose los extremos superiores cercanos a las inflorescencias. Un detalle poco conocido es que la planta activa es la femenina, careciendo la masculina de poder estupefaciente. (Caro, P. 2004)

La marihuana se consume exclusivamente fumándola, armándose los cigarrillos manualmente. La forma de los mismos es muy característica, dado que en sus extremos se cierran como si fuera un caramelo, recibiendo el nombre tan difundido de porro. (PGR, 1990)



Figura.5.6. Marihuana. PGR, 2009.



### 5.1.3. DROGAS DE VENTA CONTROLADA. PSICOTRÓPICOS.

Tratando de utilizar una terminología corriente, diremos en primer lugar que la división en psicolépticos y psicoanalíticos puede aproximarse a una clasificación por sus efectos como depresores del SNC. Ver tabla. 5.1.2.

En el grupo de los depresores ó psicolépticos hay a su vez tres subgrupos: el primero de ellos representado por los hipnóticos, tiene su expresión más acabada en los barbitúricos; sin embargo, estos medicamentos que fueron usados masivamente en psiquiatría hace 30 años atrás, han caído actualmente en desuso, reservándose solo para tratamientos en psiquiatría mayor, por lo que no es frecuente hallarlos entre los abusadores de drogas. En cambio, se halla mucho más difundido el uso de los hipnóticos no barbitúricos entre los cuales el principal lo constituye el nitrazepan, que se expande bajo distintos nombres comerciales de los que el más conocido es el Rohypnol. (Caro, P. 2004)

El segundo subgrupo, el de los neurolépticos, se halla constituido por drogas antipsicóticas, ó en términos más claros, normalizadores de la actividad psíquica. Como terapéuticamente su uso es más restringido, ya que debe recetarlos un psiquiatra y solo en cuadros comprobados de psicosis, su abuso no se halla difundido. Por otra parte, son depresores muy potentes y utilizados por personas sanas su efecto es altamente indeseable. Dos subgrupos caracterizan este tipo de medicamentos: las llamadas fenotiazinas y las butirofenonas, entre las que el medicamento más utilizado, sobre todo en casos de demencia infantil es el *hallopidol*. (Caro, P. 2004)

El tercer grupo, el de los atarácicos, está constituido por los medicamentos más utilizados en el mundo como drogas de abuso. Estos medicamentos conforman los llamados de manera genérica ansiolítica, tranquilizante menor, sedante, relajante, etc. Los atarácicos responden a una formulación química muy similar, constituida por una macromolécula llamada benzodiazepina, a la que se le pueden cambiar los sustituyentes en cinco posiciones diferentes variando ligeramente su efecto. Dada la importancia de este grupo, que se consume masivamente combinando alcohol y a veces marihuana, es importante su conocimiento y la posibilidad de distinguirlos. Para ello basta leer en la caja el respectivo nombre de su principio activo, que en todos los casos contendrá alguna parte de la palabra azepina, como por ejemplo: bromazepan, lorazepan, clorazepato, oxazepan, etc. Comercialmente los nombres más difundidos son trapax, lexotanil, valium etc. (Caro, P. 2004)

En el segundo gran grupo, el de los psicoanalíticos, el primer subgrupo lo constituyen los estimulantes puros, como es el caso de las anfetaminas. Estas se hallan muy difundidas como drogas de abuso y su uso es restringido. (Caro, P. 2004)

El segundo subgrupo, integrado por los denominados antidepresivos, en realidad comprende otro subgrupo el de los timoanalépticos (normalizadores de la actividad del timo). (Caro, P. 2004)

Estos medicamentos actúan selectivamente sobre neurotransmisores cuyo desequilibrio provoca cuadros depresivos, pero en personas sanas no presentan efectos manifiestos, por lo cual carece de sentido su uso como drogas de abuso. (Caro, P. 2004)

#### **5.1.4. DROGAS DE VENTA LIBRE.**

Como su nombre lo indica, este grupo de sustancias, que se utilizan como drogas por el efecto particular que poseen sobre el SNC, se expande libremente, ya que sería imposible reglamentar su venta. Su efecto nocivo sobre el SNC radica en que por ser sustancias volátiles, se incorporan por aspiración, y compiten con el oxígeno por ocupar los glóbulos rojos, distribuyéndose por todo el organismo, provocando hipoxia y anoxia.

El tejido más afectado por la falta de oxígeno es el cerebral, provocándole daños irreversibles que pueden causar la muerte. Las modalidades del mismo son muy variadas, en general, se ha visto a los adictos colocar pegamentos en bolsas de polietileno y aspirar en ellas, los accidentes fatales en estos casos son muy numerosos, ya que instalada la hipoxia, se entra lentamente en el estado de inconsciencia que no permite reaccionar, y al continuar con la aspiración se produce la muerte. Dado que drogarse no es un delito, y que este tipo de drogas no son sustancias prohibidas, es muy poco lo que se puede hacer desde el ángulo de la prevención y represión. (Gisbert, A.1997)

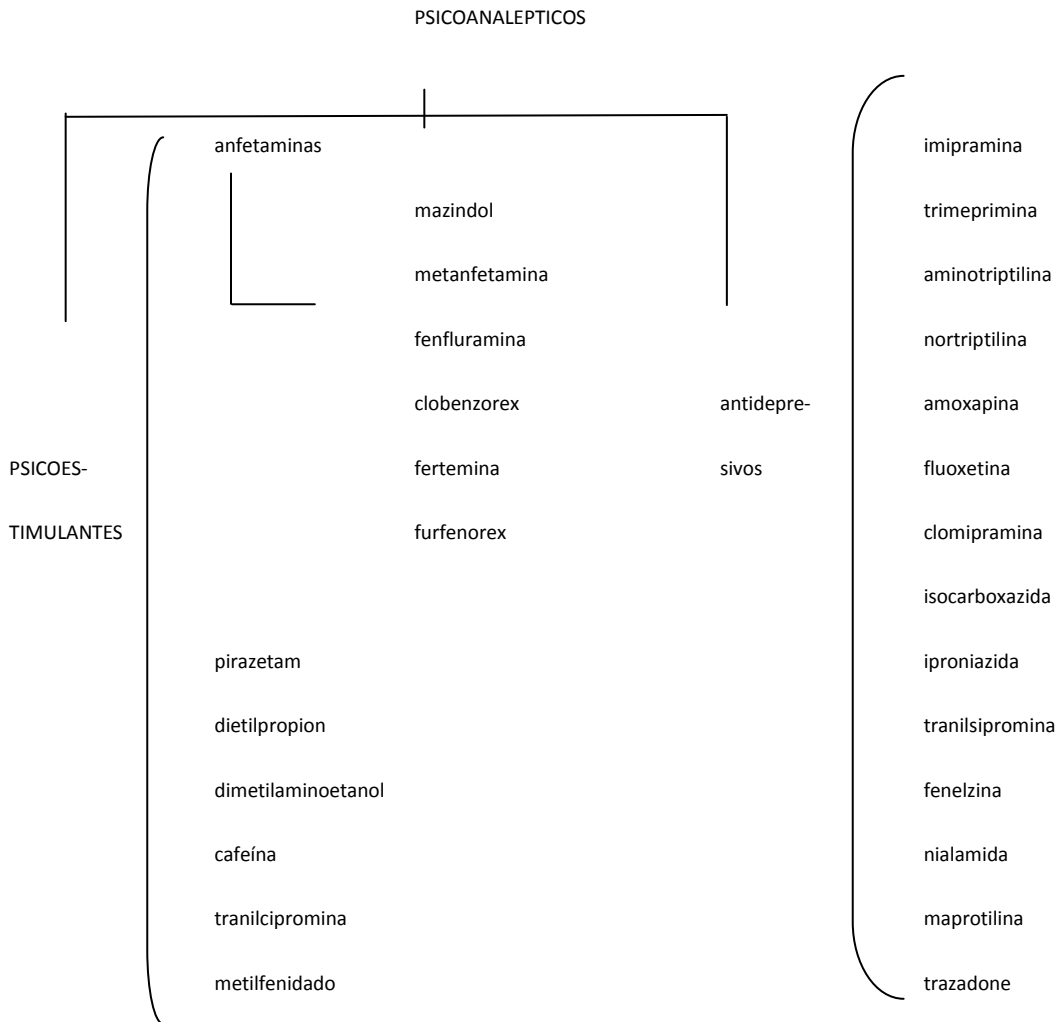
Tabla. 5.2 Drogas de venta controlada. (Caro, P. 2004)

		psicolepticos		
		hipnóticos	neurolepticos	ataráxicos
barbitúricos	fenobarbital			benzodiazepina
	ciclobarbital			diazepan
	barbital			lorazepan
	secobarbital	derivados	ciclopromazina	bromazepan
	amobarbital	de	promazina	medazepan
	pentobarbital	fenotiazinas	tioridazina	clordiacepóxido
	butobarbital		perfenazina	clorazepato
	tiopental		flufenazina	clorazepan
no barbitúricos	nitrazepan		cloropromazina	meprobamatos
	flunitrazepan		piperacetazina	mefenesina
	hidrato de cloral		clozapina	hidroxizina
	glutetimida		trifluoperazina	bebacticina
	zopiclona	derivados	pipotiazina	clobazam
	carmamazepina	de	levopromazina	oxazolam
		butirofeno- nas	haloperidol	triazolam
		alcaloides de rawolfia	trifluoperidol	fluspirileno
		benperidol	alprazolam	
		droperidol	ketazolam	
		bromperidol	clorportixen	
		reserpina		



Figura.5.7. Barbitúricos. PGR, 2009.

Tabla 5.2. Drogas de venta controlada. Continuación. (Caro, P. 2004)



### 5.1.5. DROGAS NATURALES. PLANTAS ALUCINÓGENAS.

Nuez moscada.

Este difundido condimento, por su fuerte sabor se utiliza en las comidas en mínima cantidad, de manera que una nuez sirve para condimentar numerosas comidas, careciendo en esta dosis de efectos estupefacientes, sin embargo, la ingestión de una nuez entera, rallada, produce fuerte efecto alucinógeno. (Montiel, J.1993)

*Ribea corimbosa.*

Con este difícil nombre botánico se designa a la muy conocida campanilla, que crece silvestre en los alambrados del ferrocarril y terrenos baldíos. De esta planta, se usa desde hace mucho, la semilla rallada aspirada como rapé, produciendo efecto alucinógeno.

*Anadantera macrocarpa.*

Es un árbol común de nuestros parques y plazas, que posee hojas multifoliadas y un fruto largo en forma de chaucha de color marrón con sus semillas redondas y planas, las que se utilizan igual que en el caso anterior.

*Psilocibe cubensis.*

Es un hongo que crece en el excremento del cebú, que posee un principio activo alucinógeno llamado psilocibina. En el excremento de esos animales es frecuente encontrar el hongo referido. El mismo se ingiere comiéndolo fresco.

*Peyote.*

Es un cactus, común en las zonas desérticas, que se ingiere en rodajas frescas ó secadas al sol.

**5.2.- TÉCNICAS DE DETECCIÓN DE ESTUPEFACIENTES Y DROGAS DE ABUSO.**

Es sabido que los laboratorios más sofisticados y mejor provistos del país, desarrollan técnicas de identificación muy precisas, valiéndose de equipos como el cromatógrafo gases, el espectrofotómetro U.V. y otros. Las técnicas propuestas permiten analizar muestras de sangre, orina, vísceras, contenido gástrico, medicamentos, polvos, vegetales, etc. Abarcando la identificación de drogas prohibidas, psicofármacos, venenos, principios activos alcaloides, residuos metabólicos de bebidas alcohólicas, entre otros. La técnica analítica incluye una etapa extractiva en fase orgánica y una etapa identificativa mediante cromatografía en capa delgada, frente a estándares y con reveladores de orientación ó específicos. (Siade, G. 1999)



Figuras.5.8 y 5.9. Cromatógrafo de gases y espectrofotómetro U.V vis.

### **5.2.1. EXTRACCIÓN E IDENTIFICACIÓN DE DROGAS DE ABUSO.**

Etapa extractiva.

El fundamento de esta etapa analítica es extraer el principio activo buscando por disolución en un solvente orgánico, previa destrucción proteica y favoreciendo el coeficiente de reparto por medio de salinización y/o cambios de pH de la fase acuosa. Trabajando con sangre ó jugo gástrico se requiere un tratamiento inicial con ácido tartárico, trabajando con orina, una saturación con cloruro de sodio y trabajando con vegetales con principios activos alucinógenos, un hervor en agua.

#### **5.2.1.1. SANGRE.**

Para aumentar la sensibilidad del método se recomienda utilizar un volumen de muestra no inferior a los 10 ml. aunque en algunos casos de sobredosis se han obtenido buenos resultados procesando 5 ml. en dosis terapéuticas los psicofármacos no son fácilmente detectables por esta técnica por las pérdidas producidas en la extracción.

Los pasos a seguir son los siguientes:

5-10 ml de sangre + H<sub>2</sub>O (para hemolizar).

Añadir Acido tartárico solido a saturación.

Agitar y dejar reposar de 20 a 30 minutos.

Agregar hidróxido de amonio hasta pH 8 ó mayor a 8.

Se produce una abundante floculación la cual hay que filtrar con gasa ó papel filtro descartando la fracción solida retenida.

Agregar cloroformo en igual volumen y agitar fuertemente durante 15-30 minutos, para romper la emulsión.

Filtrar lentamente por embudo y papel filtro.

Separar en embudo de decantación y agregar sulfato de sodio anhidro para desecar. Filtrar.

Evaporar a sequedad en vaso de precipitados la fase clorofórmica; reservar la fase acuosa.

Reconstituir con el mínimo volumen de cloroformo y efectuar las siembras para cromatografía.

Como la mayor parte de las drogas a estudiar son extraídas en medio alcalino, generalmente con la marcha extractiva descrita se completa el trabajo. Sin embargo dado que se reserva la fase acuosa, si se sospechara la presencia de: barbitúricos, glutérimidas, hidantoinas, carbamatos, analgésicos antipiréticos ó aspirina, se acidifica dicha fase con ácido clorhídrico, y se continúa de la siguiente manera:

Acidificar la Fase acuosa de la extracción alcalina a pH 5 ó menor con ácido clorhídrico.

Agregar igual volumen de éter etílico y agitar fuertemente 15 a 30 minutos.

Romper la emulsión mediante filtración y separando por embudo de decantación.

Desechar con sulfato de sodio anhidro, filtrar.

Evaporar a sequedad y reconstituir con éter etílico.

