



**UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA
DE MÉXICO**

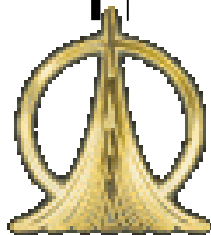
FACULTAD DE ESTUDIOS SUPERIORES
ZARAGOZA

**GUÍA PARA LA RÁPIDA IDENTIFICACIÓN
QUÍMICA DE INDICIOS RECOLECTADOS
EN EL LUGAR DE LOS HECHOS**

T E S I S

QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
QUÍMICO FARMACÉUTICO BIÓLOGO
P R E S E N T A :
VÍCTOR VIDAL HERNÁNDEZ RODRÍGUEZ

DIRECTOR: M. en C VALENTÍN ISLAS PÉREZ





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.

DEDICADO A

Dios por permitir realizar el sueño de titularme

Mi esposa Magda por su amor, su esfuerzo y su apoyo en cada momento de mi vida.

Mis hijas Cecilia y Laura por alentarme a ser mejor y ser el estímulo de mi vida día a día.

Mi mamá por trabajar arduamente para brindarme la oportunidad de estudiar una profesión, por su cariño y apoyo y enseñarme a ser una persona con valores y principios.

Mis hermanas: Guille (que siempre esta en mi corazón), Flor, Emma y Gabriela por su cariño, compañía y apoyo.

Mis sobrinos por la alegría que nos brindan en la vida.

AGRADECIMIENTOS

Al M. en C. Valentín Islas Pérez por el gran apoyo que me brindó para la realización de mi tesis, sus conocimientos y paciencia.

A mis sinodales; Q. Carlos Salvador Valadez Sánchez, Q.F.B. Gabriel Alejandro Romero Díaz, Q.F.B. Carina Gutiérrez Iglesias y Q.F.B. Enrique Escalera Zuñiga por su tiempo y aportaciones a mi trabajo.

A la UNAM por darme la oportunidad de pertenecer a ésta institución donde obtuve la mayoría de mis conocimientos de una manera integral, por permitirme disfrutar de sus servicios e instalaciones.

A los profesores de la carrera de Q.F.B. por sus enseñanzas.

A todos mis compañeros y amigos de la carrera.

ÍNDICE

1. RESUMEN.....	1
2. INTRODUCCIÓN.....	2
2.1 DELITOS Y TIPO DE INDICIOS.....	2
2.1.1 DELITOS.....	2
2.1.2 TIPO DE INDICIOS.....	4
2.2 GENERALIDADES DE LA CRIMINALÍSTICA.....	5
2.3 GENERALIDADES DE QUÍMICA LEGAL.....	7
2.4 IDENTIFICACIÓN QUÍMICA DE INDICIOS.....	9
3. MARCO TEÓRICO	10
3.1 BIOLÓGICOS.....	11
3.2 ORGÁNICOS.....	13
3.3 INORGÁNICOS.....	16
4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	17
5. OBJETIVOS.....	18
6. HIPÓTESIS.....	19
7. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN.....	20
7.1 TIPO DE ESTUDIO.....	20
7.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN.....	20
8. METODOLOGÍA.....	21
8.1 DIAGRAMA DE FLUJO.....	22
9. RESULTADOS.....	23
9.1 BIOLÓGICOS.....	24
9.1.1 SANGRE.....	24
9.1.2 SEMEN.....	25
9.1.3 SALIVA.....	26
9.1.4 ORINA.....	27
9.1.5 PELOS.....	28
9.2 ORGÁNICOS.....	29
9.2.1 DROGAS.....	29
9.2.2 SUELOS.....	35
9.2.3 VENENOS.....	36
9.2.4 TÓXICOS.....	39

9.2.5	PINTURAS.....	42
9.2.6	TINTAS.....	43
9.2.7	FIBRAS.....	44
9.2.8	VEGETALES.....	49
9.2.9	EXPLOSIVOS.....	50
9.3	INORGÁNICOS.....	52
9.3.1	PLÁSTICOS.....	52
9.3.2	CRISTALES.....	54
10.	ANÁLISIS DE RESULTADOS.....	55
11.	CONCLUSIONES.....	56
12.	BIBLIOGRAFÍA.....	57
13.	ANEXOS.....	61
13.1	IMÁGENES DE VEGETALES.....	61
13.2	GLOSARIO.....	65

1. RESUMEN

El presente trabajo propone el diseño de un esquema analítico para la rápida identificación química de un indicio encontrado en el lugar donde presuntamente se cometió un ilícito, y de esta manera contribuir de manera científica a aportar los elementos para el esclarecimiento del mismo.

El esquema consiste en una serie secuenciada de determinaciones y/o pruebas específicas para identificar sustancias químicas relevantes en química legal de tal manera que no se realicen pruebas innecesarias que impliquen un costo excesivo y mayor tiempo.

El primer grupo de determinaciones propuestas se basa en las propiedades físicas de la sustancia a identificar: estado físico, análisis macroscópico y microscópico, color, olor, homogeneidad, punto de fusión, punto de sublimación, punto de ebullición, punto de congelación, densidad específica, índice de refracción y rotación óptica. Esta primera fase nos proporcionará datos que al cotejarlos contra la información bibliográfica serán suficientes para la identificación de algunas sustancias.

El segundo grupo de determinaciones propuestas, cuando las propiedades físicas no sean suficientes para la identificación de la sustancia problema, consistirá en la identificación de las características químicas de la sustancia a identificar por medio de los métodos siguientes: solubilidad, residuo de ignición e identificación de grupos funcionales (pruebas de clasificación).

El tercer y último grupo de determinaciones propuestas implica la utilización de métodos que permiten la identificación final de la sustancia problema, y en algunos casos su cuantificación ya que son métodos muy precisos en los cuales la comparación se realiza contra estándares. Las determinaciones en que se basa esta fase son: métodos espectroscópicos (infrarrojo, ultravioleta, resonancia magnética nuclear y de masas), métodos cromatográficos (TLC, GC, HPLC) y métodos inmunológicos (EMIT y RIA).

2. INTRODUCCIÓN

2.1 Delitos y Tipo de Indicios

2.2 Generalidades de la Criminalística

2.3 Generalidades de Química Legal

2.4 Identificación Química de indicios

2.1 Delitos y Tipo de indicios

2.1.1 Delitos

Delito es el acto u omisión que sancionan las leyes penales.¹

Los delitos pueden ser realizados por acción y por omisión.

En los delitos de resultado material, también será atribuible el resultado típico producido al que omite impedirlo, si tenía el deber jurídico de evitarlo. En estos casos se estimará que el resultado es consecuencia de una conducta omisiva, cuando se acredite que el que omite impedirlo tenía el deber de actuar para ello, derivado de la ley, de un contrato o de su actuar precedente.

Los delitos pueden ser:

Dolosos; El delito es doloso cuando se obra conociendo los elementos del tipo penal o previendo como posible el resultado típico queriendo o aceptando la realización del hecho descrito por la ley.

Culposos; El delito es culposo cuando se produce un resultado típico que no se previó siendo previsible o confiando en que no se produciría, en virtud de la violación a un deber de cuidado, que debía y podía observarse según las circunstancias y condiciones personales.

Instantáneos; Es instantáneo, cuando la consumación se agota en el mismo momento en que se han realizado todos sus elementos constitutivos.

Permanentes; Es permanente, cuando la consumación se prolonga en el tiempo.

Continuados; Es continuado, cuando existe unidad de propósito delictivo, pluralidad de conductas e identidad de sujeto pasivo y se viola el mismo precepto legal.²

La prueba pericial es, el medio de convicción que se obtiene por medio de los conocimientos de un profesional, técnico, entendido o artista de algún área del conocimiento.

Es por ello que la prueba pericial, es la que se lleva mediante el dictamen de peritos conocedores en la materia de que se trate, y surge en un proceso, cuando la apreciación de un hecho requiere de parte del observador una preparación especial obtenida por el estudio científico de la materia a que se refiere, o simplemente, por la experiencia personal que proporciona el ejercicio de una profesión, arte u oficio; es importante señalar que algunos autores consideran que la prueba pericial, es una forma de asistencia intelectual prestada al juez en la inspección o más frecuentemente, en la valoración de las pruebas y de la controversia misma.

La prueba pericial sólo se admite cuando es necesario contar con conocimientos especiales de alguna ciencia, arte, técnica, oficio o industria, por lo que la prueba pericial que se ofrezca sobre conocimientos generales, con los que la ley presupone debe contar el juez y que se deduzca del propio expediente o que se refiera a simples operaciones aritméticas o similares, debe desecharse de oficio.

Por tal razón la Suprema Corte de Justicia de la Nación, señala que la finalidad del dictamen pericial, al que se conoce como peritaje, es ayudar al Juez o Magistrado que conozca del asunto, a orientar su criterio respecto de algunos datos aportados por las partes, que requieren de conocimientos especiales.

De lo expuesto podemos deducir que la definición de la prueba pericial, es el dictamen de las personas versadas en una ciencia, arte, u oficio, con el objeto de ilustrar a los tribunales sobre un hecho cuya existencia no puede ser demostrada ni apreciada, sino por medio de conocimientos científicos o técnicos, o bien un medio para descubrir la verdad de un hecho, y la forma especial de su demostración deducida de los fenómenos visibles de él o de sus efectos.³

2.1.2 Tipo de indicios

Indicio es una acción o señal que da a conocer algo oculto.

El Código Penal, establece como indicio cualquier vestigio o prueba material de la perpetración de un delito.⁴

Su estudio establece:

- La identificación del o los autores.
- Las pruebas de la comisión de un hecho.
- La reconstrucción del mecanismo del hecho.

Clasificación⁵

Según su naturaleza:

- a) orgánicos
- b) inorgánicos

Indicios determinantes: Donde son todos aquellos cuya naturaleza física no requieren de un análisis completo de su composición y estructura.

Indicios indeterminantes: Son aquellos cuya estructura física requieren de su análisis completo, a efecto de conocer su composición y estructura.

Por su relación con los hechos:

- a) Asociativos: Porque presentan o están estrechamente relacionados con el hecho.
- b) No asociativos: Se localizan pero no se relacionan.

Los indicios son el resultado de una conducta antisocial y se encontrarán en el lugar donde se realizó la conducta.

Los indicios que podemos encontrar en el escenario del delito son diversos: huellas (dactilares, pisadas, mordeduras, rasguños, impresiones de vehículos, impresiones de herramientas, etc.), objetos (instrumentos, armas, proyectiles, casquillos, documentos, cristales, pastillas, cigarrillos, etc.), manchas (sangre,

semen, orina, obstétricas, fecales, etc.), pelos, fibras, polvos, líquidos, abrasivos, pegamentos, químicos desconocidos, etc.

La criminalística es parte fundamental de las ciencias forenses, debido a que es la encargada de la recolección, evaluación en laboratorio e interpretación de las evidencias físicas que se presentan en un crimen o incidente sospechoso.

Una gran parte de evidencia material es sometida al laboratorio criminalístico para evaluación como parte de la investigación en un proceso judicial, el testimonio en la corte es además otra de las labores cruciales de los profesionales en criminalística, debido a que en algunas ocasiones es necesario presentar un testimonio con bases científicas donde se presentan detalles del procedimiento experimental, datos estadísticos, y elementos técnicos que ayuden a llegar a conclusiones.⁶

2.2 Generalidades de la Criminalística

Hans Gross fue el primero en emplear el término criminalística en su libro sobre los conocimientos científicos y técnicos en la investigación criminal.⁷

El maestro Quiroz Cuarón menciona que la criminalística actúa a través de un conjunto muy variado y rico de técnicas tendientes a establecer la verdad para servir a la justicia.