Si, en cambio, lo buscado son plaguicidas organofosforados ó clorados la floculación por el agregado de amoníaco y el filtrado debe ajustarse a pH 7 con ácido clorhídrico y/o amoníaco y proceder a la extracción, con la misma técnica, utilizando éter de petróleo.

En nuestra experiencia se ha comprobado que los plaguicidas son bien extraíbles sin el tratamiento previo con ácido tartárico, es decir, mediante el esquema siguiente:

Sangre + H<sub>2</sub>O (para hemolizar) medir el pH y ajustar a 7.

Igualar el volumen de éter de petróleo, agitar y romper la emulsión.

Separar en embudo de decantación y desechar con sulfato de sodio anhidro.

Filtrar y evaporar a sequedad.

En todas estas técnicas extractivas, resulta crucial la eliminación total de agua en la fase orgánica, para lo cual se realiza el agregado de sulfato de sodio anhidro directamente en el embudo de decantación ó transvasando a un Elenmeyer; luego agitar bien se filtra. El extracto final debe ser evaporado hasta total sequedad, pudiendo ayudarse en la última etapa con parrilla a 50-60°. (Montiel, J.1993)

#### **5.2.1.2. JUGO GÁSTRICO Y VÍSERAS.**

Cuando el contenido gástrico es líquido, con escaso material sólido, se procede de la misma manera descrita para sangre. Cuando es muy sólido se practica la marcha extractiva de Curry. Ver tabla 5.3.

### 5.2.1.3. ORINA.

En estas muestras no es necesaria la etapa de extracción de materia orgánica. El esquema de trabajo es el siguiente:

Saturar la orina con cloruro de sodio para favorecer el coeficiente de reparto y alcalinizar con amoníaco a pH 8 ó mayor a 8.

Agregar igual volumen de cloroformo, agitar fuertemente durante 15 a 30 minutos.

Romper la emulsión y separar con embudo de decantación.

Desechar la fase orgánica con sulfato de sodio anhidro. Filtrar y evaporar a sequedad.

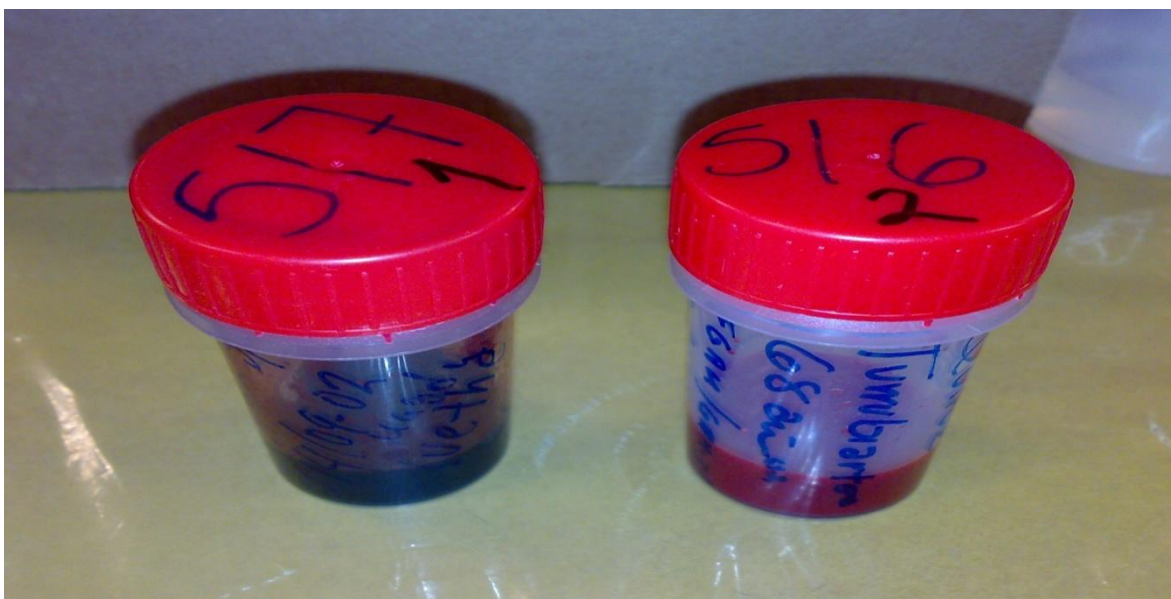


Figura.5.10. Muestras biológicas. PGJ, 2009



Tabla. 5.3. Marcha extractiva de Curry. (Montiel, J.1993)



**5.2.1.4. VEGETALES.**

Dada la enorme variedad de plantas silvestres que contienen principios activos alucinógenos, muchas de las cuales se consumen en nuestro país, hemos identificado frecuentemente alcaloides hallados en sangre y orina, con extractos obtenidos de vegetales típicos de la zona, como testigos en las corridas cromatográficas. Los principios activos de tales plantas son alcaloides, por lo que son fácilmente extractables en fracción alcalina. (Montiel, J.1993)

El procedimiento previo es hervir la muestra vegetal en agua durante 30 minutos y luego proceder a la extracción de la misma forma que para orina. Ver tabla 5.4.

Tabla. 5.4 Líquidos resolutivos utilizados en la extracción de drogas. (Montiel, J.1993)

LIQUIDOS RESOLUTIVOS		
FRACCIÓN	COMPOSICIÓN	PROPORCIÓN
Básica	Metanol-amoniaco	100:1,5
Ácida	Cloroformo-acetona	8,2:1,8
Neutra	<i>n</i> -hexano-acetona	5:1
Neutra p/fosforados	<i>n</i> -hexano-cloroformo	1:1
LSD	Butanol-ácido acético	1:1
Psilocibe cubensis	<i>n</i> -butanol-ácido acético-agua	2:1:1
Marihuana	Cloroformo-benceno	7:3
	<i>n</i> -hexano-éter etílico	4:1

## 5.2.2. ANÁLISIS QUÍMICO E IDENTIFICACIÓN DE DROGAS DE ABUSO.

### 5.2.2.1. COCAÍNA.

REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR:

Bouchardat.- un precipitado café nos indica la presencia de una base alcaloide (precipitado complejo yodo-alcaloide).

Tiocianato de cobalto.- una coloración azul nos indica la presencia de caínas.

Nitrato de plata 1.5 %.- un precipitado blanco nos indica la presencia de cloruros.

Scott.- una coloración azul nos indica la presencia de caínas.

Vitali.- una coloración amarilla nos da una reacción positiva para caínas.

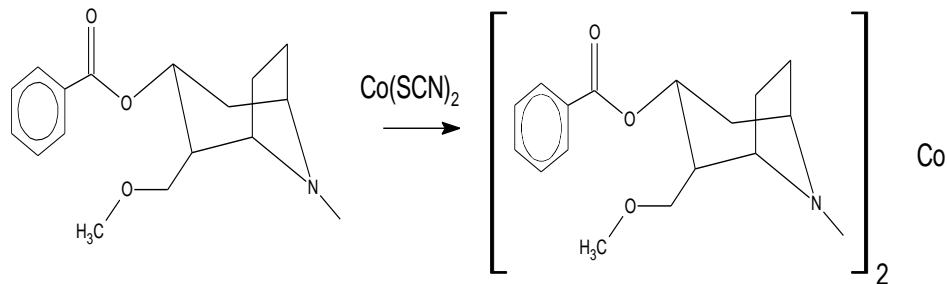


Figura.5.11. Reacción de Tiocianato de cobalto para la identificación de caínas. PGJ, 2009.

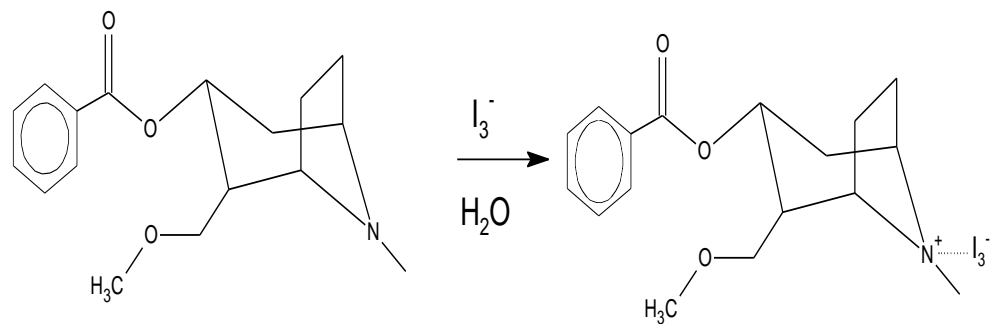


Figura.5.12. Reacción de Bouchardat para la identificación de alcaloides. PGJ, 2009.

#### ESPECTROFOTOMETRÍA DE LUZ INFRARROJA:

A la muestra se le realiza una extracción clorofórmica-alcalina, se evapora casi a sequedad y se aplica en forma de película en la pastilla de KBr y se procede a correrla en el aparato.

#### IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS DE COCAÍNA.

Inmunoensayo.- identifica el metabolito principal de la cocaína en orina y sangre, la benzoilecgonina.

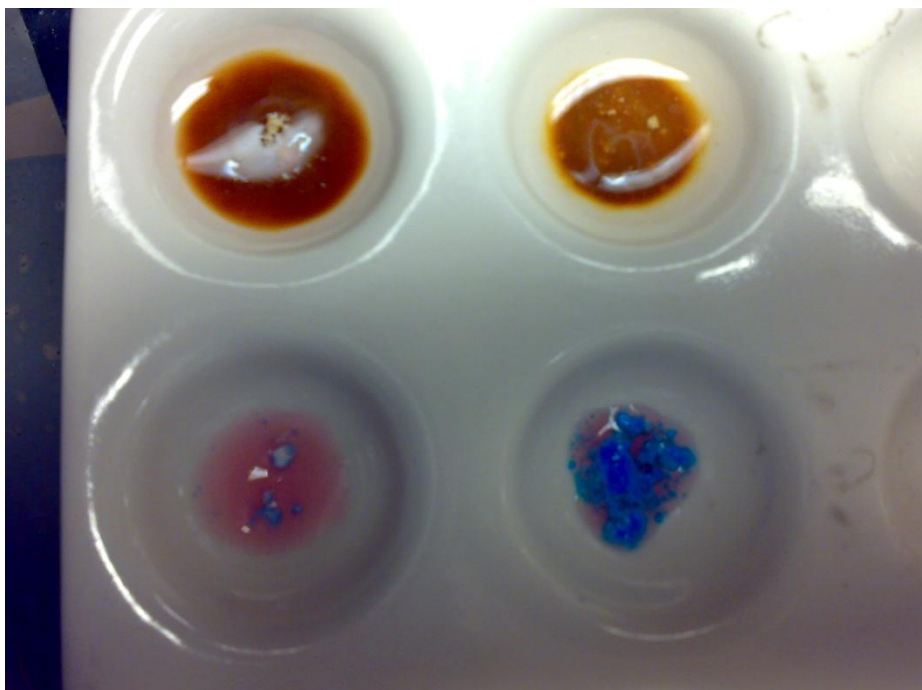


Figura.5.13. Reacciones de color para la identificación de cocaína. PGJ, 2009.

#### 5.2.2.2. MARIHUANA.

##### REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR.

- 1). Duquenois.- un cambio de color a azul-violeta ó azul nos indica la existencia de Cannabis.
- 2). p-dimetilaminobenzaldehído.- los cannabinoles reaccionan dando un color rojo que Cambia a violeta.

#### OBSERVACIÓN MICROSCÓPICA DE TRICOMAS.

Se observan pelos unicelulares que recubren a la planta y presentan una forma de uña de gato (tricomas). Se adiciona HCl al 16% para la preparación de cannabis, con lo que se tiene una ligera efervescencia producida por cristales de  $\text{CaCO}_3$  (presente en pelos).

Las semillas tienen forma elipsoide de color gris/café con una longitud de 2.5 mm – 5 mm y una superficie cubierta dura presenta red de nervaduras color claro. Se tienen por lo regular hojas impares, las cuales presentan una distribución característica.

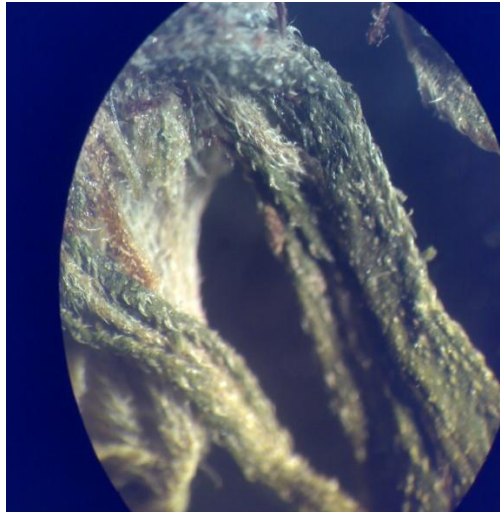


Figura.5.14. Observación de tricomas. PGR, 2009.

#### IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS DE CANNABIS.

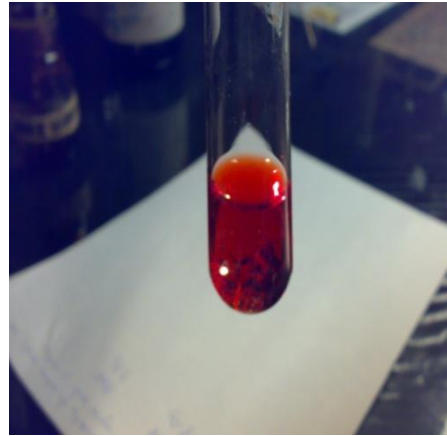
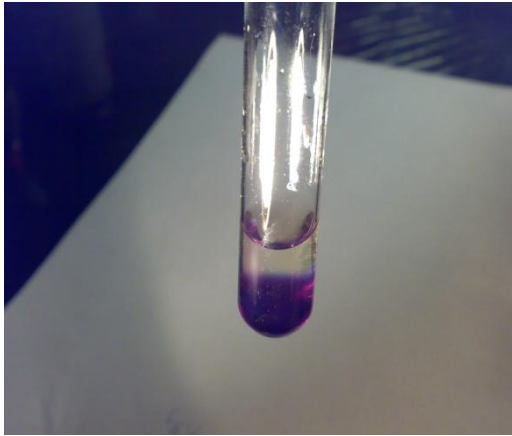
Inmunoensayo.- detecta el 11-nor-delta-9-THC-acido carboxílico, que es el principal metabolito del delta-9-THC, en la orina humana. Además detecta los siguientes metabolitos:

8-beta-11-dihidroxi-delta-9-THC.

8-beta-hidroxi-delta-9-THC.

11-hidroxi-delta-8-THC.

11-hidroxi-delta-9-THC.



Figuras.5.15 y 5.16. Reacción de Duquenois y azul rápido para la identificación de THC. PGJ, 2009.

### 5.2.2.3. BENZODIAZEPINAS.

#### REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR:

Formaldehído-ácido sulfúrico.- las benzodiazepinas dan un color rojo con excepción de bromacepam (naranja) y no hay reacción con clordiacepóxido.

Bratton-Marshall.- un color magenta nos indica que hay benzodiazepinas en orina.

#### ESPECTROFOTOMETRÍA INFRARROJA.

A las tabletas se les hace una extracción clorofórmica-alcalina; a la fase clorofórmica se lleva a evaporación casi a sequedad; se aplica en forma de película en una pastilla de KBr y se procede a la lectura.

#### IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS DE BENZODIAZEPINAS.

Inmunoensayo.- este tipo de análisis detecta benzodiazepinas y sus metabolitos en orina y sangre humana.

### 5.2.2.4. ANFETAMINAS.

#### REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR:

Marquis.- una coloración café nos indica que la prueba es positiva.

Ninhidrina.- una coloración rosa-naranja nos indica la presencia de anfetamina.

Lieberman.- una coloración negra nos indica la presencia de MDA.

Mandelin.- un cambio de color de verde a azul nos indica la presencia de metoxianfetamina y MDA.

Fröhde.- un cambio de color de verde a amarillo nos indica la presencia de anfetamina.

#### IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS DE ANFETAMINAS:

Las anfetaminas aparecen en la orina 3 horas después de su administración a través de cualquier vía y pueden detectarse con el análisis EMIT hasta 24 a 48 horas después de la última dosis.

Inmunoensayo.- este análisis detecta d-anfetamina, d,1-anfetamina; metiléndioxianfetamina (MDA) y metilendioximetanfetamina (MDMA) en orina y sangre humana.

#### 5.2.2.5. OPIÁCEOS.



Figura.5.17. Opio.FBI, 2003.

#### 5.2.2.5.1. MORFINA.

##### REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR:

Bouchardat.- un precipitado café-violeta o azul-violeta, sugiere la presencia de una base alcaloide.

Dragendorff.- Un precipitado color naranja, rojo-naranja o café-naranja, sugiere la presencia de alcaloide.

Marquis.- Un cambio de color de violeta a gris, nos indica la presencia de morfina.

Fröhde.- Un color azul, verde ó azul verdoso sugiere la presencia de un opiáceo.

#### IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS DE MORFINA:

Inmunoensayo.- el análisis EMIT detecta la morfina, su ácido glucurónico y también opiáceos sintéticos relacionados con la morfina, tales como la hidromorfona, así como el antagonista de narcóticos nalorfina, en orina y sangre humana.

#### 5.2.2.5.2. HEROÍNA.

##### REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR:

Lieberman.- Un color negro nos indica que la prueba es positiva para heroína.

Mandelin.- Una coloración azul-gris indica que la prueba es positiva para heroína.

Marquis.- Una coloración violeta nos indica la presencia de heroína.

Bouchardat.- Una precipitado café-violeta ó azul-violeta, sugiere la presencia de una base alcaloide.

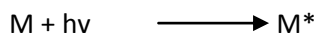
#### IDENTIFICACIÓN DE METABOLITOS DE HEROÍNA:

Inmunoensayo.- la heroína se convierte casi inmediatamente en morfina, que se excreta en la orina de forma inalterada y como metabolito glucurónico. La excreción ocurre en un par de días; por lo que se detecta por medio de este análisis como morfina y morfina-3-glucurónido.

### 5.3. ASPECTOS TEÓRICOS Y ASPECTOS TÉCNICOS.

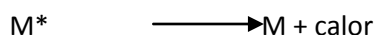
#### 5.3.1. ESPECTROFOTOMETRÍA ULTRAVIOLETA / VISIBLE.

La absorción de radiación ultravioleta y visible por una especie M puede considerarse como un proceso en dos etapas; la primera de las cuales corresponde a la excitación, la cual se indica por la ecuación:





Donde  $M^*$  representa a la partícula o molécula en su estado excitado que se produce como resultado de la absorción del fotón  $h\nu$ . Este estado excitado tiene un tiempo de existencia muy breve y desaparece a través de algunos de los diferentes procesos de relajación. Los tipos más comunes de relajación comprenden la conversión de energía de excitación en calor; es decir:



La cantidad de energía térmica liberada en ese proceso, no suele ser detectada. En consecuencia, las medidas de absorción presentan la ventaja de crear una alteración mínima en el sistema de estudio. La absorción de la radiación ultravioleta ó visible, se produce por lo general como consecuencia de la excitación de los electrones de enlace; debido a esto, la longitud de onda de los picos de absorción se puede correlacionar con los tipos de enlace existentes. La región ultravioleta está comprendida entre los 180 a 380 nm y la región visible entre los 380 a 700 nm.

Al escoger un solvente debe considerarse no solo su transparencia sino también sus posibles efectos en el sistema absorbente. Es importante emplear disolventes idénticos cuando se comparan espectros de absorción para fines de identificación, como los mostrados a continuación. (Montiel, J.1993)

Tabla.5.5.Disolventes para las regiones UV / visible.PGJ, 1987.

DISOLVENTE	MINIMO DE TRANSPARENCIA APROXIMADO (nm)
AGUA	180
ETANOL	220
HEXANO	200
CICLOHEXANO	200
BENCENO	280
TETRACLORURO DE CARBONO	260
ETER ETILICO	210
ACETONA	330
DIOXANO	320
2- METOXIETANOL	320

Las celdas deben calibrarse con regularidad para detectar diferencias causadas por rayaduras, corrosión ó desgaste. De igual importancia tiene el empleo de una técnica adecuada para la limpieza y secado de las celdas. Las celdas empleadas para la región ultravioleta son de cuarzo y de vidrio para la región visible. (Montiel, J.1993)

Los espectros de ultravioleta de los hidrocarburos aromáticos se caracterizan por tres conjuntos de bandas que se originan por transiciones  $ii \longrightarrow ii^*$

Tabla. 5.5.1. Características de absorción de algunos compuestos aromáticos.PGJ, 1987.

COMPUESTO	BANDA E <sub>2</sub>		BANDA B***	
	**MAX (nm)	EMAX*	MAX (nm)	EMAX
BENCENO	204	7900	256	200
TOLUENO	207	7000	261	300
m-XILENO	-----	-----	263	300
CLOROBENCENO	210	7600	265	240
FENOL	211	6200	270	1450
ANILINA	230	8600	280	1430
TIOFENOL	236	10000	269	700
NAFTALENO	286	9300	312	289
ESTIRENO	244	12000	280	450

\*PICO FUERTE DE ABSORCIÓN; \*\* PICO DEBIL DE ABSORCIÓN; \*\*\* PICO MAS DEBIL DE ABSORCIÓN.

### 5.3.2. EL ESPECTRO DE LUZ INFRARROJA.

Todos los compuestos orgánicos absorben en esta región (4000 a 250 cm<sup>-1</sup>), el espectro infrarrojo está dividido en tres regiones:

Infrarrojo cercano (12500 a 4000 cm<sup>-1</sup>).

Infrarrojo medio (4000 a 400 cm<sup>-1</sup>).

Infrarrojo lejano ( $400$  a  $200\text{ cm}^{-1}$ ).

Los espectros son a menudo bastante complicados, la espectrofotometría infrarroja es muy valiosa para determinar los compuestos orgánicos y para deducir la estructura de ellos. Los espectros se producen por variantes en los movimientos vibracionales (elongamiento, dobles, giro) y movimientos rotacionales dentro de la molécula que son consecuencia de la absorción de radiación infrarroja. Como no hay dos compuestos que tengan las mismas bandas de absorción, los espectros pueden emplearse como huellas digitales para identificar compuestos desconocidos. (Siade, g, 1999)

Es importante mantener regulada la humedad en el sitio que se encuentre colocado el espectrofotómetro; la celda es de KBr el cual es un compuesto acuasoluble y por ello no debe utilizarse para soluciones acuosas. (Siade, g, 1999)

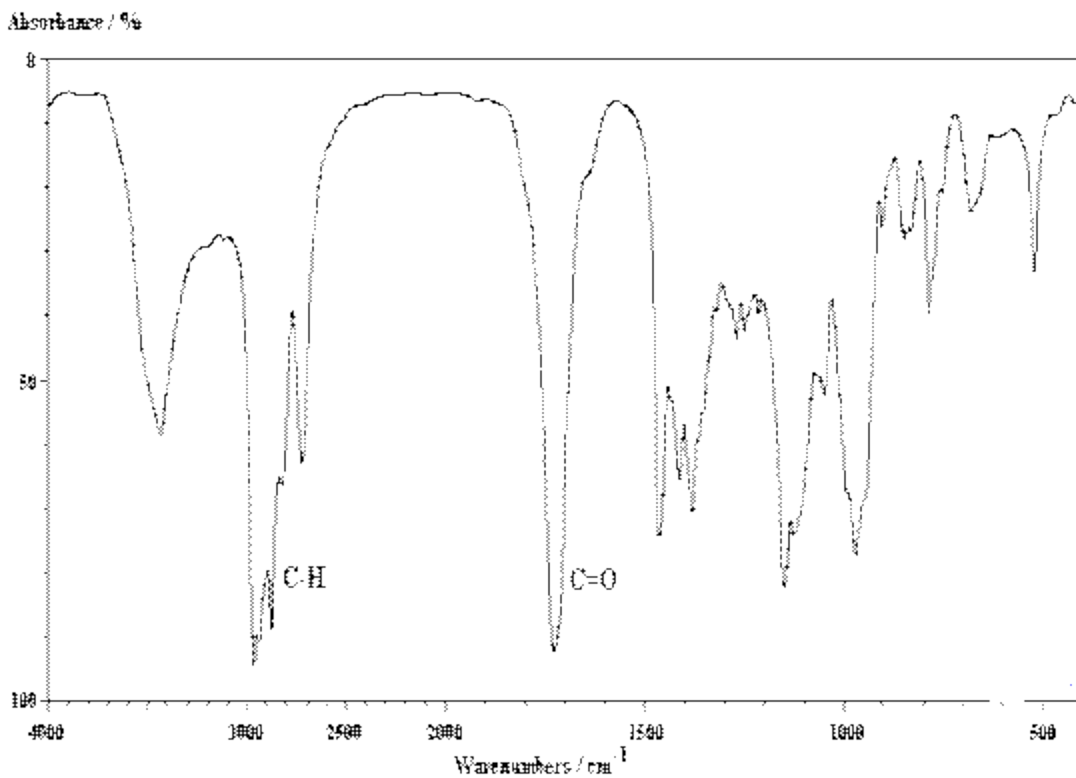


Figura.5.18. Espectro de absorción infrarroja. PGR, 2009.

#### 5.4. TOXICOLOGÍA FORENSE.

La toxicología es el estudio de los venenos. Más concretamente, la toxicología consiste en estudiar las propiedades químicas y físicas de las sustancias tóxicas y sus efectos fisiológicos sobre los organismos vivos, los métodos cualitativos y cuantitativos para su análisis en los materiales biológicos y no biológicos, y el desarrollo de los procedimientos para el tratamiento de la intoxicación. Un veneno puede ser considerado como cualquier sustancia que, cuando se toman en cantidades suficientes, causa mala salud o la muerte. La frase clave en esta definición es "cantidad suficiente". La ingestión de grandes cantidades de agua durante un largo período de tiempo se sabe que ha sido causa de desequilibrios electrolíticos mortales.

Este aparentemente extraño comportamiento - la ingestión de grandes cantidades de agua - se conoce como polidipsia psicógena y se produce en ciertas formas de esquizofrenia. Por el contrario, las pequeñas cantidades de arsénico, cianuro y otros venenos pueden ser ingeridos, sin causar toxicidad aparente. En el siglo XVI, el médico Paracelso observó: "Todas las sustancias son venenos; no hay ninguna que no sea veneno. La dosis correcta diferencia un veneno de un remedio."

Recientemente, la ciencia de la toxicología se ha ampliado para incluir una amplia gama de intereses, incluyendo la evaluación de los riesgos que implicados en el uso de productos farmacéuticos, pesticidas y aditivos alimentarios, así como el estudio de la intoxicación, la exposición a la contaminación ambiental, los efectos de radiación, y, lamentablemente, la guerra biológica y química. Sin embargo, es el toxicólogo forense quien ha mantenido el título de toxicólogo por el mayor período de tiempo. El toxicólogo forense se ocupa principalmente de la detección y estimación de los venenos en los tejidos y fluidos corporales obtenidos en la autopsia o, en ocasiones, en la sangre, la orina o material gástrico obtenido de una persona. Una vez completado el análisis, el toxicólogo forense interpreta los resultados en cuanto a los aspectos fisiológicos y / o efectos de comportamiento del veneno, en la persona de quien fue obtenida la muestra. En el caso de los tejidos recogidos en la autopsia, los resultados de los análisis puede revelar que la víctima murió a causa de envenenamiento. En las personas vivas, la presencia de una droga en la sangre o muestra de orina puede explicar coma, convulsiones, o un comportamiento errático. (Gisbert, A-1997)

La investigación completa de la causa o causas de muerte súbita es una responsabilidad cívica importante. Establecer la causa de muerte corresponde al examinador médico, médico forense o patólogo, pero el éxito o el fracaso de llegar a la conclusión correcta depende frecuentemente de los esfuerzos combinados de el patólogo y el toxicólogo forense.

Envenenamiento como causa de la muerte no puede ser probado más allá de la afirmación sin análisis toxicológicos que demuestren la presencia del veneno en los tejidos o fluidos corporales del fallecido. La mayoría de fármacos y venenos que no producen características o lesiones observables en los tejidos del cuerpo, y su presencia sólo puede demostrarse por los métodos químicos de aislamiento e identificación. Si los análisis toxicológicos son evitados, la muerte puede ser atribuida al envenenamiento, sin pruebas definitivas, o una muerte debido al envenenamiento puede ser erróneamente atribuida a otra causa. (FBI.2003)

En los casos donde la muerte no es debida al envenenamiento, el toxicólogo forense a menudo puede proporcionar una evidencia valiosa sobre las circunstancias que rodean una muerte. El comportamiento de conducción errática de las víctimas de accidentes de automóvil a menudo se explica por la presencia de alcohol en la sangre o tejidos. Drogas psicoactivas, las que afectan el comportamiento, a menudo desempeñan un papel importante en circunstancias asociadas con la muerte repentina o violenta. La detección de alcohol, narcótica, alucinógena y otras drogas pueden corroborar el testimonio de los testigos en cuanto a la conducta agresiva, incoherente o irracional del difunto en el momento de un incidente fatal. Por el contrario, los resultados de la toxicología negativa pueden disipar las historias de consumo de drogas de la víctima. Los resultados negativos también son significativos en las personas que deben tomar medicamentos regularmente para el control de condiciones patológicas. En el caso de los epilépticos, las drogas en nulas o bajas concentraciones puede indicar el fallecido no estaba tomando su medicación en la forma prescrita y, como resultado experimento una convulsión fatal.