La criminalística indaga, busca, descubre, localiza, fija, interpreta e individualiza objetivamente los indicios para encontrar al delincuente y llevarlo ante su juez con los elementos de convicción, o tan importante como lo anterior, liberar al inocente.⁷

Así para Moreno González, por ejemplo, la criminalística "es la disciplina que aplica fundamentalmente los conocimientos, métodos y técnicas de investigación de las ciencias naturales en el examen del material sensible significativo relacionado con un presunto hecho delictuoso con el fin de determinar en auxilio de los órganos encargados de administrar justicia, su existencia o bien reconstruirlo, o bien señalar y precisar la intervención de uno o varios sujetos en el mismo".⁸

Para el tratadista López Rey la criminalística "es la ciencia auxiliar del Derecho Penal que se ocupa del descubrimiento y comprobación del delito y sus responsables.

Montiel Sosa, después de exponer múltiples conceptos de la criminalística, da el suyo en los siguientes términos: "La criminalística es una ciencia penal auxiliar que mediante la aplicación de sus conocimientos, metodología y tecnología, al estudio de las evidencias materiales, descubre y verifica científicamente la existencia de un hecho presuntamente delictuoso y al o a los responsables aportando las pruebas a los órganos que procuran y administran justicia".⁹

La criminalística emplea el método científico deductivo. De este modo, a partir de una verdad general se llega al conocimiento de una verdad particular.

Para ello, la criminalística se basa en cuatro principios básicos:

- a) Principio de Intercambio. El principio de intercambio fue formulado por el investigador Frances Locard y señala que en la comisión de un delito el autor deja indicios de su parte y, a la vez, arrastra otros que provienen del lugar de los hechos.
- b) Principio de correspondencia. El principio de correspondencia de características hace posible establecer, después de un cuidadoso cotejo, que dos impresiones dactilares corresponden a la misma persona o que dos proyectiles fueron disparados por la misma arma.
- c) Principio de reconstrucción de fenómenos o hechos. El principio de reconstrucción de fenómenos o hechos permite deducir que los indicios recogidos en la escena de hecho, de que forma ocurrió éste.
- d) Principio de probabilidad. El principio de probabilidad permite deducir la probabilidad o imposibilidad de un fenómeno con base en el número de características verificadas durante el cotejo. Consiste en la recolección de datos y el análisis sistemático de los mismos.

La criminalística se encarga del estudio de las evidencias materiales o indicios que se utilizan y que se producen en la comisión de hechos. Este estudio debe realizarse en el lugar de los hechos y en el laboratorio.

- Investigar técnicamente y demostrar científicamente la existencia de un hecho en particular probablemente delictuoso.
- Determinar los fenómenos y reconstruir el mecanismo del hecho, señalando los instrumentos u objetos de ejecución, sus

manifestaciones y las maniobras que se pusieron en juego para realizarlo.

- Aportar evidencias o conclusiones técnicas o sistemas para la identificación del o los presuntos autores.
- Aportar las pruebas para demostrar el grado de participación del o los presuntos autores y demás involucrados.

El objetivo primordial de la criminalística es auxiliar con los resultados de la aplicación científica de sus conocimientos, metodología y tecnología a los órganos que procuran y administran la justicia, con la finalidad de conocer la verdad de los hechos.⁹

2.3 Generalidades de Química Legal

La química legal es una rama de la química que pertenece a las ciencias forenses y se encarga de analizar la evidencia que se obtiene de una escena de crimen, aplicando principios, técnicas y métodos de ciencias naturales.

El objetivo de la química legal es el de identificar y caracterizar la evidencia como parte del proceso para resolver un crimen.¹⁰

Características del trabajo en química legal:

- Esta regida por códigos y leyes
- Muestras escasas y/o contaminadas.
- Tiempo limitado de análisis

Los peritos químicos son requeridos para participar en diferentes situaciones durante un proceso legal. Su presencia es indispensable en las especialidades que se mencionan a continuación:

En Balística: ¹¹

- **Prueba de Walker:** Sirve para determinar si el disparo por arma de fuego se hizo a corta o larga distancia. Detecta la presencia de nitritos (elementos componentes de la pólvora deflagrada) con el reactivo de Griess, esta prueba se realiza únicamente en ropas o prendas.

- **Prueba de Rodizonato de Sodio:** Se practica con el fin de conocer si un individuo realizó un disparo con un arma de fuego. Esta técnica se basa en la detección química colorimétrica al reaccionar una solución acuosa al 1% de Rodizonato de Sodio con bario y plomo, Es recomendable realizar la prueba dentro de las primeras horas de la investigación.
- **Prueba del Espectrofotómetro de Absorción Atómica:** Determina cuantitativamente la existencia de los elementos: plomo, bario y antimonio, productos residuales de la deflagración del fulminante, en las manos de una persona que se presume realizó disparos con arma de fuego.¹²
- **Prueba de Lunge:** Da a conocer si un arma fue disparada con anterioridad. Cabe señalar, que en ningún momento, se podrá conocer el número de veces que ha sido accionada, ni tampoco el tiempo que ha transcurrido desde que se disparó.

En Hematología: ⁵

- Nos auxilia indicándonos si una mancha es de sangre. Nos permite conocer si la sangre encontrada es de origen humano o animal. En sangre humana, se puede determinar el grupo sanguíneo, el factor Rh, el sexo del individuo, la presencia de SIDA, etcétera.

En Genética: ⁵

- Auxilia para obtener la huella genética de un individuo basada en el análisis de saliva, sangre, bulbo piloso, células espermáticas, etcétera.

En Toxicología: ¹³

- Realiza estudios en sangre, orina, contenidos gástricos y otras sustancias con el fin de encontrar restos de anfetaminas, metanfetaminas, barbitúricos, benzodiacepinas, cocaína, cannabinoides, metadona, opiáceos, alcohol, venenos o cualquier otra sustancia.

En incendios y explosivos: ¹⁴

- Distingue la composición de un explosivo, la existencia de solventes en el lugar de los hechos y el contenido en los depósitos, etcétera.

2.4 Identificación Química de Indicios

La identificación química de los indicios está basada en las características físicas y químicas de la sustancia a identificar.

Las pruebas realizadas en el laboratorio inician con un análisis macroscópico que nos permitirá establecer el estado físico de la muestra a evaluar, su color y olor, el material de que está formado, si es un material homogéneo o es una mezcla.¹⁵

En el caso de que la muestra sea sólida y por simple vista no sea posible determinar su identidad, se realiza un análisis microscópico para observar a detalle sus características.

Posterior a esto se continúa con determinaciones más específicas como:

Punto de fusión, solubilidad, reacción a la flama, análisis de los elementos (N, S, Cl., Vd., I), pruebas de clasificación y datos de espectros.

En el caso de que la muestra sea líquida se determina:

Punto de ebullición, punto de congelación, densidad específica, índice de refracción, rotación óptica, pruebas de clasificación y datos de espectro.¹⁶

En una muestra de material desconocido las anteriores son pruebas a realizar para determinar su identidad, el presente trabajo guiará claramente al personal del laboratorio a realizar solo las pruebas necesarias para identificar el indicio de una manera ágil ya que incluirá las rutas directas para identificación de materiales significativos en criminalística.¹⁷

3. MARCO TEÓRICO

En la actualidad la química es una ciencia que apoya a la criminalística para el estudio de eventos que ya ocurrieron. Principalmente en el estudio de evidencias físicas, que pueden proporcionar datos sobre como se llevo a cabo un delito y quien ó quienes estuvieron involucrados (víctima-victimario) al realizar la investigación en el lugar de los hechos.

Posterior a la investigación en el lugar de los hechos se realiza uno de los procesos más importantes en el curso de una investigación y es la recolección y embalaje para la preservación de la evidencia.

El análisis de laboratorio tiene como objeto la identificación del indicio, su naturaleza y la cantidad encontrada, al tener este dictamen del laboratorio existe un proceso de análisis e interpretación y que determina si la evidencia esta asociada o no, al ilícito cometido.

La química legal aplica técnicas y métodos para determinar que y cuanto de una sustancia existe en una muestra, además es muy importante para el dictamen determinar la naturaleza original de la muestra y si fue trasladada de un lugar a otro.¹⁸

Los métodos analíticos utilizados en la actualidad se basan en función de la naturaleza de la muestra: ¹⁹

3.1 Biológicos

3.2 Orgánicos

3.3 Inorgánicos

3.1 Biológicos

Ante la sospecha de algún indicio de naturaleza biológica como sangre, semen y saliva (en forma líquida o seca, animal o humana), presente en alguna de sus formas, sugiere la relación de una ofensa o personas involucradas en un crimen. Esta categoría incluye sangre o semen secos sobre estructuras u objetos, como también colillas de cigarro o vasos de vidrio los cuales pueden contener residuos de saliva.

Estas sustancias son sujetas a análisis bioquímicos y serológicos para determinar su identidad y posible origen.¹⁰

3.1.1 Sangre

La presencia de sangre es frecuente en crímenes donde existe agresión por golpes, armas punzo cortantes o armas de fuego, este es un indicio en el cual es posible la caracterización de la clase, primero se determina si es de humano o de animal, después el tipo al cual pertenece y el factor por métodos serológicos. Se puede determinar además por medio del análisis de DNA por comparación a quien pertenece la sangre encontrada.

Estos datos contribuyen de manera fundamental en la resolución de crímenes.

Las determinaciones para la identificación son:²⁰

- Microscopía
- Reacciones presuntivas
- Fluorescencia
- Espectrofotometría visible
- Cromatografía capa fina, papel, columna
- Electroforesis e Inmunolectroforésis
- Inmunodifusión
- Aglutinógenos del sistema ABO
- Técnica de Absorción-Elución

3.1.2 Semen

El análisis de semen es fundamental para la investigación en casos de ataque sexual, se realiza en muestras tomadas de la víctima así como manchas encontradas en el lugar de los hechos, se realiza primero la identificación del semen, posteriormente por métodos serológicos el tipo ABO, y por

comparación de ADN es posible determinar a que persona pertenece la muestra encontrada.

Las determinaciones para la identificación son:²¹

- Microscopía
- Reacciones presuntivas
- Fluorescencia
- Cromatografía en capa fina
- Inmunoensayo
- Espectrofotometría de absorción atómica
- Inmunodifusión
- Electrofóresis e Inmunolectroforésis
- Técnica de Absorción-Elución
- Aglutinógenos del sistema ABO
- Análisis de ADN

3.1.3 Saliva

El análisis de saliva se realiza para determinar la identidad de una persona que estuvo en el lugar de un crimen, las muestras son obtenidas de vasos, colillas de cigarro, o mordeduras encontradas en el lugar de los hechos, se realiza primero la identificación de la saliva, posteriormente por métodos serológicos el tipo ABO y el sexo de la persona y por comparación de DNA es posible determinar a que persona pertenece la muestra encontrada.

Las determinaciones para la identificación son:⁵

- Microscopía
- Reacciones presuntivas
- Fluorescencia
- Tinción de masas de Barr y corpúsculo "Y"
- Aglutinógenos del sistema ABO
- Análisis de ADN

3.2 Orgánicos ¹⁰

3.2.1 Drogas

Cualquier sustancia que se encuentre en el lugar de los hechos y que viole la ley que regula la venta, manufactura, distribución y uso de drogas.²²

Las determinaciones para la identificación son:

- Microscopía
- Reacciones presuntivas
 - a) Reactivo de Marquis.- Usualmente cambia a violeta en presencia de alcaloides, tales como heroína, morfina y codeína. Las anfetaminas, tales como dextroanfetamina y metanfetamina, cambia el reactivo de Marquis a rojo-marrón.
 - b) Tiocianato de Cobalto.- Para alcaloides de la coca, cocaína en particular, se colorea azul un precipitado floculado.
 - c) P-Dimetilaminobenzaldehído (p-DMAB).- Forma un color azul con LSD.
 - d) Prueba de Duquenois.- Forma un color púrpura con marihuana.
 - e) Prueba de Dille-Koppanyi (acetato de cobalto e isopropilamina).- Para barbitúricos se forma un color rojo-violáceo para ácido barbitúrico y sus derivados, por ejemplo fenobarbital, secobarbital, amobarbital y pentobarbital.
 - f) Reactivo de Mecke's (ácido selénico en ácido sulfúrico).- Una alternativa para los alcaloides de opio que dan una secuencia de color diferente para cada alcaloide como verde para codeína.
- Espectrofotometría.- Visible, Ultravioleta e Infrarroja
- Cromatografía.- Capa fina, Gases, Líquidos de alta resolución(HPLC)
- Inmunológicos.- Radioinmunoensayo, Fluoroinmunoensayo e Inmunoensayo enzimático
- Espectrometría de masas

3.2.2 Suelos

Algunos elementos que contienen el suelo o los minerales, podrían ligar a una persona u objeto a una localización particular, estos elementos se pueden transportar en los zapatos, en la ropa y en objetos.