Figura.5.19. Veneno. Gisbert, A-1997

### **5.4.1. ALGUNOS DE LOS VENENOS MÁS COMUNES, SUS EFECTOS Y DESCRIPCIÓN.**

#### **5.4.1.1. ENVENENAMIENTO ACCIDENTAL.**

La mayoría de los envenenamientos accidentales ocurren en el hogar. Los niños, debido a su innata curiosidad y espíritu aventurero, pueden acceder a la prescripción y la ingesta de medicamentos, detergentes, pesticidas, limpiadores para el hogar. Afortunadamente, la conciencia pública de la seguridad del almacenamiento de productos químicos en el hogar, contenedores de mayor seguridad, la disponibilidad de centros de información de control de envenenamientos, y mejores salas de emergencia con procedimientos para el tratamiento de las intoxicaciones infantiles, han contribuido a un marcado descenso en este tipo de muerte. El envenenamiento accidental en los adultos es por lo general el resultado de un etiquetado incorrecto, el almacenamiento de la sustancia tóxica en un contenedor distinto de la original. Tan a menudo, el contenedor inadecuado es una vieja botella de whisky. El arsénico, herbicidas, estricnina, el cianuro, soluciones de limpieza, y muchos otros venenos mortales se han sido ingeridos por error de jarras de sidra y botellas viejas de whisky. Un contenedor abierto de cianuro de junto a una lata de azúcar en un banco de trabajo del sótano ha sido conocida para endulzar la última taza de café. (FBI.2003)

El envenenamiento accidental puede ocurrir en la industria debido a la falta de cuidado o accidentes que exponen a los trabajadores a sustancias tóxicas. Mientras el potencial de intoxicación accidental en la industria es grande, las normas y reglamentos de seguridad y de la disponibilidad de los servicios de urgencia médica hoy impiden a las industrias ser una fuente de muchas intoxicaciones mortales. (FBI.2003)

#### **5.4.1.2. INTOXICACIÓN SUICIDA.**

El suicidio es una muerte común en los casos de envenenamiento. En general, el doble de hombres se suicida con éxito que las mujeres. Sin embargo, muchas mujeres intentan suicidarse doblemente con el veneno que los hombres. El agente suicida más común es el monóxido de carbono, un gas generado por la combustión incompleta de compuestos de carbono. El escape de los automóviles contiene una concentración importante de monóxido de carbono. Por lo que permitir que un automóvil de se encienda en un garaje cerrado, es el método habitual utilizado por los que se suicidan con monóxido de carbono. Si bien el cianuro, el arsénico y otros conocidos venenos puede ser en ocasiones utilizados como agentes para la mayoría de los suicidas, muertes a consecuencia de drogas prescritas. Las personas que sufren de depresión y otros trastornos emocionales por lo general disponen de un suministro en potencia y, tomadas en exceso, drogas mortíferas combaten los síntomas de sus trastornos psicológicos.

Hoy, la mayoría de las intoxicaciones suicidas implican la ingestión múltiple de drogas, generalmente de tres a siete medicamentos diferentes ingeridos al mismo tiempo. Mediante el análisis del estómago y el contenido intestinal, sangre, orina, y los principales órganos del cuerpo, el toxicólogo puede determinar la cantidad mínima de veneno ingerido. En los suicidios, los resultados de dicho análisis demuestran que una cantidad masiva fue tomada, lo que establece fuera de toda duda que el difunto no podía accidentalmente tomado una dosis. (FBI.2003)

#### **5.4.1.3. ENVENENAMIENTO HOMICIDA**

Intoxicaciones accidentales y suicidas son comunes hoy en día, el asesinato por envenenamiento no lo es. Determinar que una persona murió como resultado de envenenamiento homicida es a menudo el tipo más difícil de investigación para los agentes del orden y médicos expertos. Las evidencias generales de envenenamiento se obtienen a partir del conocimiento de los síntomas mostrados por el fallecido antes de la muerte, la autopsia el examen del cuerpo por el patólogo, y el aislamiento e identificación del veneno por el toxicólogo. Para el procesamiento exitoso a un sospechoso, agentes legales debe establecer que el perpetrador había tenido acceso a un suministro toxico, que el sospechoso era consciente de los efectos letales del veneno, y que el sospechoso tuvo la posibilidad de administrar el veneno al difunto. (FBI.2003)

Cuando la víctima es atendida, antes de morir, por un médico, el médico rara vez, si alguna vez, considera la intoxicación como causa de los males del paciente. Sólo si la ocupación del paciente, lo pone en contacto con sustancias tóxicas (obras en refinería, química, o de fundición, obras en una finca y el usos de plaguicidas y herbicidas) que el médico sospecha de una intoxicación química. El asesinato por envenenamiento se presenta más comúnmente en el hogar, el médico rara vez sospecha de un viudo, su esposa, hijo o hija del envenenamiento de otro miembro de la familia. Además, rara vez hay algún síntoma de intoxicación, que no puede igualmente ser causada por la enfermedad. Vómito, diarrea, colapso rápido, y pulso débil, todos los síntomas de la intoxicación por arsénico, también puede ser debido a una ruptura de la úlcera gástrica o una inflamación del páncreas o del apéndice. Asimismo, tanto la estricnina y el tétanos causan convulsiones. Pupilas contraídas y la narcosis puede ser a causa de estupefacientes o de lesiones cerebrales. Sin embargo, hay circunstancias que hacen un diagnóstico de intoxicación moderada determinante. El inicio y la progresión de los síntomas a una muerte inmediata después de comer o beber indican intoxicación aguda, la intoxicación alimentaria bacteriana tiene un inicio tardío en la aparición de los síntomas. (FBI.2003)

El patólogo puede reconocer los efectos de ciertos venenos en la autopsia. Ácidos y álcalis fuertes pueden causar quemaduras extensas alrededor de la boca o de la superficie del cuerpo, con la destrucción severa de los tejidos internos. Los venenos metálicos pueden causar daños intensivos para el tracto gastrointestinal, el hígado, y los riñones. Fósforo, hidrocarburos clorados, y los hongos venenosos causan grave degeneración a la grasa del hígado. Sin embargo, la mayoría de los venenos no producen cambios observables en los tejidos del cuerpo, por lo tanto, en muchos casos de envenenamiento, la valoración del examen patológico del cuerpo establece que la muerte no se debió a causas naturales o lesiones traumáticas y que no hay pruebas para la causa de muerte, salvo de una posible intoxicación. En la mayoría de los casos, los análisis toxicológicos son la evidencia del asesinato por envenenamiento. (FBI.2003)



Figura.5.20. Muerte por envenenamiento. FBI, 2003.

#### **5.4.1.4. INVESTIGACIÓN TOXICOLÓGICA DE UNA MUERTE POR ENVENENAMIENTO**

La investigación toxicológica de una muerte por envenenamiento puede ser dividida en tres pasos:

1. La obtención del historial clínico y las muestras adecuadas.
2. Los análisis toxicológicos.
3. La interpretación de los resultados de los análisis forenses. Dictamen.



#### 5.4.1.5. HISTORIAL CLÍNICO Y MUESTRAS

Hoy en día, hay a disposición del público miles de compuestos que son letales en caso de ingestión, inyección o inhalación. El toxicólogo que sólo tiene una limitada cantidad de material sobre el que realizar sus análisis, por lo tanto, es imperativo que, antes de comenzar el análisis, él o ella se dan mayor cantidad de información como sea posible sobre los hechos del caso. El toxicólogo debe ser consciente de la edad, sexo, peso, historial médico, y la ocupación del difunto, así como los tratamientos administrados antes de la muerte, los resultados de la autopsia en cifras brutas, medicamentos disponibles para el difunto, y el intervalo de tiempo entre el inicio de de los síntomas y la muerte. En un año normal, el laboratorio toxicológico de un médico forense efectúan análisis de tejidos para tan diversos venenos, como los medicamentos recetados (analgésicos, antidepresivos, hipnóticos, tranquilizantes), el abuso de drogas (alucinógenos, narcóticos, estimulantes), productos comerciales (anticongelante, productos en aerosol, insecticidas, raticidas, herbicidas), y gases (monóxido de carbono, el cianuro). Obviamente, la posible identidad del veneno antes de su análisis sería de gran ayuda. (FBI.2003)

La colección de muestras para análisis toxicológico se realiza generalmente por el patólogo en la autopsia. Las numerosas muestras de fluidos corporales y órganos son necesarios, pues los fármacos y venenos muestran diferentes afinidades en los tejidos del cuerpo. Las drogas y los venenos no se distribuyen uniformemente en todo el cuerpo, y el toxicólogo usualmente analiza en primer lugar los órganos en los que se espera se encuentre las mayores concentraciones de drogas. Una gran cantidad de cada muestra es necesaria para el análisis toxicológico a fondo porque el procedimiento que extrae e identifica un compuesto o una clase de compuestos puede ser ineficaz en la extracción o la identificación de los demás. (FBI.2003)



Figura.5.21. Cirrosis hepática. SEMEFO, 2009.

En la colección de las muestras, el patólogo las etiquetas de cada contenedor de la fecha y hora de la autopsia, el nombre del difunto, la identidad de la muestra, y la firma del patólogo. El toxicólogo, al recibir las muestras, le da al patólogo un recibo por escrito y almacena las muestras en una refrigeradora bajo llave hasta su análisis. Este procedimiento proporciona una adecuada cadena de custodia para las muestras, que permite al toxicólogo introducir sus resultados en cualquier procedimiento jurídico que plantea el caso. (FBI.2003)

Las muestras deberán ser recogidas antes de embalsamamiento, ya que este proceso puede destruir o diluir los venenos presentes y hacer imposible su detección. Por ejemplo, el cianuro se destruye por el proceso de embalsamamiento. Por el contrario, el alcohol metílico o alcohol etílico puede ser constituido por los fluidos de embalsamamiento, por lo tanto dar una falsa indicación como el que el difunto estuviera ebrio antes de morir. (FBI.2003)

#### **5.4.1.5. ANÁLISIS TOXICOLÓGICOS**

Antes de comenzar el análisis, el toxicólogo debe tener en cuenta varios factores: la cantidad de muestra disponible, la naturaleza del veneno buscado, y la biotransformación posible del veneno. Cuando el toxicólogo está trabajando con una cantidad limitada de muestras, el toxicólogo debe elaborar un informe analítico que le permita la detección del mayor número posible de compuestos. En los casos de administración oral del veneno, se analiza en primer lugar el contenido gastrointestinal, ya que grandes cantidades del veneno no absorbido puede estar presente. La orina puede ser analizada enseguida, como los riñones son los órganos principales de excreción para la mayoría de los venenos y las altas concentraciones de sustancias tóxicas a menudo están presentes en la orina. Tras la absorción del tracto gastrointestinal, las drogas o sustancias tóxicas son cargadas primero al hígado antes de entrar en la circulación sistémica general, por lo tanto, el primer análisis de un órgano interno se lleva a cabo en el hígado. Si un veneno específico se sospecha o se sabe que interviene en la muerte, el toxicólogo elige en primer lugar analizar los tejidos y fluidos en los que el veneno se concentra. (FBI.2003)

Biotransformación es un término utilizado para denotar la conversión del cuerpo de un producto químico extraño a una sustancia química estructuralmente diferentes. El nuevo compuesto se llama un metabolito. La biotransformación de un fármaco o veneno por lo general, pero no siempre, da como resultado la formación de una sustancia inactiva que es fisiológicamente más fácilmente excretado del cuerpo que el compuesto original. Presenta la biotransformación de la cocaína. Metabolitos pueden ser fisiológicamente activos o inactivos y no tóxicos, menos tóxicos, o más tóxicos que los componentes originales. La cocaína es un ejemplo de este proceso como norcocaine es fisiológicamente activos, mientras que benzoilecgonina y methylecgonine no tienen acción fisiológica.

Así, el toxicólogo debe tener una comprensión de las reacciones de la biotransformación. En algunos casos, los Metabolitos son la única evidencia de que un medicamento o veneno fue administrado. Las evidencias de heroína o cocaína usualmente son indicadas por la presencia de sus respectivos Metabolitos, la morfina y la benzoilecgonina. (FBI.2003)

El toxicólogo debe ser consciente de los cambios químicos normales que se producen durante la descomposición de un cuerpo. La autopsia o análisis toxicológicos debe iniciarse tan pronto como sea posible después de la muerte, pues el proceso natural de descomposición pueden destruir un veneno inicialmente presente en la muerte o pueden producir sustancias o compuestos con propiedades químicas y físicas similares a los de los venenos comúnmente encontradas. Por ejemplo, durante la descomposición, la fenilalanina, un aminoácido presente normalmente en el cuerpo, se convierte en feniletilamina, que tiene propiedades químicas y físicas muy similares a la anfetamina. El alcohol etílico y el contenido de cianuro en la sangre puede disminuir o aumentar dependiendo del grado de putrefacción y actividad microbiana. Sin embargo, muchos venenos como el arsénico, barbitúricos, el mercurio, y la estricnina, todavía puede ser detectada después de la muerte. (FBI.2003)

En la investigación de un envenenamiento, primero es necesario para el toxicólogo aislar e identificar el veneno. Por lo tanto, los toxicólogos forenses agruparon los venenos de acuerdo al método usado para aislar las sustancias del cuerpo, tejidos y fluidos. (FBI.2003)

#### Grupo I: Gases

La mayoría de los gases de importancia toxicológica no son detectables en las muestras de la autopsia. Sin embargo, algunos pueden ser aislados de la sangre o del tejido pulmonar por el proceso de aireación. Por lo general, se recogen muestras de aire en el lugar de la exposición. . (FBI.2003)

#### Grupo II: Venenos volátiles (Vapor)

Los compuestos de este grupo son aislados por destilación al vapor. La muestra (sangre, orina, o un homogeneizado de tejido) se hace ácido con ácido clorhídrico o base con óxido de magnesio sólido. Un chorro de vapor de agua pasa a través de la muestra y los venenos volátiles se destilan en un destilado acuoso. Los venenos destilables de un medio ácido son el tetracloruro de carbono, el cloroformo, cianuro, etanol, metanol, fenoles, Nitrobenzenos y fósforo amarillo. Venenos destilables de una base media incluyen anfetaminas, la anilina, meperidina, metadona, y la nicotina. (FBI.2003)

### Grupo III: Venenos metálicos

Los metales son aislados de los tejidos mediante la destrucción de toda la materia orgánica que comprende el tejido. El tejido puede ser destruido por el calor excesivo (incineración en seco) o por ebullición con ácidos concentrados o agentes oxidantes fuertes (incineración húmeda). Varios métodos pueden ser utilizados para identificar restos específicos de venenos metálicos en la ceniza. (FBI.2003)

### Grupo IV: Venenos orgánicos no volátiles

Este grupo contiene la mayoría de los medicamentos de interés para los toxicólogos en los EE.UU. hoy. Los compuestos de este grupo suelen estar presentes en los tejidos sólo en mínimas cantidades. Algunos fármacos (por ejemplo, barbitúricos) puede ser extraído directamente de homogeneizados de tejido por medio de disolventes orgánicos. Sin embargo, muchos compuestos a menudo separados de la mayor parte del tejido matriz mediante la preparación de una proteína libre de filtrada de los tejidos. Este filtrado se somete a la extracción selectiva con disolventes orgánicos en diferentes condiciones de acidez. Usando estas técnicas, las drogas son aisladas en cinco subgrupos.

1. Los ácidos fuertes (por ejemplo, clorotiazida, salicilatos).
2. Los ácidos débiles (por ejemplo, el paracetamol, barbitúricos).
3. Neutrales (por ejemplo, meprobamato, methaprylon).
4. Bases (por ejemplo, la codeína, fenotiazinas, la quinina, estriknina).
5. Anfólitos (por ejemplo, hidromorfona, morfina).

### Grupo V: Venenos Varios

Este grupo incluye a todos los venenos no se clasifican en los últimos cuatro grupos. Las sustancias incluidas en este grupo son aniones inorgánicos (por ejemplo, el bromo), iones de agua altamente orgánica soluble, y compuestos orgánicos solubles en agua o alcohol. En general, las técnicas específicas deben ser usadas para aislar e identificar estos compuestos a partir de muestras biológicas. (FBI.2003)

En el proceso de un análisis, el toxicólogo tiene a su disposición todas las técnicas de la química analítica moderna. Si el veneno que causó la muerte es conocido, puede llevarse a cabo un análisis específico, sin embargo, si el agente no es conocido, o más de una sustancia tóxica es sospechosa, el toxicólogo debe en primer lugar realizar una serie de análisis para determinar qué sustancias tóxicas están presentes y a continuación, determinar mediante el análisis cuantitativo la cantidad de cada sustancia tóxica presente en las diversas muestras. Aunque hay numerosos métodos químicos a disposición del toxicólogo, sólo unos pocos de los procedimientos más comunes se discuten. Todos estos métodos pueden aplicarse cualitativa (identificación) y cuantitativa (concentración) y en el análisis. (FBI.2003)

## **5.5. REACCIONES QUÍMICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE VENENOS.**

### **5.5.1. ANÁLISIS TOXICOLÓGICO DE TALIO.**

Si el talio es monovalente, su reconocimiento resulta improbable. El talio se precipita en presencia de sulfuros alcalinos. (PGR, 1990)

#### **METODO:**

1. Tomar 3 ml. de orina (de 24 horas).
2. Añadir 2 gotas de HCl concentrado.
3. Añadir 3 gotas de solución de Bromo y agitar.
4. Dejar en reposo durante dos minutos y después agregar 5 gotas de solución de Ácido sulfosalicílico. Agite la mezcla
5. Agregue 4 ml. de benceno, 2 gotas de solución de metil violeta y agitar durante 1 minuto.
6. En caso positivo, aparecerá una coloración violeta en la capa de benceno.

**SOLUCION DE BROMO PARA TALIO:** Disolver 10 g. de cianuro de sodio en 10 ml. de H<sub>2</sub>O destilada, añadir 20 ml. de HCl 6 N y 2.5 ml. de bromo líquido.

#### **REACTIVOS:**

HCl 6 N.

Solución de Bromo. Solución de ácido sulfosalicílico al 20%.

Benceno puro.

Solución de metil violeta al 0.2%.

### 5.5.2. DETERMINACIÓN DE COPRO-PORFIRINAS

METODO:

Tomar 10 ml. de orina (de 24 horas).

Añadir 3 gotas de ácido acético glacial.

Añadir 3 gotas de  $H_2O_2$  (30 vol.) Añadir 5 ml. de éter, se mezcla y se deja media hora en reposo, luego se lee a la luz ultravioleta. En caso positivo aparece un color rosado y si es negativo aparece un color morado en la capa de éter.

### 5.5.3. IDENTIFICACIÓN DE MERCURIO

METODO:

En 3 Elenmeyer.

Blanco.

Solución estándar.

Problema.

Problema 25 ml. de orina. Solución estándar 25 ml. de agua + sal de Hg. 0.2 cc. (nitrato de mercurio). Blanco 25 ml. de agua.

Blanco: 25 ml. + 5 ml. de  $H_2SO_4$  al 50% + 0.5 g. de  $KMnO_4$

Solución estándar: 25 ml. de agua + 0.2 mg de sal de Hg + 5 ml. de  $H_2SO_4$  al 50% + 0.5 de  $KMnO_4$ .

Los tres erlemeyeres se dejan en baño de maría por 30 minutos. Al cabo de los 30 minutos agregar unas gotas de clorhidrato de hidroxilamina para disolver  $MnO_2$  y so decolora (así remover óxidos de N y prevenir su reacción con ditizonas). La solución sin color o algo amarillento es indicio de completa oxidación. En este punto se debe hacer la prueba para identificar exceso de  $KMnO_4$  con el papel Kyoduro de almidón. Enfriar a temperatura ambiente. Luego pasar esta solución a un embudo de separación y agregarle 10 ml. de ditizona. Un cambio de coloración es indicativo de mercurio.

REACTIVOS: Ditizona 10 mg/litro: disolver unos cristales de ditizona en unos pocos ml. de  $\text{CHCl}_3$  y luego completar volumen con tetracloruro de carbono.

#### 5.5.4. DETERMINACIÓN DE SALICILATOS

METODO:

En un tubo de ensayo colocar 3 ml. de orina y agregar 1 ml. de reactivo de cloruro férrico, se calienta un poco con el objeto de eliminar cuerpos cetónicos que puedan estar presentes. Si los salicilatos están presentes, es positivo cuando aparece un color morado violeta persistente.

REACTIVOS: Cloruro férrico al 10%.

Esta prueba también la dan: ácido acetisalicílico, salicilato de sodio, fenilo y metilo, como también los derivados fenólicos. Para comprobar si son salicilatos se le agrega unas gotas de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  puro y desaparecerá el color.

#### 5.5.5. DETERMINACIÓN DE ARSÉNICO

Prueba de Reinsch.

El arsénico se deposita en una laminilla de cobre cuando se encuentra en solución fuertemente ácida.

METODO:

Una fracción de papilla de vísceras o 25 ml. de orina, vómito, lavado gástrico, se colocan en un Elenmeyer de 250  $\text{cm}^3$  y se la adiciona suficientemente ácido clorhídrico con 4 ml. y calentar suavemente al baño de maría durante una hora.

Utilizar una laminilla de cobre previamente lavada con  $\text{HNO}_3$  al 10% o con alcohol etílico al 95%, no tomar lámina con la mano.

La lámina de cobre, lavarla con agua destilada y secarla con papel de filtro. Si la lámina de cobre permanece sin color, se concluye que no están presentes los metales, tales como arsénico, mercurio, bismuto, antimonio, etc.

Si se encuentra un depósito en la lámina, se observará su color así:

Arsénico lámina del cobre negro maté Selenio; Gris opaco Bismuto Gris opaco ;  
Mercurio Gris opaco ; Antimonio Gris plateado brillante Púrpura oscuro.

Para comprobar la presencia de arsénico en la lámina de cobre se coloca ésta en una solución de KCN, 2 ml. si el depósito negro es removido este es debido al arsénico, si es debido a otros metales no se disolverá.

### **5.5.6. IDENTIFICACIÓN DE CIANUROS**

**METODO:**

I. Se agrega la sustancia a analizar en un tubo de ensayo y se añade ácido tartárico. Se tapa con un corcho del cual depende una tira de papel impregnada con el siguiente reactivo: Papel de Grignard que se prepara así:

Acido pícrico 0.1 g. Carbonato de sodio 1 g. H<sub>2</sub>O destilada. c. s. p. 10 ml.

La tira de color amarillo, debe utilizarse seca, en presencia de HCN produce color rojo a café oscuro. Al agregarle 1 gota de ácido acético al papel permanece el color.

II. Prueba: El líquido sospechoso se le agrega KOH en exceso y unas gotas de sulfato ferroso al 2%, más 1 gota de FeCl<sub>3</sub> al 5%, calentar, dejar enfriar y agregar HCl, en caso positivo aparece color azul de Prusia. (PGR, 1990)

### **5.6. PLAGUICIDAS.**

Se denomina plaguicida a cualquier sustancia ó mezcla de sustancias que se destinan a controlar cualquier plaga, así como las especies no deseadas que causen perjuicio ó que interfieran en la producción agropecuaria y forestal.

#### **5.6.1. CLASIFICACIÓN DE LOS PLAGUICIDAS.**

Concentración.

Ingrediente activo: compuesto químico que ejerce la acción plaguicida.

Plaguicida técnica: máxima concentración del ingrediente activo obtenida como resultado final de su fabricación de la cual se parte para preparar un plaguicida formulado.

Plaguicida formulado: mezcla de uno ó más plaguicidas técnicos, con uno ó más ingredientes conocidos como inertes cuyo objeto es dar estabilidad al compuesto activo ó hacerlo útil y eficaz; constituye la forma usual de aplicación.





Figura.5.22.Plaguicidas.PGJ, 2009.

- Organismos que controlan.

Insecticidas	Fungicidas
Acaricidas	Nematicidas
Bactericidas	Avicidas
Molusquicidas	Herbicidas
Rodenticidas	Ovicidas

Modos de acción.

- De contacto.

Sistémicos.

Repelentes.

De ingestión.

Fumigantes.

Defoliantes.

- Composición química.

Tabla.5.6. Clasificación de los pesticidas por su composición química.PGJ, 1999.

Organoclorados	Carboxamidas	Tricloropicolínico
Piretroides	Tiocarbamatos	Derivados de la urea
Organoazufrados	Ftalimidas	Compuestos de cobre
Organofosforados	Organoestánicos	Guanidina y Naftoquinonas
Aceites minerales	Dinitrofenoles	Derivados de los ácidos tricloroacético y tricloropicolínico
Triazinas	Sipiridinicos	Carbamatos

- Presentación comercial.

Sólidos (polvos).

Líquidos.

Gases.

- Uso al que se destinan.

Tabla.5.6.1 Clasificación de los pesticidas por su uso.PGJ, 1999

Agrícola	Industrial
Urbano	Forestal y jardinería
Precuario	Doméstico

Los plaguicidas tienen la capacidad inherente de provocar efectos adversos en los seres vivos, de dañar su estructura ó funciones y provocar su muerte. Su toxicidad depende entre otros factores de:

Factores (absorción, distribución, activación, detoxificación) que influyen en la reacción de su forma toxica final con el sitio blanco (molécula, célula, tejido, órgano ó sistema).

Reacción (reversible o irreversible) con los sitios blancos.

Consecuencias bioquímicas o fisiológicas.

Expresión clínica de su toxicidad (efectos agudos y crónicos).

Magnitud y duración de la exposición.

Vía de ingreso (oral, dérmica o inhalación).

Edad, sexo, estado nutricional y de salud.

En teoría, los organismos son capaces de tolerar pequeñas dosis de plaguicidas gracias a la existencia de mecanismos tales como la detoxificación metabólica, adaptación celular y reparación.

La gama de daños (neurológicos, nefrotóxicos, cardiovasculares, gástricos y teratógenos) que pueden producir los plaguicidas, varía de acuerdo con los tipos y la severidad de la exposición y el periodo de la vida del individuo en la que ocurre, como se puede apreciar en la tabla siguiente:

Tabla. 5.6.2 Efectos tóxicos de los plaguicidas. PGJ, 1999.

EFFECTO	MECANISMO Y AGENTES CAUSALES
BIOQUÍMICO	
INDUCCIÓN ENZIMÁTICA.	Los plaguicidas como los organoclorados pueden inducir las enzimas hepáticas encargadas de la biotransformación de sustancias químicas y esta inducción aumenta con exposiciones repetidas.
INHIBICIÓN ENZIMÁTICA.	Un ejemplo conocido es la inhibición de la colinesterasa sanguínea por la exposición a plaguicidas organofosforados y carbamatos; inhibiciones de este tipo de enzimas superiores al 50% producen intoxicación aguda.
CUTÁNEO	
DERMATITIS DE CONTACTO	Paraquat; captafol; 2,4-D y mancozeb.
SENSIBILIDAD CUTÁNEA, REACCIÓN ALÉRGICA, EXANTEMA.	Benomilo, DDT, gama-HCH, zineb y malati6n.
REACCIONES FOTOALÉRGICAS.	HCH, Benomilo y zineb.
CLORACNE.	Plaguicidas organoclorados y el 2,4,5-T; probablemente contaminados con dioxinas y furanos.
MANIFESTACIONES CUTÁNEAS TARDÍAS DE PORFIRIA TÓXICA ADQUIRIDA GRAVE	Haxaclorobenceno.
NEUROLÓGICO	
NEUROTOXICIDAD TARDÍA	Ciertos compuestos organofosforados.
CAMBIOS DE COMPORTAMIENTO	Ciertos compuestos organofosforados.
LESIONES DEL S.N.C.	Insecticidas organoclorados y organofosforados y fungicidas organomercuriales.  Herbicidas de oxiclorigeno, piretroides y ciertos insecticidas organofosforados.

## **5.6.2. REACCIONES QUÍMICAS CON DESARROLLO DE COLOR PARA LA IDENTIFICACIÓN DE PLAGUICIDAS.**

### **5.6.2.1. DDT O SU METABOLITO, DICLORODIFENILDICLOROETILENO (DDE)**

Reactivo: Mezclar 1ml. de  $\text{HNO}_3$  con 30 ml. de  $\text{H}_2\text{SO}_4$ .