Las determinaciones para la identificación son:

- Microscopía.- Luz polarizada

- pH
- Determinación de humedad
- Rayos X Difractometría

3.2.3 Venenos

En casos de homicidios o suicidios es posible encontrar sustancias tóxicas y venenos en el lugar de los hechos.

Las determinaciones para la identificación son:

- Espectrofotometría.- Visible, Ultravioleta e Infrarroja
- Cromatografía.- Capa fina, Gases, Líquidos de alta resolución

3.2.4 Tóxicos

En casos de intoxicaciones, intoxicaciones masivas o suicidios es posible encontrar sustancias tóxicas en el lugar de los hechos.

Las determinaciones para la identificación son:

- Espectrofotometría.- Visible, Ultravioleta e Infrarroja
- Cromatografía.- Capa fina, Gases, Líquidos de alta resolución

3.2.5 Pinturas ²³

Cualquier pintura líquida o seca, se pudo haber transferido de la superficie de un objeto a otro durante la comisión de un crimen, un ejemplo común de este caso es la transmisión de pintura de un vehículo a otro durante una colisión automovilística.

Las determinaciones para la identificación son:

- Microscopía.- Luz polarizada
- Espectrofotometría.- Infrarroja y Emisión atómica
- Cromatografía.- Líquidos de alta resolución

3.2.6 Tintas

Documentos en los cuales se sospecha su autenticidad y que pueden estar relacionados con la comisión de un ilícito, son sujetos a análisis y el estudio de la tinta es fundamental para verificar la autenticidad.

Las determinaciones para la identificación son:

- Microscopía.- Visible

- Espectrofotometría.- Visible y Ultravioleta
- Cromatografía.- Capa fina

3.2.7 Fibras ²⁴

Cualquier fibra natural o sintética, puede transferirse y ser útil en establecer una relación entre los objetos y/o las personas.

Las determinaciones para la identificación son:

- Microscopía.- Visible y Luz polarizada
- Espectrofotometría.- Visible e Infrarroja

3.2.8 Vegetales

Cualquier planta o derivado (fruto, hoja o raíz) que se encuentre en el lugar de los hechos y que viole la ley que regula la venta, manufactura, distribución y uso de drogas.

Las determinaciones para la identificación son:

- Microscopía.- Visible

3.2.9 Explosivos ²⁵

Cualquier explosivo, derivado o residuo que se encuentre en el lugar de los hechos y que viole la ley que regula el uso de explosivos.

- Reacciones colorimétricas
- Espectrofotometría.- Visible e Infrarroja
- Cromatografía.- HPLC, Gases acoplada a masas
- Métodos Inmunoquímicos.- Elisa, Biosensor fibra óptica, Inmunosensor de flujo continuo.
- Espectrometría de masas inducida por plasma

3.3 Inorgánicos¹⁰

3.3.1 Plásticos

Una bolsa de polietileno puede ser una evidencia en un caso de homicidio o bien en uno de droga. Las determinaciones se conducen para asociar una bolsa a otra similar en posesión de un sospechoso.

Las determinaciones para la identificación son:

- Espectrofotometría.- Infrarroja

3.3.2 Cristales²⁴

Cualquier partícula o fragmento de cristal que se pudo haber transferido a una persona o a un objeto implicado en un crimen, algún cristal que contiene los agujeros hechos por una bala u otro proyectil se incluye en esta categoría.

Las determinaciones para la identificación son:

- Microscopía.- Luz polarizada
- Rayos X Difractometría.

En la actualidad no existe una guía específica que lleve a la identificación química de una sustancia desconocida, los análisis que se realizan se determinan por los siguientes factores:

Tipo de indicio; Estado físico, Complejidad, Calidad

Objetivo del Análisis; Cualitativo ó Cuantitativo

Disponibilidad de tiempo para el Análisis

Instrumentos Disponibles; Especificidad, Sensibilidad.

4. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Aunque en el campo de la química existen las técnicas para la determinación de materiales desconocidos, la información se encuentra dispersa y generalmente no está disponible en el corto plazo cuando esta se necesita, generando retrasos y/o problemas para la determinación química en el ámbito forense, en donde generalmente el químico debe sujetarse a los términos y plazos establecidos por la ley en cuestión. Lo anterior implica la ausencia de una estrategia analítica clara, sencilla y fácil de ejecutar en los laboratorios forenses para la caracterización química presuntiva de indicios. Este proyecto implica una revisión, selección y concentración de información en este tema con la finalidad de difundirlo.

5. OBJETIVOS

5.1. Objetivo central:

- 5.1.1. Elaborar un manual para la determinación química con el fundamento y la metodología que permita la rápida identificación de un indicio.

5.2. Objetivos secundarios:

- 5.2.1. Establecer las propiedades químicas, fisicoquímicas y/o biológicas más importantes de los materiales o sustancias más comunes para su aplicación en el campo forense.
- 5.2.2. Analizar los diferentes métodos para identificación química de indicios.
- 5.2.3. Establecer las pruebas químicas, fisicoquímicas y/o biológicas más importantes para aplicarlas en el estudio de los indicios.
- 5.2.4. Realizar las vinculaciones necesarias entre líneas de identificación que sean complementarias en indicios que así lo requieran para su identificación.

6. HIPÓTESIS

Al tener claramente definidas todas las pruebas químicas, físicas, fisicoquímicas, biológicas y bioquímicas a realizar para la identificación de un indicio en una guía rápida, el profesional químico involucrado con la identificación de indicios con fines legales, obtendrá resultados contundentes y confiables en menor tiempo y reduciendo costos.

7. DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

El presente estudio se llevó a cabo en la FES Zaragoza

7.1 TIPO DE ESTUDIO

Prospectivo, descriptivo, transversal y observacional.

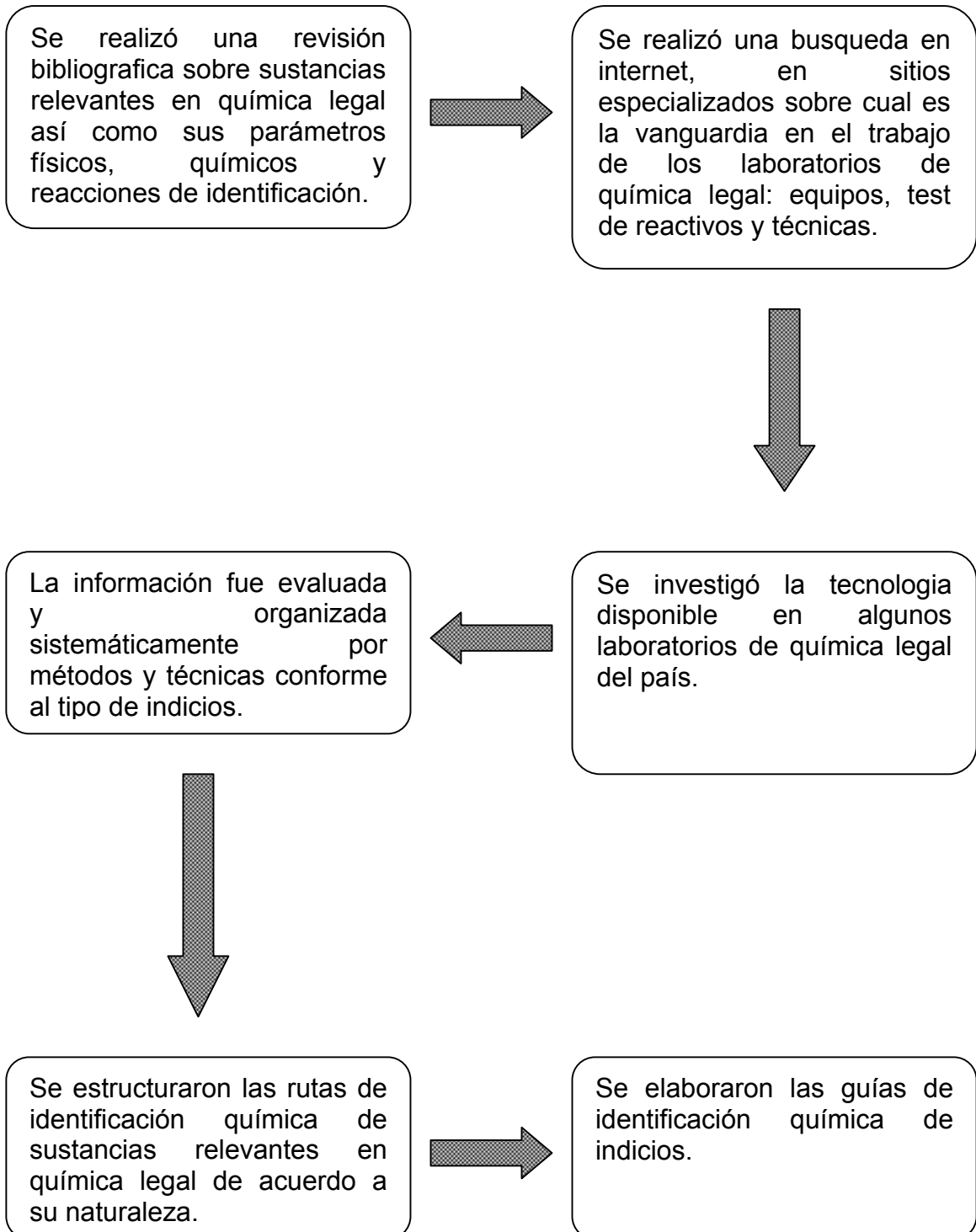
7.2 CRITERIOS DE INCLUSIÓN

Determinaciones Químicas que se realizan en los Laboratorios de Criminalística sobre indicios recolectados en el lugar de los hechos o decomisados a la víctima o victimario.

8. METODOLOGÍA

1. Se realizó una revisión bibliográfica sobre sustancias relevantes en química legal así como sus parámetros físicos, químicos y reacciones de identificación.
2. Se revisó en internet, en sitios especializados sobre cuál es la vanguardia en el trabajo de los laboratorios de química legal: equipos, test de reactivos y técnicas.
3. Se investigó la tecnología disponible en algunos laboratorios de química forense del país.
4. La información fue evaluada y organizada sistemáticamente por métodos y técnicas conforme al tipo de indicios.
5. Se estructuraron las rutas de identificación química de sustancias relevantes en química legal de acuerdo a su naturaleza.
6. Se elaboraron las guías de identificación química de indicios.

8.1 DIAGRAMA DE FLUJO



9. RESULTADOS

Una vez revisada y analizada la información conforme a su pertinencia, vigencia y calidad de la misma, se procedió a seleccionar aquellos materiales de interés forense y se elaboraron guías analíticas que se describen a continuación.

A cada uno de los indicios realizar un examen preliminar:

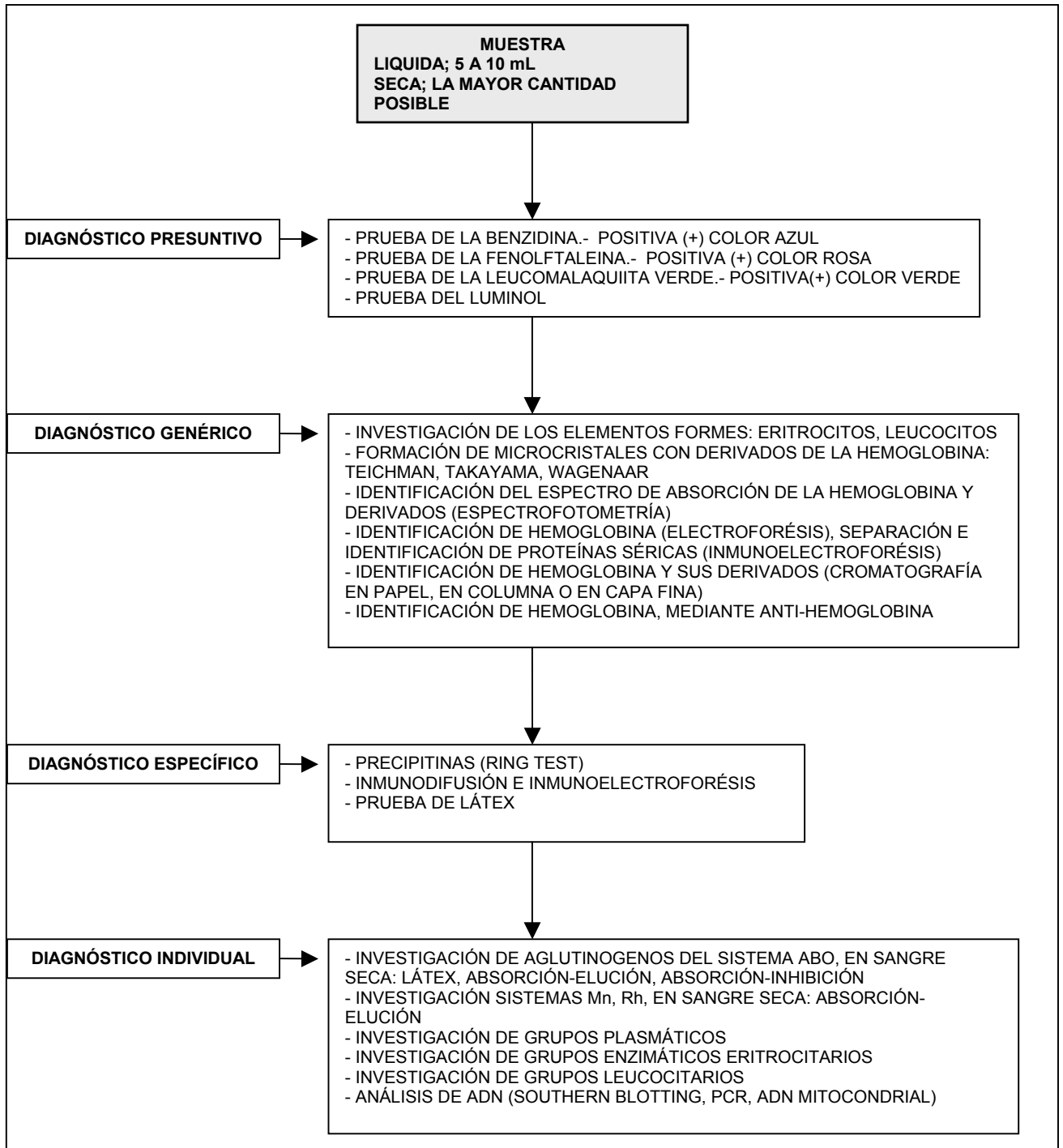
- Observación macroscópica de la muestra
- Estado físico
- Características generales: color, olor, textura, tamaño
- Características específicas: material homogéneo, mezcla.

Se desarrolla a continuación un esquema de identificación específico para los indicios de acuerdo a la clasificación propuesta.

9.1 BIOLÓGICOS ⁵

9.1.1 SANGRE

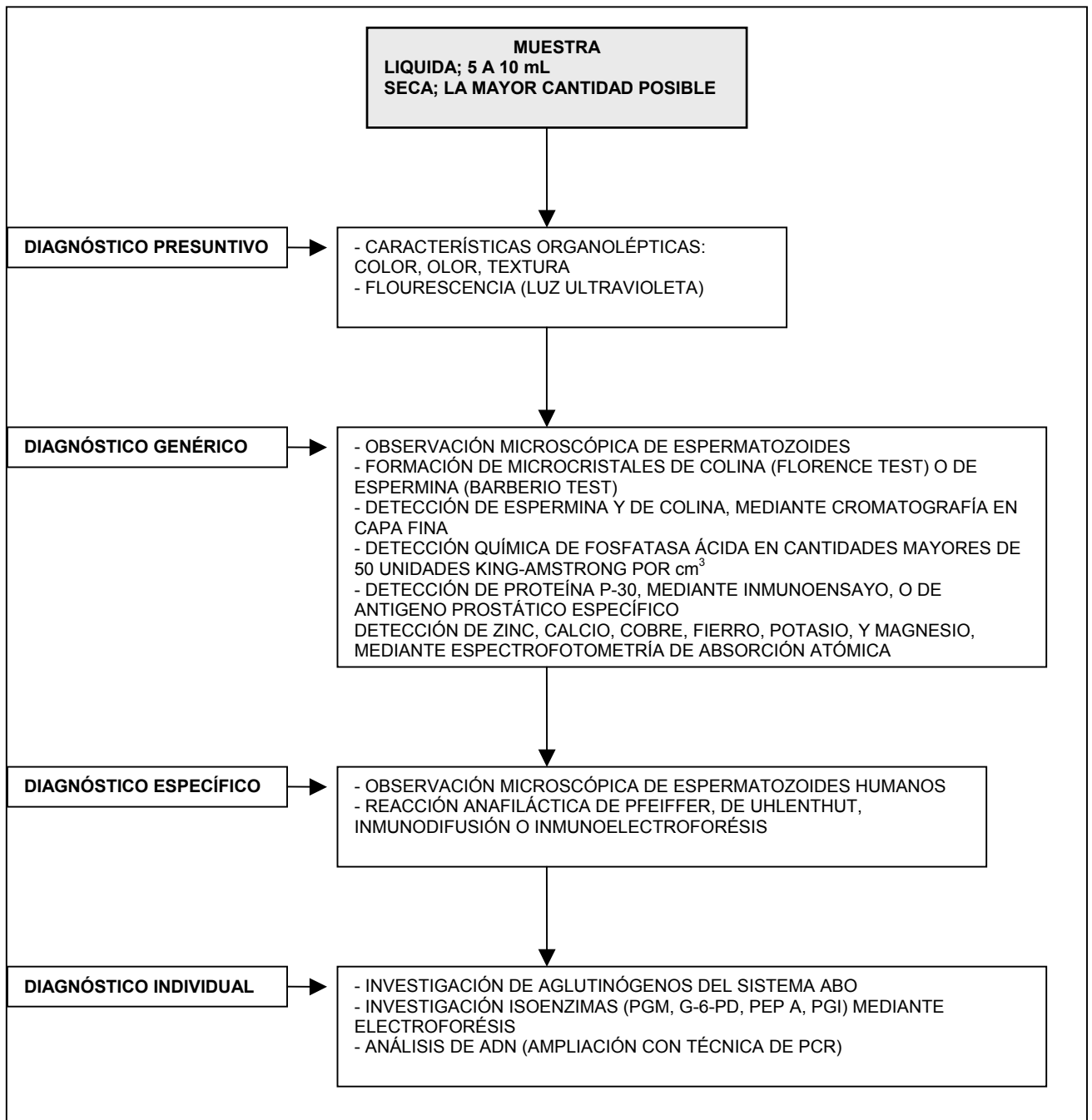
El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones que primero permiten identificar que la muestra es sangre; si es de humano o animal; caracterizar el grupo sanguíneo, factor Rh y como último el análisis de ADN que permite identificar a la persona que pertenece la muestra (esquema 1).



Esquema 1.

9.1.2 SEMEN

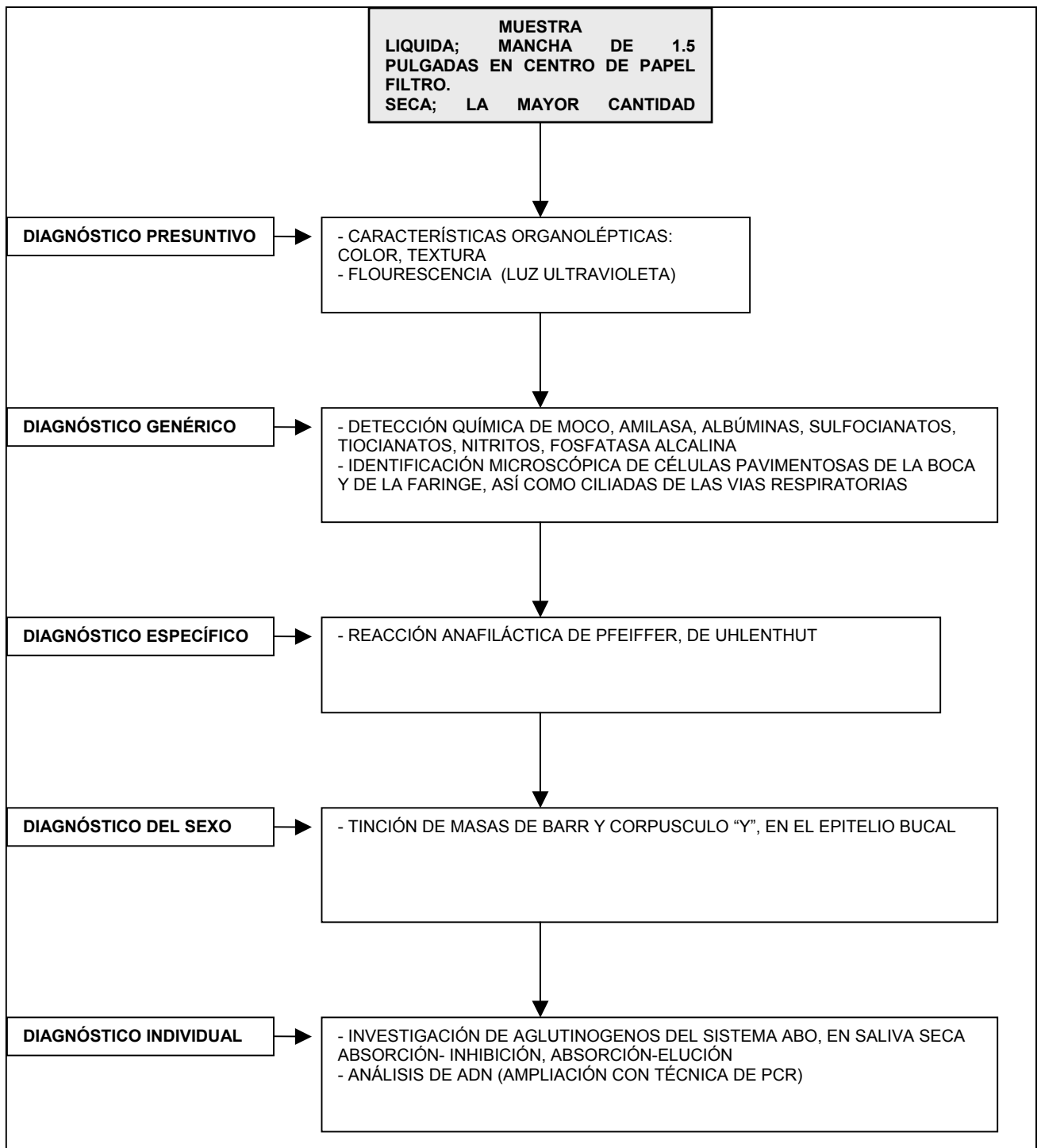
El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones que primero permiten identificar que la muestra es semen; si es de humano o animal; caracterizar el grupo ABO a que pertenece y como último el análisis de ADN que permite identificar a la persona que pertenece la muestra (esquema 2).