Método: Disolver la muestra en 1ml. de etanol y una lenteja de KOH, evaporar a sequedad en baño maría. Al residuo adicionar 0.5 ml. de agua y 1ml de  $\text{CCl}_4$ , agitar y dejar que se separen las dos fases decantar la fase del solvente (abajo) y agitarlo con 1ml. del reactivo.

Indicaciones: un color rojo en la capa acida, sugiere la presencia de dicofano (DDT) ó su metabolito; el color rojo cambia a naranja y después a verde. Un débil color rojo es dado también por diclorodifenildicloroetileno (DDE) pero el color no cambia.

### **5.6.2.2. FÓSFORO.**

Método: a la muestra adicionar 0.5ml. de  $\text{HNO}_3$  concentrado y 0.2ml. de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  concentrado, calentar en baño maría por 30 minutos, enfriar y adicionar 1ml. de una solución de molibdato de amonio al 10 % y calentar nuevamente a baño maría por cinco minutos. Un blanco puede ser tratado al mismo tiempo. Para algunos compuestos, la reacción puede ocurrir después de un corto tiempo de calentamiento.

Indicaciones: una solución ó un precipitado amarillo brillante, indica la presencia de fosforo y sugiere un pesticida organofosforado, especialmente si la muestra es un liquido inmiscible en el agua. El ciclofosfamida y triclofos, también reaccionan.

### **5.6.2.3. DITIONITO DE SODIO.**

Reactivo: una solución de ditionito de sodio al 5% en una solución de NaOH al 10%.

Método: aplicar el reactivo a la muestra, una solución blanco puede ser tratada al mismo tiempo.

Indicaciones: diquat--- verde; Paraquat---- azul.

#### **5.6.2.4. H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>/ H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. FUMANTE.**

Reactivo: mezclar 7ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y 3 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Fumante.

Método: disolver la muestra en un volumen mínimo de tolueno y adicionar una ó dos gotas del reactivo.

Indicaciones: un color rojo aparece en la capa acida (fase abajo) e indica la presencia de dieldrin (el color se desarrolla rápidamente) ó aldrin (el color se desarrolla lentamente). Un color rosa es obtenido con endrin. (PGJ, 1999.)

Tabla. 5.6.3. Anexo de toxicología. PGJ, 1999.

FRACCIÓN	REACTIVO		TRATAMIENTO	REVELA	COLORES
ALCALINA  EXTRACCIÓN CON CLOROFORMO	Bouchardat	Yodo bisublimado. 1g	Aspersión observar de inmediato	Todos los alcaloides y casi todos los psicofármacos	Siempre pardo oscuro más claro
		Yoduro de potasio 2g			
		Agua 100 ml			
	Tiocianato de Cobalto	Tiocianato de Cobalto 2g  HCl 2g  Agua 100 ml	Aspersión	Cocaína	Azul s/fondo rosado
	DNFB	2,4 dinitrofluorobenceno al 0.5% en etanol	Aspersión estufa 10° a 100°C	Aminas despertadoras	Amarillo
	TCA	Ácido tricloroacético al 15%	Aspersión	Benzodiazepina y fenotiazinas	Intensifica la fluorescencia Al UV.
Acido Fosfórico	Ácido fosfórico puro	Aspersión  Agregar sobre DNFB	Benzodiazepina y fenotiazinas  Feniletinimina Anfetamina	Intensifica fluorescencia naranja- rojo- violeta	
Dragendorff	A-subnitrate de bismuto 8g  Ácido nítrico  B-Yoduro de potasio 22.7g  Agua 20 ml  Reposar y filtrar Agregar A sobre B  Agua csp 100 ml	Aspersión	Alcaloides  Benzodiazepina  Fenotiazinas Antidepresivos	Naranja pardo s/fondo naranja	

Tabla. 5.7. Anexo de toxicología. Continuación.

FRACCIÓN	REACTIVO		TRATAMIENTO	REVELA	COLORES
ALCALINA  EXTRACCIÓN CON CLOROFORMO		Ácido cloroplátnico al 10%	aspersión	Alcaloides	Violeta
		Agua 97 ml. Yoduro de potasio al 6% 100 ml.		Anestésicos locales Aminas de la putrefacción Haloperidol	Azul  Marrón
				Ketamina Antidepresivos	Marrón  Azul verdoso Marrón
	Marquis	Ácido sulfúrico 10 ml  Formol 2 gotas	Aspersión	Alcaloides del opio  Anfetaminas Aspirinas	De naranja a rosado fuerte, purpura
	Perclórico	A-Ácido perclórico al 60 %  B-nitrito de sodio al 5%	Aspersión  1ro. c/A y luego c/B	Antidepresivos  Opipanol  Tegretol  fenotiazinas	Azul  Fluorescencia verde-amarillo rojo violáceo que desaparece al agregar más nitrito de sodio
FPN	Cloruro férrico 5% 5 ml Ác. Perclórico 20% 45 ml Ác. Nítrico 50% 50 ml	Aspersión	Fenotiazinas Levopromazina Prometazina Promazina Trifluoperazina Cloropromazina Tioridazina Fluoperazina Perfenazina	Violeta Rosado Salmón Naranja Rojo púrpura Azul turquesa Salmón Púrpura	
P-DMBA	<i>p</i> -dimetilaminobenzaldehído	Aspersión	Psilocibe cubensis  LSD	Violeta  Violeta oscuro	



Tabla. 5.7. Anexo de toxicología. Continuación.

FRACCIÓN	REACTIVO		TRATAMIENTO	REVELA	COLORES
ALCALINA  EXTRACCIÓN CON CLOROFORMO	Forrest	Dicromato de potasio al 0.2% 25 ml Ác. Sulfúrico al 30% 25 ml Ác. Perclórico al 20% 25 ml Ác. Nítrico puro 25 ml	Aspersión	Antidepresivos	Azul
	Acetato de cobalto	A-acetato de cobalto al 0.5% en metanol  B-hidróxido de litio al 0.5% en metanol	Aspersión  1ro. c/A y luego c/B	Barbitúricos  Gluterimidias  Hidantoinas	Lila de distintas intensidades
ÁCIDA  EXTRACCIÓN EN ÉTER ETÍLICO	Nitrato de plata	C-nitrato de plata solución saturada	Aspersión sobre A y B	Ídem  Carbamatos  Analgésicos Antipiréticos	Las manchas se tornan blancas sobre fondo gris negativos con A y B. Lila c/C Negativos c/A y B Pardo c/C
	Cloruro férrico	Cloruro férrico al 1%	Aspersión y estufa 5 minutos a 110°C	Analgésico  Antipiréticos Acetofenetidina	Violeta  Violeta
	Nitrato de plata	A-nitrato de plata al 1%  B-permanganato de potasio	Aspersión  1ro. c/A y luego c/B	Barbitúricos  Tiobarbituricos y con doble ligadura	Maculas blancas bien destacadas  Amarillas al agregar B
	Trinder	Cloruro de mercurio 40g  Agua 840 ml Calentar-enfriar Ac.clorhidrico 1N 120 ml Nitrato férrico 40g	Aspersión.	aspirina	Violeta (interfieren fenotiazinas)

Tabla. 5.7. Anexo de toxicología. Continuación.

FRACCIÓN	REACTIVO		TRATAMIENTO	REVELA	COLORES
NEUTRA  EXTRACCIÓN EN ÉTER DE PETRÓLEO ACETONITRILLO		Agua csp 1 litro			
	DFA	A- difenilamina al 0.2% en etanol B- cloruro de paladio al 0.5% en ac. Clorhídrico al 0.5%	Aspersión  Mas UV 15 minutos aspersión solo sobre A	Plaguicidas clorados  Plaguicidas fosforados	Distintos colores según el clorado Amarillo- naranja- marrón
	Verde brillante	Verde brillante al 0.5%	Aspersión	Plaguicidas clorados	Verde oscuro sobre verde claro
	O.T	o-toluidina al 0.5% en etanol	Aspersión  UV	Plaguicidas clorados	Verde sobre fondo blanco UV
	Rodamina B	A-rodamina B al 0.25% en etanol B-carbonato de sodio al 10% de preparación reciente	Aspersión  1ro. c/A y luego c/B	Plaguicidas fosforados	Rojo violáceo
	Permanganato de potasio	A- permanganato de potasio al 1%  B-carbonato de sodio al 10% de preparación reciente	Aspersión  1ro. c/A observar aspersión c/B	Plaguicidas fosforados  carbamatos	Fondo lila sobre mancha dorada. Con carbonato de sodio se decolora el lila y queda mancha dorada
Marihuana	Reactivo diazoico de bencidina	A-bencidina 0.5g  Ac. Clorhídrico 1.4 ml Agua 100 ml  B-nitrito de sodio al 10%	Mezclar A con B al momento de utilizar	Marihuana	CBD: amarillo-naranja  THC: rojo naranja CDN: rojo castaño

---

# CAPÍTULO 6. EL DICTAMEN PERICIAL.



LABORATORIO DE QUÍMICA FORENSE, FBI. 2010.

### **6.1. LA PRUEBA PERICIAL**

Es la que surge del dictamen de los peritos, que son personas llamadas a informar ante el juez o tribunal, por razón de sus conocimientos especiales y siempre que sea necesario tal dictamen científico, técnico o práctico sobre hechos litigiosos.

Aspectos más saltantes de esta prueba, son:

#### 1.- La Procedencia.-

Procede cuando para conocer o apreciar algún hecho de influencia en el pleito, sean necesarios o convenientes conocimientos científicos, artísticos o prácticos.

#### 2.- La Proposición.-

La parte a quien interesa este medio de pruebas propondrá con claridad y precisión el objeto sobre el cual deba recaer el reconocimiento pericial, y si ha de ser realizado por uno o tres de los peritos. El Juez ya que se trata de asesorarle, resuelve sobre la necesidad, o no, de esta prueba.

#### 3.- El Nombramiento.-

Los peritos tienen que ser nombrados por el Juez o Tribunal, con conocimiento de las partes, a fin de que puedan ser recusados o tachados por causas anteriores o posteriores al nombramiento.

Son causas de tacha a los peritos el parentesco próximo, haber informado anteriormente en contra del recusante el vínculo profesional o de intereses con la otra parte, el interés en el juicio, la enemistad o la amistad manifiesta.

#### 4.- El Diligenciamiento.-

Las partes y sus defensores pueden concurrir al acto de reconocimiento pericial y dirigir a los peritos las observaciones que estimen oportunas. Deben los peritos, cuando sean tres, practicar conjuntamente la diligencia y luego conferenciar a solas entre sí. Concretan su dictamen según la importancia del caso, en forma de declaración; y en el segundo, por informe, que necesita ratificación jurada ante el Juez. El informe verbal es más frecuente y quedará constancia del mismo en el acta.

#### 5.- El Dictamen Pericial.-

Los peritos realizarán el estudio acucioso, riguroso del problema encomendado para producir una explicación consistente. Esa actividad cognoscitiva será condensada en un documento que refleje las secuencias fundamentales del estudio efectuado, los métodos y medios importantes empleados, una exposición razonada y coherente, las conclusiones, fecha y firma.

A ese documento se le conoce generalmente con el nombre de Dictamen Pericial o Informe Pericial.

Si los peritos no concuerdan deberá nombrarse un tercero para dirimir la discordia, quién puede disentir de sus colegas.

*Todo dictamen pericial debe contener:*

- a) la descripción de la persona, objeto o cosa materia de examen o estudio, así como, el estado y forma en que se encontraba.
- b) La relación detallada de todas las operaciones practicadas en la pericia y su resultado.
- c) Los medios científicos o técnicos de que se han valido para emitir su dictamen.
- d) Las conclusiones a las que llegan los peritos.

6.- La Ampliación del Dictamen.-

No es usual que se repita el examen o estudio de lo ya peritado, sin embargo se puede pedir que los Colegios Profesionales, academias, institutos o centros oficiales se pronuncien al respecto e informen por escrito para agregarse al expediente y después oportunamente sea valorado.

7.- La Apreciación y Valoración.-

La prueba pericial tiene que ser apreciado y valorado con un criterio de conciencia, según las reglas de la sana crítica. Los Jueces y tribunales no están obligados a sujetarse al dictamen de los peritos. Es por esto que se dice "El juez es perito de peritos"

## **6.2. LOS PERITOS EN EL PROCESO PENAL**

Los peritos son terceras personas, competentes en una ciencia, arte, industria o cualquier forma de la actividad humana, que dictaminan al juez respecto de alguno de los hechos que se investigan en la causa y se relacionan con su actividad.

El juez verá la coordinación lógica y científica; la suficiencia de sus motivos y sus razones, y de ahí la importancia de la motivación de la misma, pues si falta, podrá rechazarse la pericia u ordenarse su aclaración.

Aunque parezca formalmente perfecta y bien motivada, el juez, por no estar convencido, podrá refutarla, pero no significa que puede imponer su arbitrariedad o su capricho, no podrá rechazarla simplemente.

Tendrá que argumentar a su vez tener en cuenta el resto de la prueba obtenida, expondrá las razones por las cuales no concuerda con la pericia y la corrección o incorrección de sus argumentos serán a su vez valoradas, como los de pericia, por el superior jurisdiccional.

### **6.3. LOS PERITOS Y LOS TESTIGOS**

El testigo se caracteriza por un concepto de generalidad; el perito por el de especialidad. Helié decía que es delito quien crea los testigos, mientras que los peritos, por el contrario, son elegidos por el juez. En lo que se refiere al testigo, éste es un medio de prueba y un tercero, o sea, no es un sujeto de la relación procesal, pero a diferencia del perito, no se le puede reemplazar por otro, ya que los hechos determinan según quién los presencie o escuche, qué persona puede declarar.

Además, mientras que el perito declare sobre la base de sus conocimientos, o sea, dictamina, el testigo lo hace sobre sus percepciones, y el primero toma conocimiento del asunto por encargo del juez.

### **6.4. OBJETO DE LA PRUEBA PERICIAL**

El objeto de la pericia es el estudio, examen y aplicación de un hecho, de un objeto, de un comportamiento, de una circunstancia o de un fenómeno. Es objeto de la prueba pericial establecer la causa de los hechos y los efectos del mismo, la forma y circunstancia como se cometió el hecho delictuoso.

### **6.5. GARANTÍAS DE LA PRUEBA PERICIAL**

Son los siguientes:

- 1.- Número.- La ley ordena que se nombren dos peritos, a fin de que sean dos pareceres y puedan aportar mayores conocimientos en el examen a practicar.
- 2.- Competencia.- La Ley pide que se nombren profesionales y especialistas; sólo si no lo hubiere, el Juez designará a persona a personas de reconocida "honorabilidad y competencia en la materia".
- 3.- La Imparcialidad.- Se asegura mediante el juramento prestado en el momento de entregar la pericia.
- 4.- Garantías de la Instrucción.- Como en toda diligencia judicial, la designación de peritos debe ser comunicada a quienes intervienen en el proceso.
- 5.- Nombramiento.- Como norma general, el nombramiento de peritos corresponde al juez de la causa y lo hará mediante auto.

### **6.6. CLASES DE EXAMENES PERICIALES**

1.- Balística Forense.- sus objetivos son:

\* Practicar exámenes de las armas de fuego que le sean remitidas o recogidas en la escena del delito, para determinar sus características, su estado de conservación y funcionamiento, y si han sido o no disparadas recientemente.

- \* Realizar las inspecciones Técnico Balísticas en el lugar de los hechos.
- \* Realizar la prueba de la parafina, para determinar o detectar restos de pólvora, en sospechosos, víctima y vestimentas de los mismos.
- \* Practicar estudios comparativos de proyectiles y casquillos, para identificar las armas de fuego.
- \* Realizar exámenes de las heridas en las víctimas por armas de fuego, para determinar orificios de entrada y salida.
- \* Realizar exámenes de marcas de fábrica, numeraciones otros grabados que existen en las armas de fuego.
- \* Realizar exámenes de sustancias explosivas, sujetas a investigación.
- \* Efectuar la recolección de toda clase de muestra de armas de fuego, cartuchos, proyectiles, casquillos y artefactos explosivos.

2.- Biología Forense.- tienen los siguientes objetivos:

- \* Practicar exámenes necroscópicos en personas cadáveres, para determinar características y posibles causas de las lesiones que presentan.
- \* Practicar exámenes clínicas forenses en personas embriagadas, drogadas.
- \* Practicar la re-estructuración de las pupilas dérmicas del cadáver no identificado.
- \* Practicar análisis de manchas de sangre y semen, para determinar su naturaleza, características.

3.- Pericias Contables.- Aquí se trata de la actividad que necesariamente tiene que desempeñar un contador Público, para formular balances, cuentas, planillas, etc.

4.- Dactiloscópicas.- Tienen los siguientes objetivos:

- \* Identificar dactiloscópicamente a las personas que incurren en delitos, a los que solicitan certificados en antecedentes policiales.

5.- Físico química.- tienen los siguientes objetivos:

- \* Realizar estudios de fracturas y naturaleza de vidrios y cristales.
- \* Realizar exámenes de marcas, números de serie y otras señales, en objetos y materiales sometidos a peritaje.
- \* Realizar estudios microscópicos, mediante las diferentes técnicas.
- \* Practicar exámenes de cortes y roturas en vestimentas y otros materiales, etc., etc.

6.- Fotografía Forense.- sus objetivos son:

- \* Fotografiar a las personas naturales con fines de identificación, así como a los indicios y evidencia que sirvan en el descubrimiento de los hechos delictuosos.
- \* Procesar la toma fotográfica con fines de identificación.
- \* Fotografiar la reconstrucción del hecho, en la escena del delito. Etc. etc.

7.- La Odontología Forense.- sus objetivos son:

- \* Identificar a las personas, mediante examen buco palatino, y del macizo cráneo facial.
- \* Confeccionar los odontogramas a todas aquellas personas que por razón de viaje, trabajo, uso de armas de fuego y residencia de extranjeros en el país deban figurar en el archivo de odontogramas.
- \* Confeccionar los odontogramas a los cadáveres sujetos a investigación policial. etc.

8.- Pericias Toxicológicas.- Toda muerte sospechosa de criminalidad exige autopsia.

A veces junto al cadáver se encuentra un frasco con sustancias sospechosas. El frasco debe ser remitido al laboratorio, pues puede contener veneno y ser ésta la causa de la muerte.

9.- Psiquiátricas.- La pericia psiquiátrica reviste suma importancia. Los peritos deben opinar acerca del estado mental del procesado y de su antigüedad, establecer si los trastornos, taras o anomalías han suprimido o solamente disminuido la conciencia del acto y por consiguiente su responsabilidad. Apreciando el mérito de esta opinión técnica, al juzgador corresponde resolver si es o no imputable. Si el Juez tuviere duda sobre el estado mental, es necesario el examen psiquiátrico; si no hubiere tal examen, la sentencia es nula.

### **6.7. PARTES DEL DICTAMEN PERICIAL**

Este documento comprende tres partes:

- a.- Descripción de la persona, objeto del examen, indicando su estado en el momento de realizar el examen.
- b.- Relación de las operaciones practicadas, indicando el método científico empleando así como los resultados.
- c.- Conclusión a que han llegado en vista del examen pericial y como resultado de haber aplicado los principios científicos indicados.

Emitido el dictamen, los peritos se presentarán al juzgado para entregarlo personalmente y ante el juez realizar la última etapa de la pericia; la diligencia de entrega y ratificación.



### **6.8. LA DILIGENCIA DE ENTREGA Y RATIFICACIÓN PERICIAL**

El Juzgado señalará día y hora para la entrega y ratificación del dictamen pericial es diligencia importante, puesto que no puede expedirse sentencia sin que esté ratificado el dictamen presentado por los peritos del juzgado.

La notificación permitirá al inculpado y a la parte civil asistir acompañados del perito designado por ellos y llevar preparado el interrogatorio para las preguntas y aclaraciones que absuelvan los peritos. El examen que practique el juez es obligatorio y personal.

La segunda parte consiste en las preguntas y aclaraciones que se soliciten a los peritos, que deberán absolver obligatoriamente.

La tercera parte es el debate contradictorio Art. 167 del C.P.P.

### **6.9. EL PERITO DE PARTE**

El procesado y la parte civil tienen derecho a designar a un técnico para que, participe en el proceso, asesorándolo en las diligencias que sea necesario, ejemplo: Inspección ocular, y entrega y ratificación del peritaje. Lo ayudará a formular las preguntas que convengan a la defensa. Art. 165 C.P

6.10. EJEMPLOS DEL DICTAMEN PERICIAL.



**COORDINACIÓN GENERAL DE  
SERVICIOS PERICIALES.  
LABORATORIO QUIMICO FORENSE.  
LLAMADO: Q-6311  
SECTOR: FISCALIA DESCONCENTRADA EN  
GUSTAVO A. MADERO.  
AV. PREVIA: FGAM / GAM-3 / T1 / 01594 /  
09-05.**

**IDENTIFICACION DE METABOLITOS  
PROVENIENTES DE DROGAS DE ABUSO.**

México, D. F., a 30 de mayo de 2009.

**LIC. LUZ GRACIANA HERNANDEZ GARCIA.**

AGENTE DEL M. P. ADSCRITO A LA  
COORDINACION TERRITORIAL GAM-3.  
Presente

Los que suscriben, peritos en materia de Química Forense, designados para intervenir con relación a la Averiguación previa arriba citada, ante usted rinden el siguiente:

**DICTAMEN**

Problema Planteado.- Determinar si en la muestra de **ORINA** perteneciente **AL C. JOSE VICTOR MENDOZA ROJAS**, se encuentran presentes metabolitos provenientes del consumo de **CANNABIS, ANFETAMINAS, BENZODIACEPINAS Y COCAINA**. Muestra remitida a las instalaciones del Laboratorio de Química Forense Q. José A. Escárcega Hernández, de fecha el día 29 de mayo de 2009, a las 23:25 hrs.

**METODOLOGIA**

Análisis Inmunoenzimático (EMIT).	XXX
-----------------------------------	-----

**RESULTADOS**

Para llevar a cabo el estudio, se utilizaron calibradores: **NEGATIVO, BAJO y MEDIO**, para los metabolitos correspondientes, obteniéndose resultados **NEGATIVO** para la presencia de metabolitos de **CANNABIS, ANFETAMINAS, BENZODIACEPINAS y COCAINA**.

Con base a lo antes expuesto se formula la siguiente:

**CONCLUSION**

UNICA.- En la muestra de (**ORINA**), perteneciente **AL C. JOSE VICTOR MENDOZA ROJAS**, **NO SE** identificó la presencia de metabolitos provenientes del consumo de: **CANNABIS, ANFETAMINAS, BENZODIACEPINAS y COCAINA**.

NOTA: El C. José Víctor Mendoza Rojas fue presentado a las instalaciones del Laboratorio por el Policía Judicial Marco Antonio Rodríguez Báez con número de Placa 2384.

**ATENTAMENTE  
LOS PERITOS**

**I.Q.I. JOSE A. ESCARCEGA HERNANDEZ.**

**Q. SILVINA BRAVO HERNANDEZ.**

Figura.6.1. Dictamen de identificación de metabolitos de drogas de abuso.PGJ, 2009.



**LIC. ALBERTO DAMIAN ORTEGA**  
 AGENTE DEL M.P. ADSCRITO A LA  
**GAM-2** AGENCIA INVESTIGADORA  
 P R E S E N T E

**COORDINACION GENERAL DE  
 SERVICIOS PERICIALES.  
 LABORATORIO QUIMICO FORENSE.  
 OFICIO: Q-8959  
 SECTOR: GUSTAVO A. MADERO  
 AV. PREVIA: FGAM/GAM-2T1/1853/09-07  
 ANALISIS QUIMICO.**

México, D. F., 01 DE AGOSTO del 2009.

Los que suscriben, peritos en materia de Química Forense, designados para intervenir con relación a la Averiguación previa arriba citada, ante usted rinden el siguiente:

**D I C T A M E N**

**Problema planteado.-** Determinar si el vegetal verde y seco contenido en bolsa de plástico transparente, corresponde a alguno de los estupefacientes o psicotrópicos de los considerados como tales en la Ley general de Salud.

Muestras remitidas al Laboratorio de Química por medio de Oficio de fecha 01 de agosto del 2009, y recibido en este laboratorio el 01 de agosto de 2009.

**M E T O D O L O G I A**

Con una muestra del vegetal cuestionado se llevó a cabo un análisis Microscópico en donde **SI SE** observaron los **tricomas** característicos de las hojas de **Cannabis sativa**.

Al aplicar las reacciones con desarrollo de color (Duquenois modificado y o-dianisidina) a un extracto de la muestra cuestionada, se obtuvieron resultados positivos para la identificación del principio activo de **Cannabis sativa**.

**PESAJES OBTENIDOS:**

Peso Bruto Recibido (Vegetal y bolsa)	Peso Neto Recibido (Vegetal)	Muestra tomada para el laboratorio	Peso Neto Entregado
3.70 gr. (tres punto setenta gramos)	1.80 g (uno punto ochenta gramos)	0.2g (cero punto dos gramos)	1.60g (uno punto sesenta gramos)

**C O N C L U S I O N**

**ÚNICA.-** El vegetal verde y seco descrito con anterioridad y motivo del presente dictamen, **SI** corresponde al genero **Cannabis sativa**., conocida comúnmente como marihuana, y considerado como **ESTUPEFACIENTE** por la Ley General de Salud en el artículo 234.

Nota 1: Se anexa al presente dictamen bolsa de plástico transparente y 1:60 g (uno punto sesenta gramos) de vegetal verde y seco motivo de estudio en el presente dictamen.

**A T E N T A M E N T E  
 LOS PERITOS**

**Q.F.B. CLAUDIA KORBER SOTO**

**Q.F.B. RICARDO TAVERA TORRES**

Figura.6.2. Dictamen de identificación y análisis drogas de abuso.PGJ, 2009.



Figura.6.3. Dictamen de identificación de drogas de abuso. PGJ, 2009.



COORDINACIÓN GENERAL DE  
SERVICIOS PERICIALES.  
LABORATORIO QUIMICO FORENSE.  
LLAMADO: Q - 6314  
SECTOR: FISCALIA DESCONCENTRADA  
EN COYOACAN.  
AV. PREVIA: COY-5 T1 / 1241 / 09-05  
**RODIZONATO DE SODIO**

México, D. F., 30 de mayo de 2009.

LIC. JUAN MANUEL URIBE UGALDE  
AGENTE DEL M. P. ADSCRITO A LA  
COORDINACION TERRITORIAL COY-5  
P R E S E N T E

Los que suscriben, peritos en materia de Química Forense, designados para intervenir con relación a la Averiguación previa arriba citada, ante usted rinden el siguiente:

**D I C T A M E N**

Problema Planteado.- Realizar el estudio químico correspondiente, que permita establecer si en las manos del C. JAIME DAVID LIRA LOPEZ, se encuentran presentes los elementos PLOMO y BARIO, elementos integrantes de los cartuchos.

**METODOLOGIA EMPLEADA**

- Reacción de Rodizonato de Sodio	XXX
-----------------------------------	-----

**RESULTADOS**

Mano derecha, en los 2/5 extremos de la región dorsal.	NEGATIVO
Mano derecha, en los 2/5 extremos de la región palmar.	NEGATIVO
Mano izquierda, en los 2/5 extremos de la región dorsal.	NEGATIVO
Mano izquierda, en los 2/5 extremos de la región palmar.	NEGATIVO

Día de los hechos: 29 de mayo de 2009, a las 00:35 hrs.
Toma de muestra : 30 de mayo de 2009, a las 00:35 hrs.
Muestra tomada por el perito: Emilio Gonzalez Saucedo.
Muestras recabadas en las instalaciones del Hospital del IMSS numero 2.

**Observaciones:**

Con base en los resultados obtenidos se formula la siguiente:

**C O N C L U S I O N**

UNICA.- NO SE identificaron los elementos PLOMO y BARIO, elementos integrantes de los cartuchos, en las zonas más frecuentes de maculación de ambas manos del C. JAIME DAVID LIRA LOPEZ.

**A T E N T A M E N T E**

**LOS PERITOS**

I.Q.I. JOSE A. ESCARCEGA HERNANDEZ

Q. SILVINA BRAVO HERNANDEZ.

Figura.6.4. Dictamen de identificación y análisis de residuos de arma de fuego.PGJ, 2009.



---

## **CONCLUSIONES.**

Se logró elaborar un manual acerca de la importancia que tiene el químico en la criminalística y de sus ramas como lo son la balística, la hematología y química legal, mediante la recopilación de textos y la investigación de técnicas y métodos de gran relevancia utilizadas en instituciones competentes en el marco legal y de justicia tales como son la PGJ-DF, PGR, SEMEFO y el FBI.

De esta manera, profesionistas de las áreas afines a la salud tienen la información y las bases fundamentales para su desarrollo en las ciencias forenses.

Por lo tanto, dicha recopilación bibliográfica es útil para generar un cierto interés y así en un futuro integrar nuevas alternativas que permitan ampliar el plan de estudios y de esta manera poder preparar profesionales a fines a las ciencias forenses.