Esquema 2.

9.1.3 SALIVA

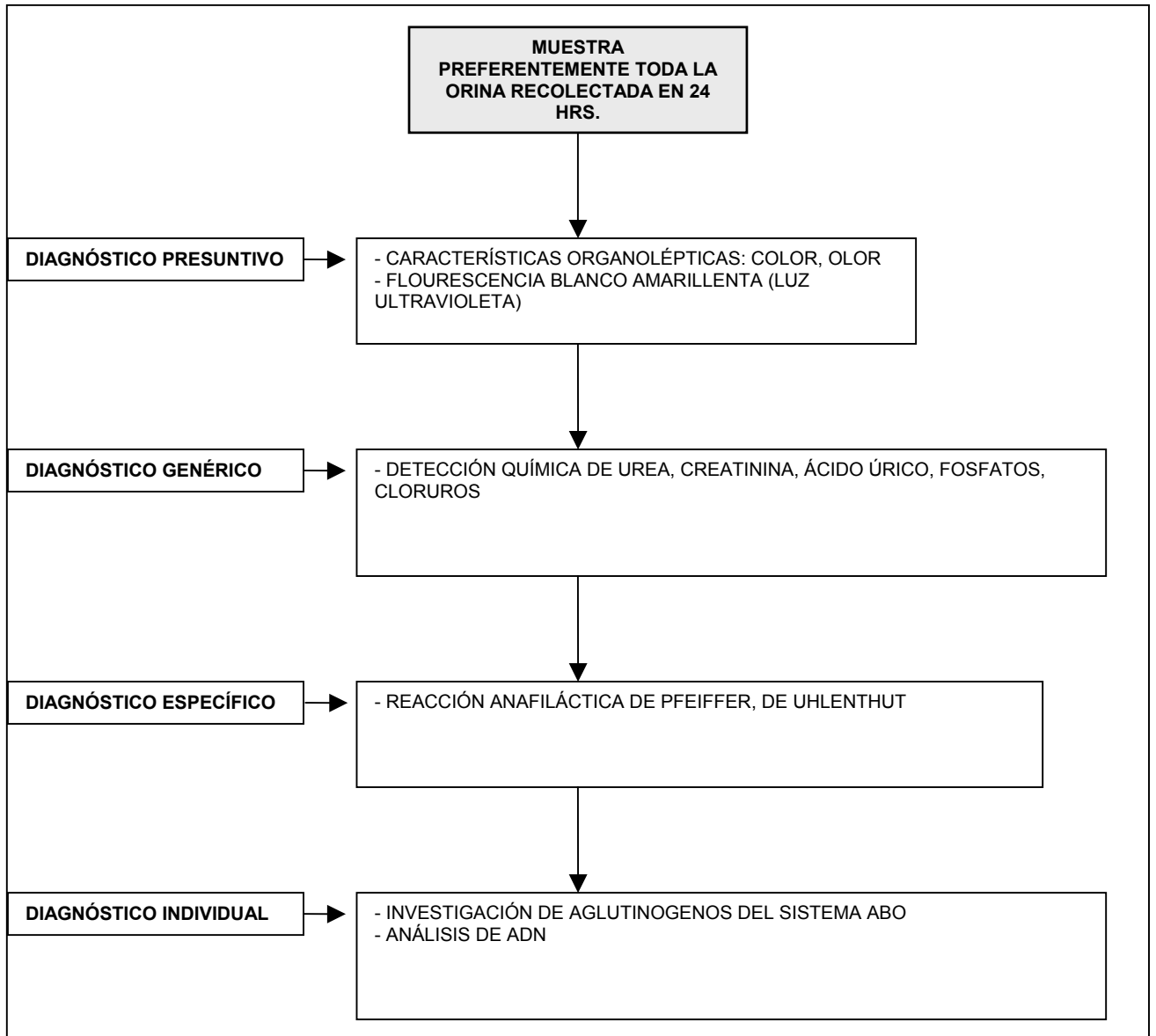
El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones que primero permiten identificar que la muestra es saliva; determinar si la muestra es de hombre o mujer; caracterizar el grupo ABO a que pertenece y como último el análisis de ADN que permite identificar a la persona que pertenece la muestra (esquema 3).



Esquema 3.

9.1.4 ORINA

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones que primero permiten identificar que la muestra es orina; caracterizar el grupo ABO a que pertenece y como último el análisis de ADN que permite identificar a la persona que pertenece la muestra (esquema 4).

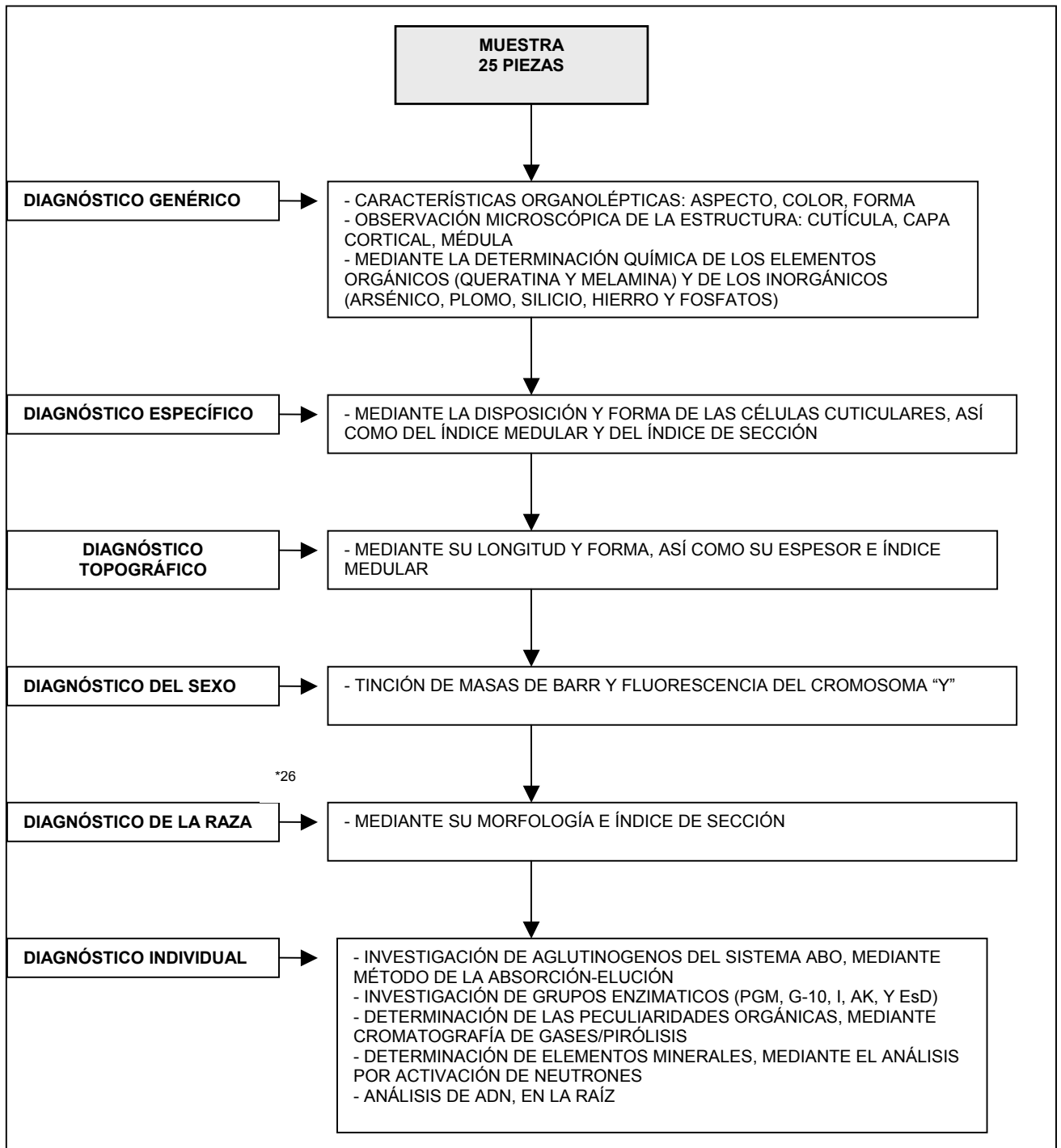


Esquema 4.

9.1.5 PELOS

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones que primero permiten identificar que la muestra es de humano o de origen animal; determinar la raza; si es de hombre o mujer; la parte del cuerpo a que pertenece; caracterizar el

grupo ABO a que pertenece y como último el análisis de ADN que permite identificar a la persona que pertenece la muestra (esquema 5).



Esquema 5.

* Referencia bibliográfica

9.2 ORGÁNICOS

9.2.1 DROGAS ²⁷

El esquema analítico propuesto, es una marcha por medio de reacciones coloridas con un alto grado de especificidad que permite la identificación de las drogas más representativas en criminalística; además se propone como determinación final para confirmación y cuantificación métodos cromatográficos.

Materiales a analizar: Polvos, tabletas, cápsulas, ampollitas, soluciones, suspensiones, emulsiones, pastas, cigarros, hierba.

Método: Se toman 25 µg de la muestra, se coloca en una placa de porcelana y se adiciona 1 gota del reactivo.

Preparación de reactivos:

1. Reactivo de Marquis.- Cuidadosamente adicionar 10 mL de una solución de formaldehído al 40 % ((volumen/volumen) formaldehído:agua), a 100 mL. de ácido sulfúrico concentrado.

2. HNO₃.- Ácido nítrico concentrado.

3. Reactivo de Mandelin.- Disolver 1.0 g. de vanadato de amonio en 100 mL. de ácido sulfúrico concentrado.

4. (Co (SCN)₂) Tiocianato de cobalto.- Disolver 2.0 g. de tiocianato de cobalto en 100 mL. de agua destilada.

5. (p-DMAB) para-Dimetilaminobenzaldehído.- Adicionar 2 g. de para-Dimetilaminobenzaldehído a 50 mL. de solución de etanol al 95% y adicional a la solución resultante 50 mL. de ácido clorhídrico concentrado.

6. Reactivo Dille-Koppanyi Modificado:

Solución 1.- Disolver 0.1 g. de acetato de cobalto dihidratado en 100 mL. de metanol, adicionar 0.2 mL. de ácido acético glacial y mezclar.

Solución 2.- Adicionar 5 mL. de isopropilamina a 95 mL. de metanol.

Uso del reactivo.- Adicionar 2 volúmenes de solución 1 a la droga seguido de 1 volumen de solución 2.

7. Reactivo de Duquenois-Levine:

Solución 1.- Adicionar 2.5 mL. de acetaldehído y 2.0 g: de vainillina a 100 mL. de etanol al 95%.

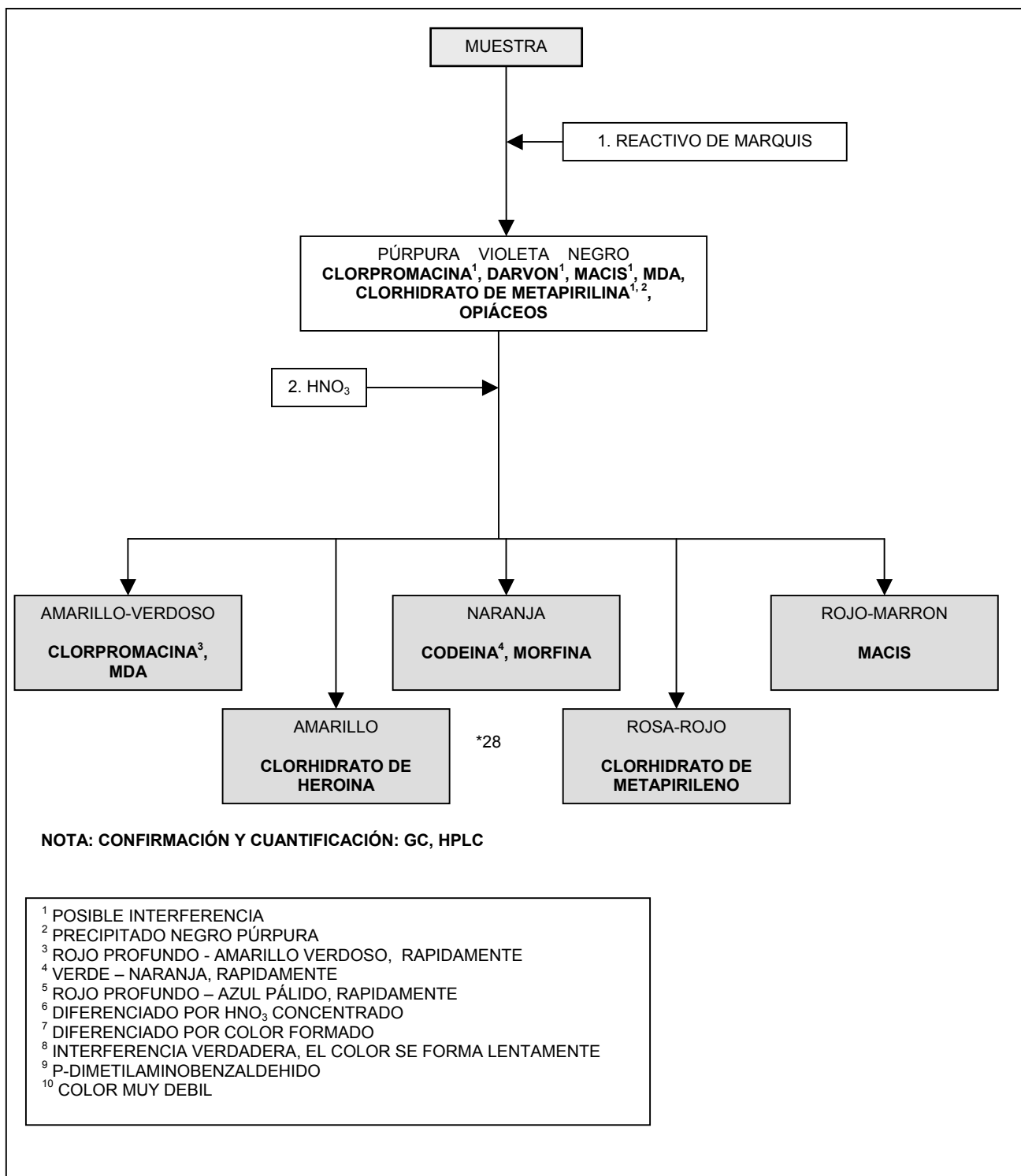
Solución 2.- Acido clorhídrico.

Solución 3.- Cloroformo.

Uso del reactivo.- Adicionar 1 volumen de solución 1 y 2 a la droga en orden.

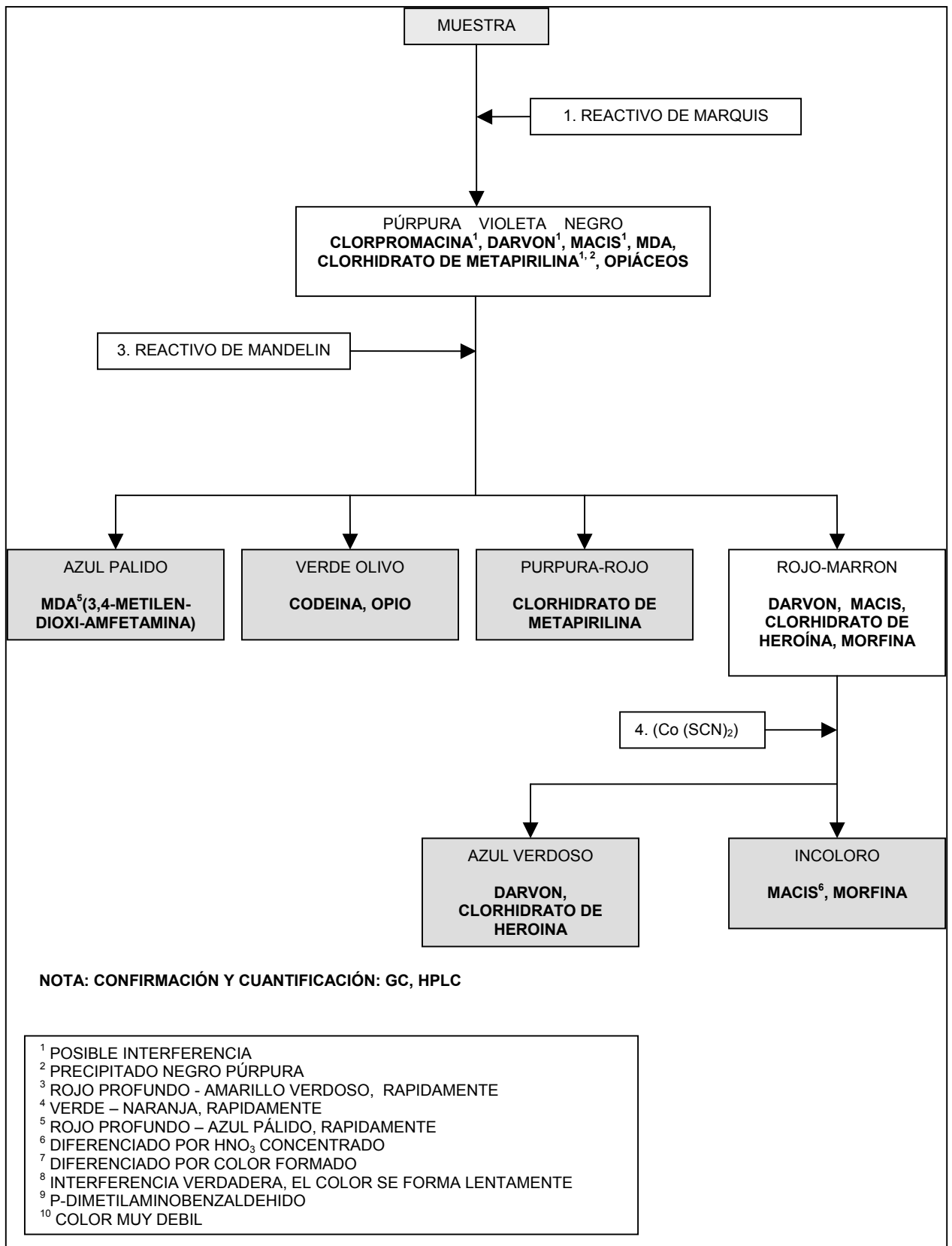
Determinar el color producido, adicionar 3 volúmenes de cloroformo.

Esquema analítico para identificación de drogas (esquemas 6, 7, 8, 9 y 10).

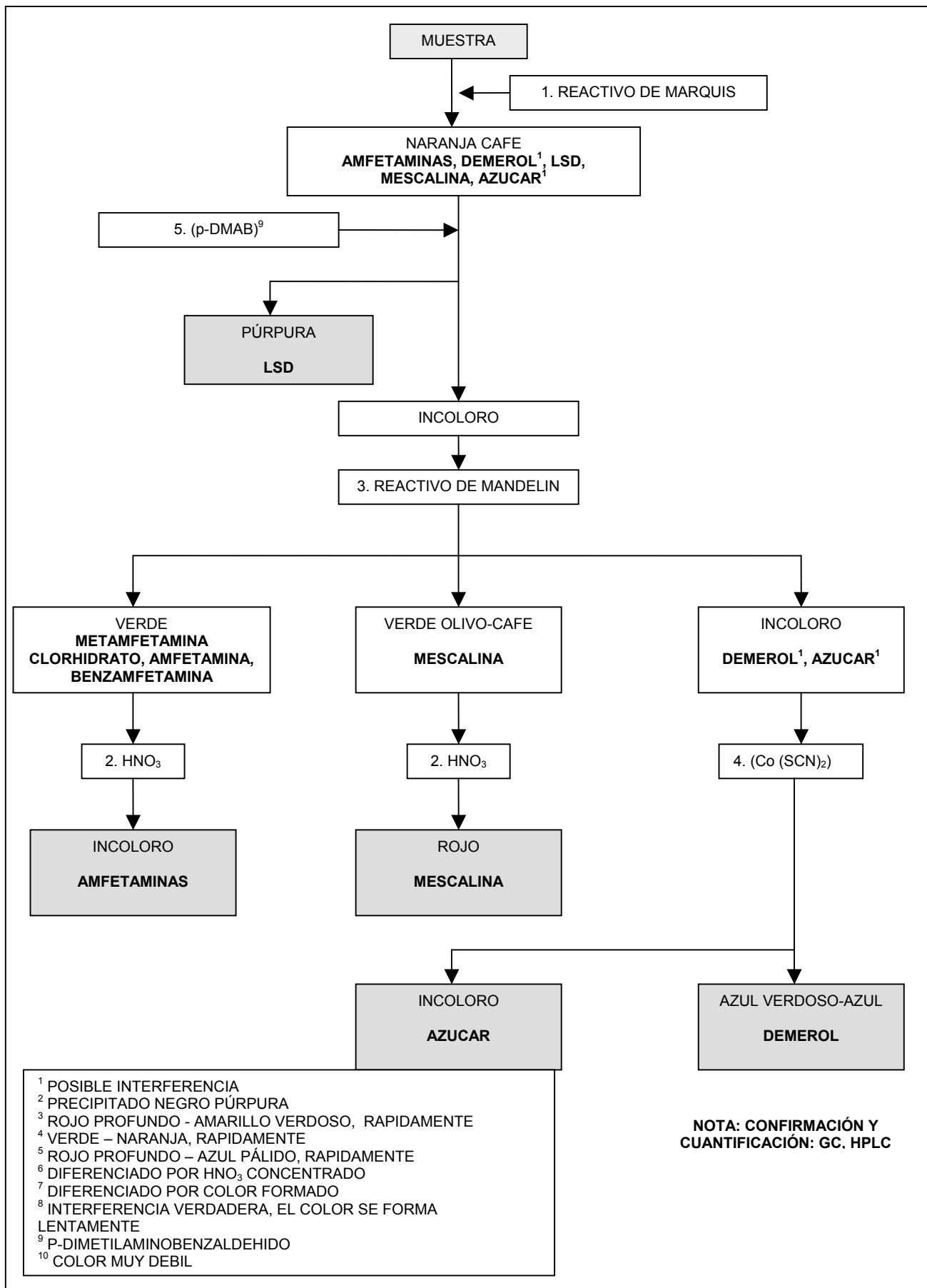


Esquema 6.