Por tal virtud, la Criminalística es una ciencia natural multidisciplinaria que reúne conocimientos universales, sistemáticamente ordenados, verificables y falibles. Sus explicaciones son científicas y dentro de las genéticas, probabilísticas y deductivas, se apoya en éstas últimas aplicando premisas verdaderas obtenidas inductivamente para llegar a conclusiones verdaderas. En sus tareas va implícito el método analógico para las demostraciones científicas no experimentales y para otras especificaciones recurre al análisis y a la síntesis.

De esta manera y ante las necesidades que hoy en día concurren en nuestro país resulta fundamental que los profesionistas dedicados a las áreas a fines de la salud, se integren a este campo ya que resulta ser una herramienta más contribuir al desarrollo y seguridad de nuestro país mediante la utilización del método científico como base de la investigación criminalística.

---

## **GLOSARIO.**

**ABSORCIÓN- ELUCIÓN.** Técnica aplicada para determinar grupo sanguíneo (ABO) en manchas de sangre seca.

**Absorción-inhibición.** Técnica aplicada para determinar los secretores del grupo sanguíneo en fluidos biológicos y órganos.

**Aglutinógenos.** Producto del proceso de aglutinación antígeno-anticuerpo.

**Análisis por activación de neutrones.** Técnica que detecta el bario y el antimonio, elementos constitutivos del primer cartucho, mediante su activación en un reactor nuclear.

**Anticuerpo.** Sustancia producida en el cuerpo por la introducción de un antígeno, contra cuya acción reacciona específicamente.

**Antígeno.** Sustancia extraña que en el organismo estimula la formación de anticuerpos.

**Barberio.** Técnica cristalográfica que permite detectar la espermina del semen.

**Bencidina.** Sustancia utilizada para detectar la posible presencia de sangre.

**Cadena de Custodia.** Registro fiel del curso seguido de los indicios desde su descubrimiento hasta su resguardo final.

**Ciencias forenses.** Conjunto de disciplinas que auxilian a los órganos de justicia en la investigación de los delitos.

**Criminalística.** Ciencia que aplica el método y las técnicas de las ciencias naturales en la investigación de los delitos.

**Cromatografía.** Método físico-químico que permite separar los componentes de una mezcla.

**Comprobación experimental.** Diseño para comprobar empíricamente la hipótesis propuesta, mediante la manipulación y control de las variables.

**Electroforesis.** Técnica que permite separar determinados constituyentes de una solución coloidal sometidos a la acción de un campo eléctrico.

**Eritrocitos.** Corpúsculo ó glóbulo rojo de la sangre; hematíe.

**Espectro de absorción.** Imagen de una luz que ha pasado por varios medios gaseosos, los cuales han absorbido los rayos de que se compone su propio espectro.

---

Espectrofotometría. Determinación cualitativa de la materia que constituye una sustancia por medio de un espectrofotómetro.

Espectrofotometría de absorción atómica. Técnica analítica aplicada en criminalística para determinar la presencia de elementos como plomo, antimonio, etcétera.

Florence. Técnica que detecta la colina del semen, mediante la formación de cristales.

Fosfatasa ácida. Enzima componente del plasma seminal.

Fosfatasa alcalina. Enzima componente del plasma seminal.

Grupo ABO. Tipos en que se clasifica la sangre de los distintos individuos, en relación con las propiedades de aglutinación que se producen al mezclar estas con los antisueros específicos.

Grupos enzimáticos. Grupo de fermentos solubles de naturaleza compleja, que se forma y actúa en el organismo.

Hemoglobina. Sustancia contenida en los eritrocitos y que da el color rojo a la sangre.

Indicio. Material sensible significativo de un hecho delictuoso, que permite su reconstrucción así como la identificación de su(s) autor (es).

Inmunolectroforesis. Método de estudio de líquidos biológicos por la separación de las proteínas por electroforesis y precipitación por acción de inmunosueros.

Leucocitos. Glóbulos blancos de la sangre de acción fagocitaria.

Lugar de los hechos. Escena donde ha ocurrido un ilícito.

Luminol. Sustancia química para detectar restos de manchas sanguíneas no visibles al ojo humano, gracias a su luminiscencia.

Luminiscencia. Emisión de luz como resultado de una causa externa ó calor.

Método científico. Proceso lógico y ordenando que los estudiosos de la ciencia observan en el curso de sus investigaciones.

Precipitinas. Complejo resultado de la reacción antígeno-anticuerpo. Técnica aplicada para establecer la especie animal a que pertenece la sangre.

Sangre. Fluido rojo, espeso que circula por el sistema vascular sanguíneo. se compone de un plasma donde flotan glóbulos rojos ó hematíes, glóbulos blancos ó leucocitos y plaquetas.



---

Takayama. Técnica usada para identificar sangre, mediante la formación de cristales con derivados de la hemoglobina.

Teichman. Técnica usada para identificar sangre, mediante la formación de cristales derivados de la hemoglobina.

---

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

1. ÁNGEL VÉLEZ ÁNGEL, CRIMINALÍSTICA GENERAL, PAG 20, EDIT. TEMIS, MÉXICO, 1999.
2. BECERRA, JANER F. DICCIONARIO DE TERMINOLOGIA JURIDICA MEXICANA, ESCUELA LIBRE DE DERECHO, MEXICO, 1998.
3. BERNAL MORALES ERNESTO, DETECCIÓN DE METABOLITOS DE DROGAS DE ABUSO POR CROMATOGRAFÍA DE GASES ACOPLADO A ESPECTROMETRÍA DE MASAS. P.G.J. DEL ESTADO DE MÉXICO.1999.
4. BOORMAN KATHLEEN. BLOOD GROUP SEROLOGY, 5ª EDICIÓN, EDITORIAL CHURCHILL LIVINGSTONE, LONDRES, 1997.
5. CARO , PATRICIA. DROGAS DE ABUSO: GUIA TEÓRICA-PRÁCTICA PARA SU ESTUDIO. 1ª EDICION, EDICIONES LA ROCCA, BUENOS AIRES, 1997.
6. CARO , PATRICIA. MANUAL QUÍMICO FORENSE. 1ª EDICIÓN, EDICIONES LA ROCCA, BUENOS AIRES, 2004.
7. CIAPANNA, C DAIMON, TRUCOS Y TEORIAS ESPECIALES EN FOTOGRAFÍA, TRILLAS, MÉXICO, D.F, 1990.
8. CIBRIAN VIDRIO OCTAVIO. BALÍSTICA TÉCNICA Y FORENSE, EDITORIAL AGATA, MÉXICO, D.F, 1996.
9. CÓDIGO FEDERAL DE PROCEDIMIENTOS PENALES, 25ª EDICIÓN, EDITORIAL PORRÚA, MÉXICO, D.F, 1975.
10. CÓDIGO SANITARIO DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS, DIARIO OFICIAL, MÉXICO, D.F, 13 DE MARZO DE 1973.
11. CULLIFORD B. S. THE EXAMINATION AND TYPING OF BLOODSTAINS IN THE CRIME LABORATORY, LONDRES, 1971.
12. FBI. ANALYTICAL PROFILRS OF DRUG SUBSTANCES, ED. KLAUS FLOREY. ACADEMIC PRESS, SAN DIEGO, CALIFORNIA, 1984
13. FBI.ANALYTICAL TECHNIQUES (CAP. COLOUR TEST, H. M. STEVENS; CAP. THIN-LAYER CHROMATOGRAPHY, A. C. MOFFAT), SAN DIEGO, CALIFORNIA, 1984.
14. FOX, RICHARD. CRIME SCENE SEARCH AND PHYSICAL EVIDENCE HANDBOOK, SAN DIEGO, CALIFORNIA, 1973.

15. FRANCO DE AMBRIZ, MARTHA. HEMATOLOGÍA FORENSE Y OTRAS TÉCNICAS SEROLÓGICAS, EDITORIAL PORRÚA, MÉXICO, D.F, 1999.
16. GISBERT C, J, MEDICINA LEGAL Y TOXICOLOGÍA, 4ª EDICIÓN. EDICIONES CIENTÍFICAS Y TÉCNICAS, BARCELONA, 1992.
17. GISBERT, J, A. MEDICINA LEGAL Y TOXICOLOGÍA, 3RA EDICIÓN. MASSON BOYMA, MÉXICO, D.F, 1997.
18. GUNS, L. EL MUNDO DEL ARMA LIGERA, EDICIONES CONTRASTES S.A, BUENOS AIRES, 1998.
19. GUZMÁN A, CARLOS. MANUAL DE CRIMINALÍSTICA, EDITORIAL LA ROCCA, BUENOS AIRES, 1997.
20. HANDBOOK OF FORENSIC SERVICES.FORENSIC LABORATORY MANUAL OF THE FBI. SAN DIEGO, CALIFORNIA, 2003
21. HARRIS, RAYMOND. OUTLINE OF DEATH, CHARLES C. THOMAS PUBLISHER, CHICAGO, 1962.
22. HERRERA JOE FEDERICO. INVESTIGACIÓN DE HOMICIDIOS, SISTEMA NACIONAL DE SEGURIDAD PÚBLICA, MEXICO, 1999.
23. HINCAPIE ZULOAGA JOSE, BALÍSTICA AVANZADA, EDITORIAL LA ROCCA, BUENOS AIRES ,1997.
24. HUGHES, DANIEL. HOMICIDE INVESTIGATION TECHNIQUES, CHARLES C. THOMAS PUBLISHER, WHASHINTON, 1974.
25. HUNT, M. S. INVESTIGATION OF SEROLOGICAL EVIDENCE, CHARLES C. THOMAS PUBLISHER, WHASHINTON, 1984.
26. INACIPE. MANUAL PARA LA INVESTIGACIÓN DEL LUGAR DE LOS HECHOS, COLECCIÓN CRIMINALÍSTICA, MEXICO, D.F, 2004.
27. INACIPE.GUÍAS METODOLÓGICAS DE LAS ESPECIALIDADES PERICIALES, 1RA EDICIÓN, MÉXICO, D.F, 2007.
28. JAMES, H. S. INTERPRETATION OF BLOODSTAIN EVIDENCE AT CRIME SCENES, 5a EDITION, CRC PRESS, WHASHINTON 1999.
29. KIND S. S. METHODS IN FORENSIC SCIENCE, INTERSCIENCE PUBLISHER, ILLINOIS, 1964.
30. KIRK, P.L. CRIME INVESTIGATION, 2a EDITION, INTERSCIENCE PUBLISHER, ILLINOIS, 1960.
31. LANGFORD, M. FOTOGRAFÍA BÁSICA. EDITORIAL OMEGA, BARCELONA, 1991.
32. LOCARD EDMONT. TÉCNICAS PERICIALES, JOSE MONTESSO EDICIONES, BARCELONA, 1954.

33. MIDKIFF, C.R. DETECTION OF GUNSHOT RESIDUES, JOURNAL OF POLICE SCIENCE AND ADMINISTRATION, ILLINOIS, 1975.
34. MONTIEL SOSA JUVENTINO, MANUAL DE CRIMINALÍSTICA, LIMUSA, MÉXICO, D.F, 1993.
35. MORENO GONZÁLEZ L. RAFAEL. BALÍSTICA FORENSE. EDITORIAL PORRÚA, MÉXICO, D.F, 2001.
36. MORENO GONZÁLEZ L. RAFAEL. COMPENDIO DE CRIMINALÍSTICA, 8ª EDICIÓN. EDITORIAL PORRÚA, MÉXICO, D.F, 1997.
37. MORENO GONZÁLEZ L. RAFAEL. EL MÉTODO CIENTÍFICO Y LA INVESTIGACIÓN CRIMINALÍSTICA, 8ª EDICIÓN. EDITORIAL PORRÚA, MÉXICO,D.F, 1974.
38. MORENO GONZALEZ L. RAFAEL. LOS INDICIOS BIOLÓGICOS DEL DELITO, 2DA EDICIÓN, INACIPE, MÉXICO, D.F, 2007.
39. MORENO GONZALEZ L. RAFAEL. MANUAL DE INTRODUCCIÓN A LA CRIMINALÍSTICA EDITORIAL PORRÚA, MÉXICO, D.F, 1977.
40. PGJDF.MANUAL DE MÉTODOS Y TÉCNICAS EMPLEADAS EN SERVICIOS PERICIALES, SUBPROCURADURÍA DE AVERIGUACIONES PREVIAS, MÉXICO, D.F, 1996.
41. PGR. MANUAL DE SUSTANCIAS Y MEDICAMENTOS QUE CONTIENEN ESTUPEFACIENTES Y/O PSICOTRÓPICOS, DIRECCIÓN GENERAL DE SERVICIOS PERICIALES, MÉXICO, D.F, 1990.
42. RODRIGUEZ, ALFREDO, APUNTES DE CRIMINALÍSTICA, UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE CHIHUAHUA, 2008.
43. ROSTAND JEAN. INTRODUCCIÓN A LA HISTORIA DE LA BIOLOGÍA, EDITORIAL ARTEMISA, MEXICO, D.F, 1986.
44. SARFERSTEIN R. AN INTRODUCTION TO FORENSIC SCIENCE CRIMINALISTICS, NEW JERSEY, 1977.
45. SDNA. MANUAL DE NOCIONES DE BALÍSTICA FORENSE DN M2403, DIRECCIÓN GENERAL DE COMUNICACIÓN SOCIAL, ESTADO MAYOR DE LA DEFENSA NACIONAL, TALLERES GRÁFICOS, MEXICO,D.F, 2000.
46. SEFERESTEIN, RICHARD. CRIMINALISTIC AND INTRODUCTION TO FORENSIC SCIENCE, 5ª EDICION, ILLINOIS, 1995.
47. SHERFENSKI, J.H. ATOMIC ABSORTION NEWSLETTER, ILLINOIS, 1975.
48. SIADÉ B, GABRIEL. ESPECTROSCOPÍA EN EL INFRARROJO APLICADA A LA CRIMINALÍSTICA, PGJDF-DGSP, MÉXICO, D.F, 1999.

49. SODI, PALLARES ERNESTO, INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA DEL DELITO: MÉTODOS CRIMINALÍSTICOS, EDITORES MEXICANOS UNIDOS, MÉXICO, D.F, 1975
50. SPALDING R, P. TECHNICAL AND LEGAL ASPECTS OF FORENSIC SEROLOGY. A LABORATORY MANUAL, FBI LABORATORY, SAN DIEGO, CALIFORNIA, 1976.
51. TOCAVEN GARCIA ROBERTO. QUÍMICA LEGAL, PGJDF, INSTITUTO DE FORMACIÓN PROFESIONAL, MÉXICO, D.F, 1987.