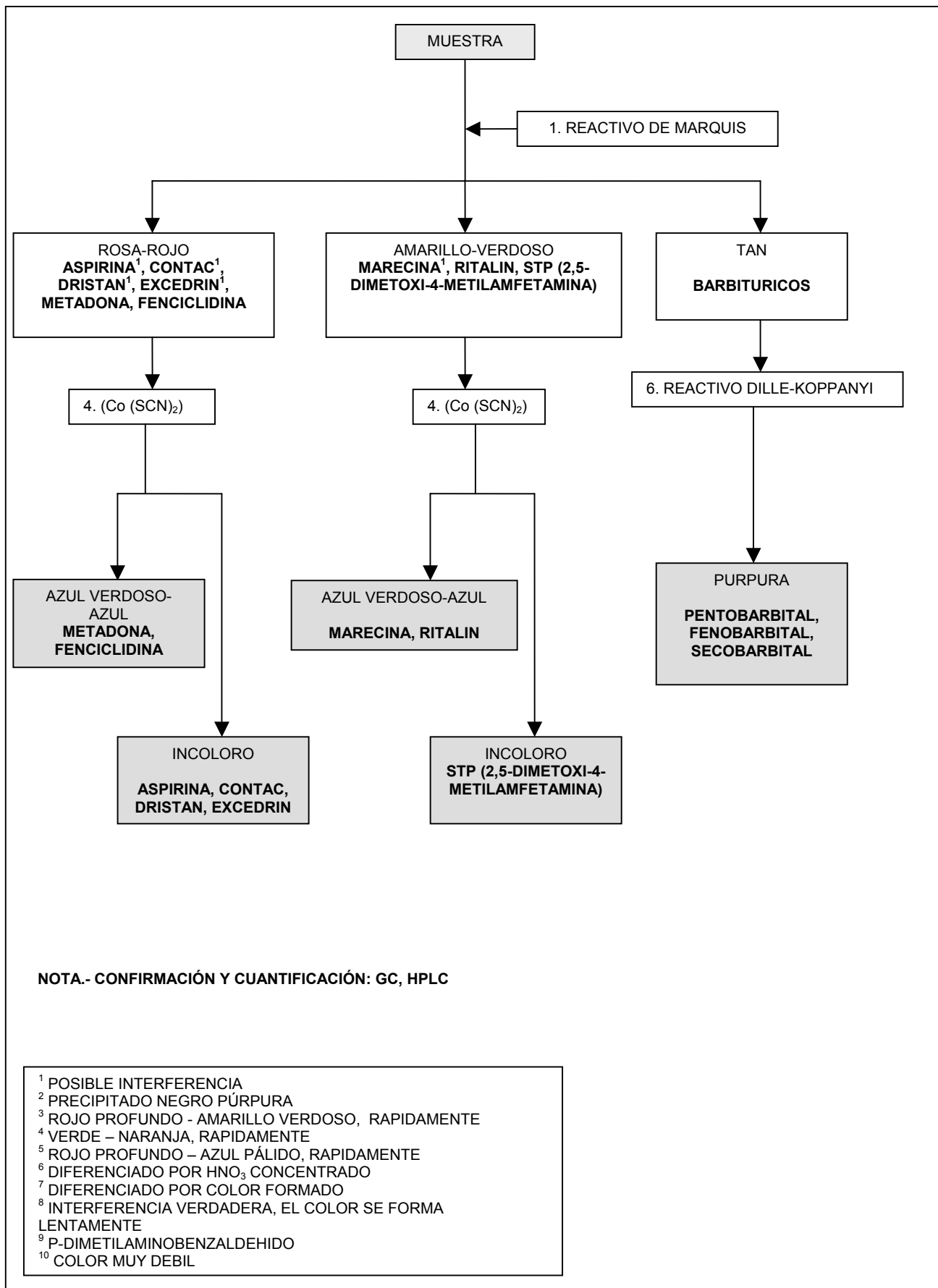
* Referencia bibliográfica



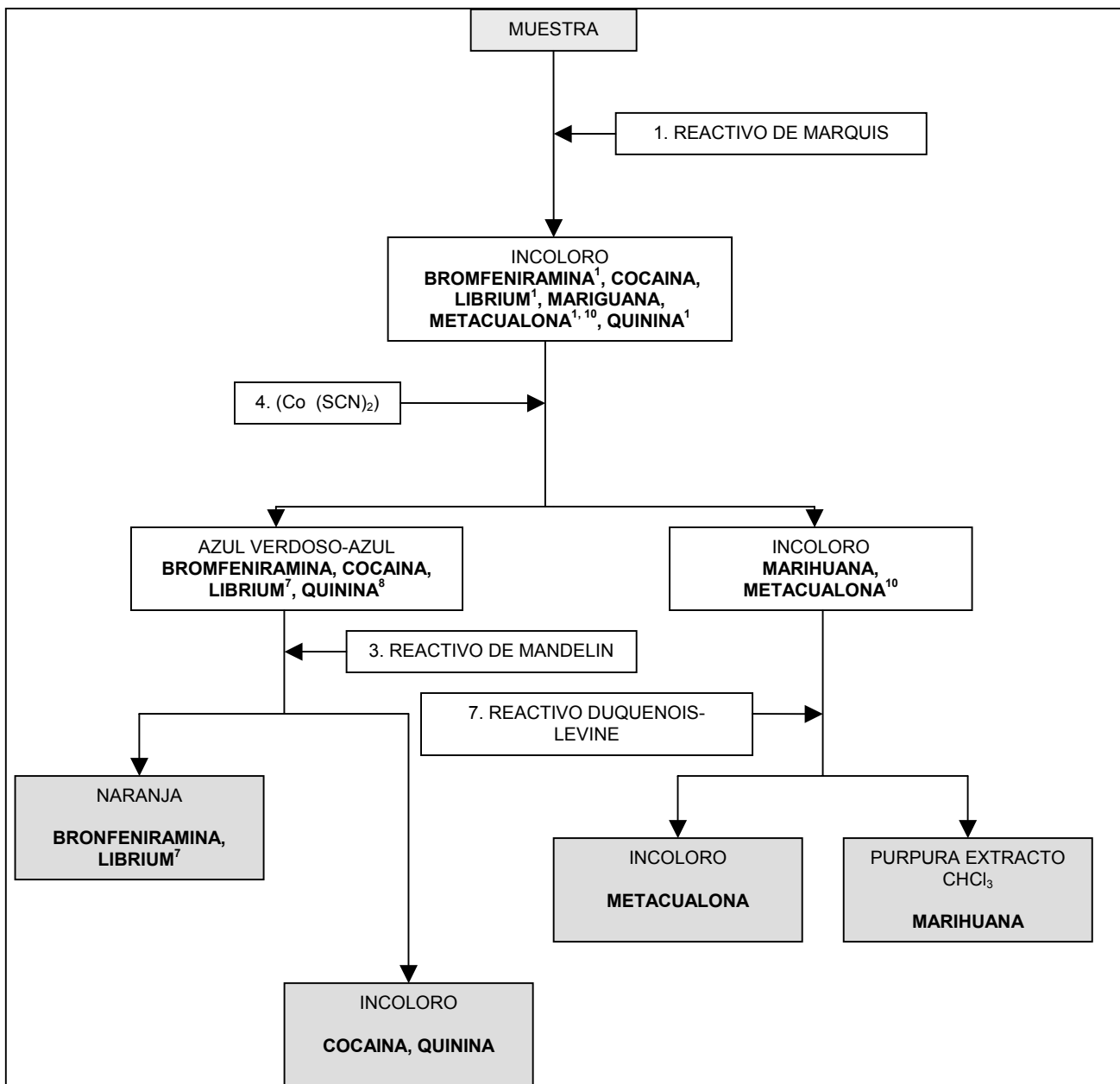
Esquema 7.



Esquema 8.



Esquema 9.



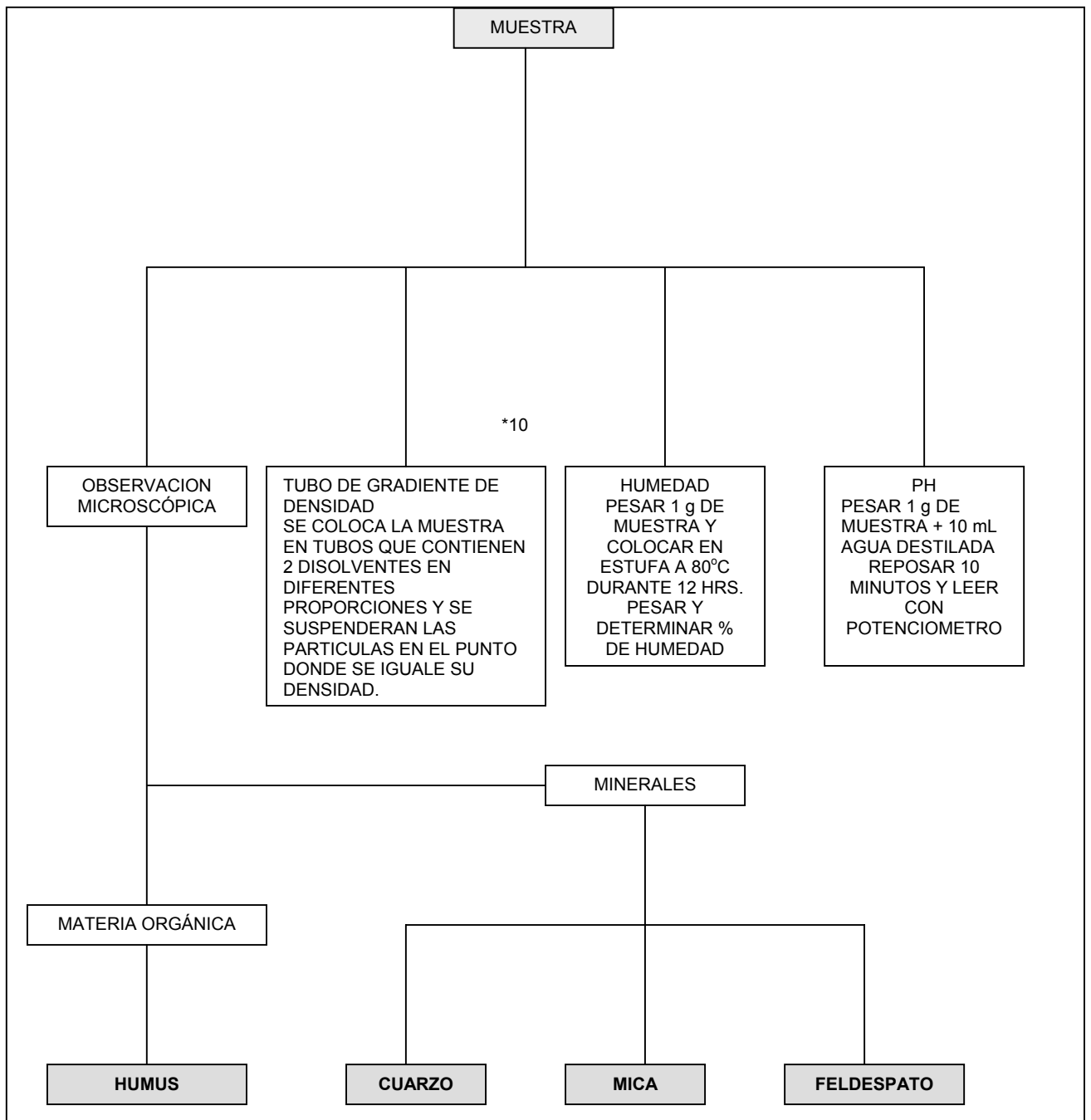
NOTA.- CONFIRMACIÓN Y CUANTIFICACIÓN: GC, HPLC

- ¹ POSIBLE INTERFERENCIA
- ² PRECIPITADO NEGRO PÚRPURA
- ³ ROJO PROFUNDO - AMARILLO VERDOSO, RAPIDAMENTE
- ⁴ VERDE – NARANJA, RAPIDAMENTE
- ⁵ ROJO PROFUNDO – AZUL PÁLIDO, RAPIDAMENTE
- ⁶ DIFERENCIADO POR HNO₃ CONCENTRADO
- ⁷ DIFERENCIADO POR COLOR FORMADO
- ⁸ INTERFERENCIA VERDADERA, EL COLOR SE FORMA LENTAMENTE
- ⁹ P-DIMETILAMINOBENZALDEHIDO
- ¹⁰ COLOR MUY DEBIL

Esquema 10.

9.2.2 SUELOS ²⁹

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones las cuales permiten por medio de comparación determinar que 2 muestras de suelo provienen de un mismo origen, es clave en la identificación de suelos el análisis microscópico el cual debe ser realizado por un experto con amplio conocimiento en minerales y geología para poder caracterizar una muestra y poder determinar un posible origen (esquema 11).

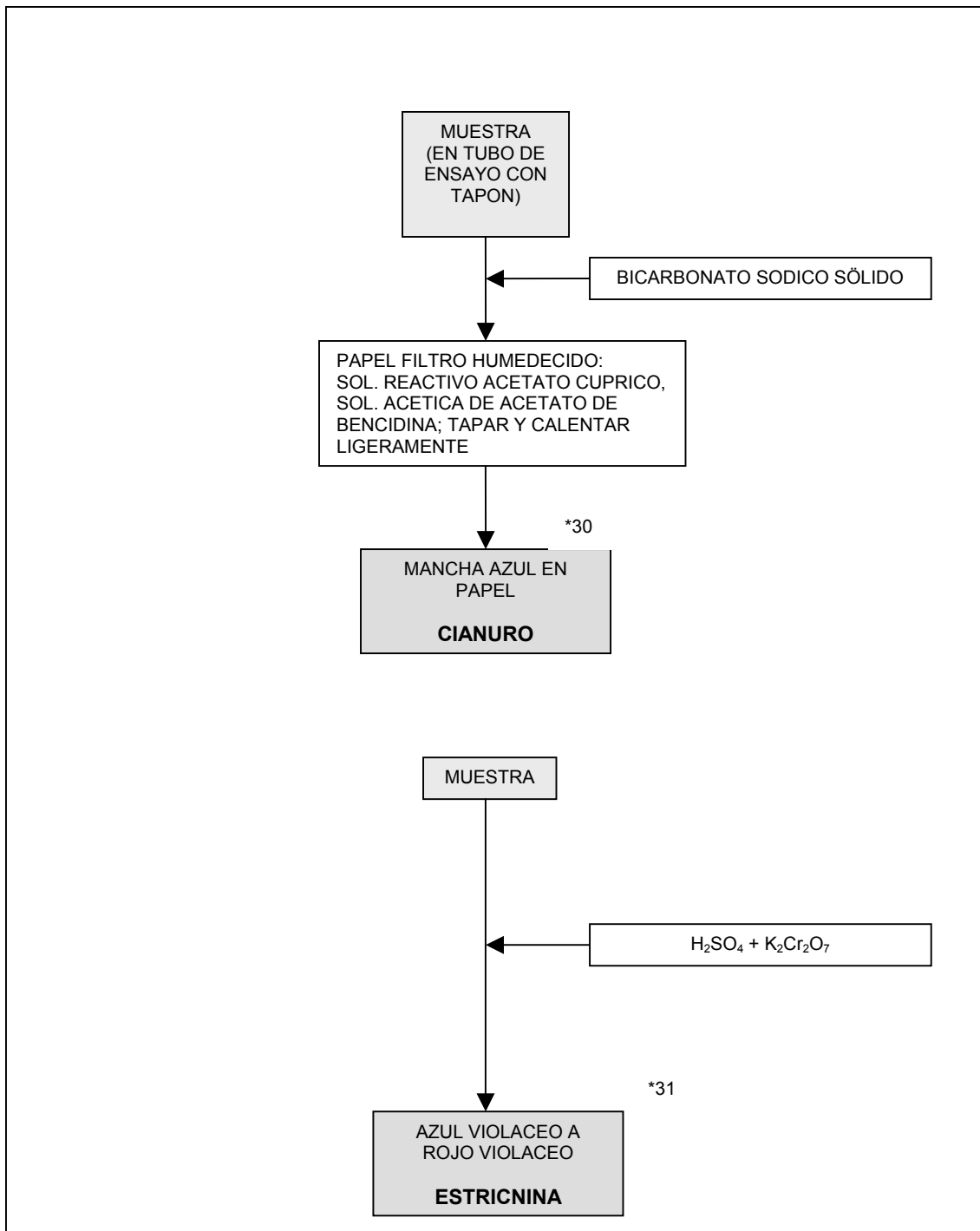


Esquema 11.

* Referencia bibliográfica

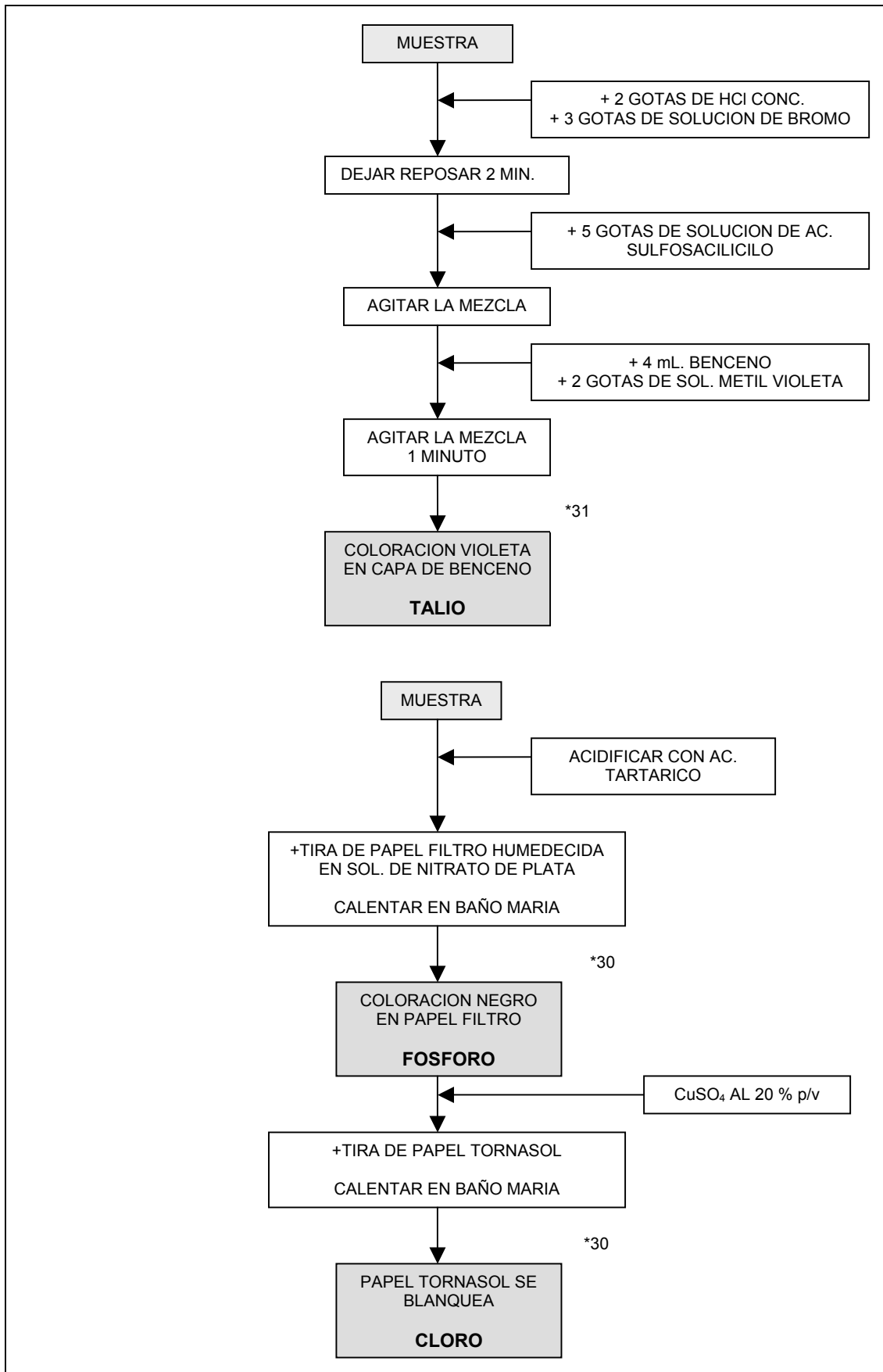
9.2.3 VENENOS

El esquema analítico propuesto, incluye reacciones de identificación para los venenos más representativos en química legal, estas reacciones son cualitativas (esquemas 12,13 y 14).



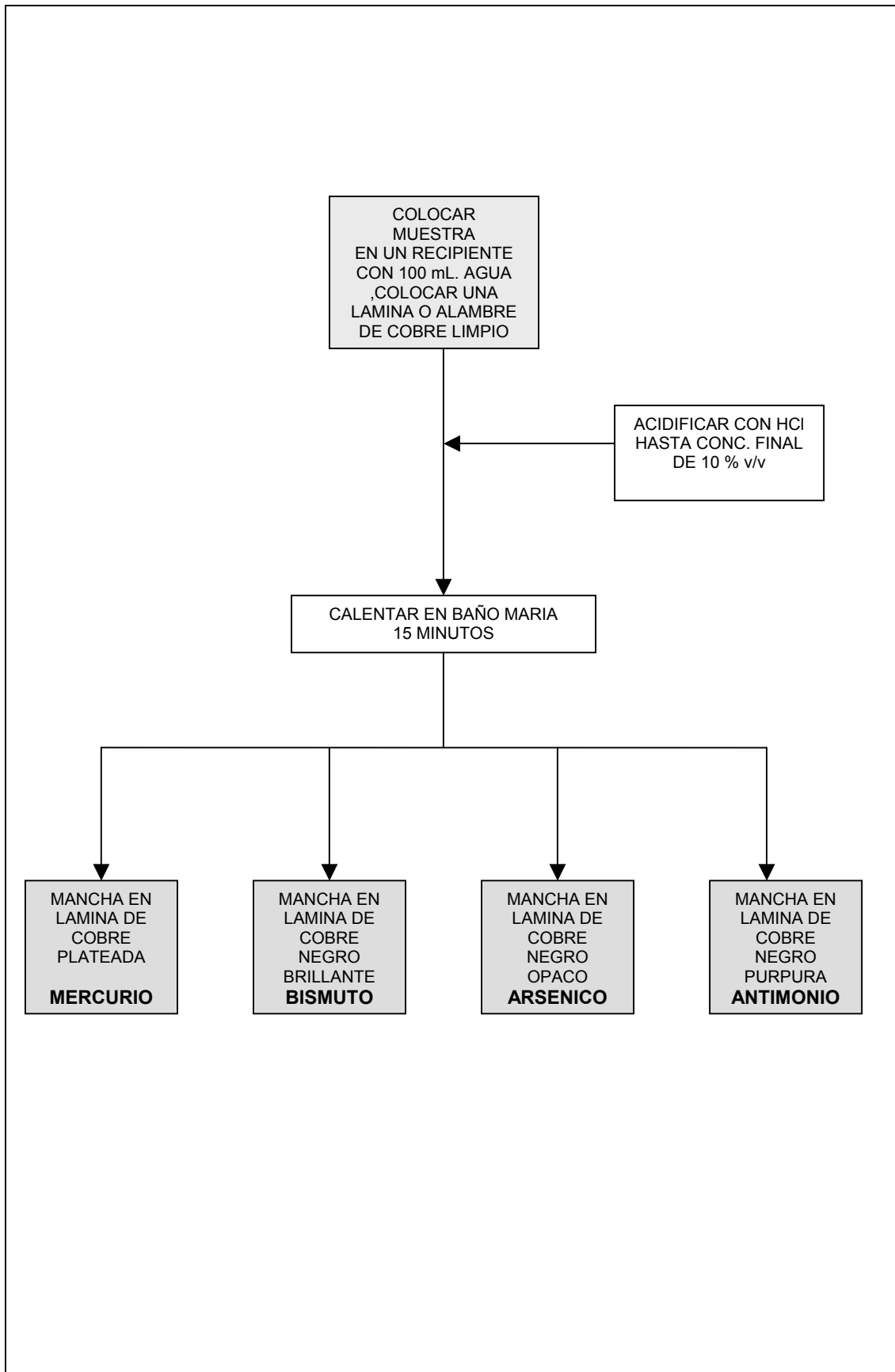
Esquema 12.

* Referencia bibliográfica



Esquema 13.

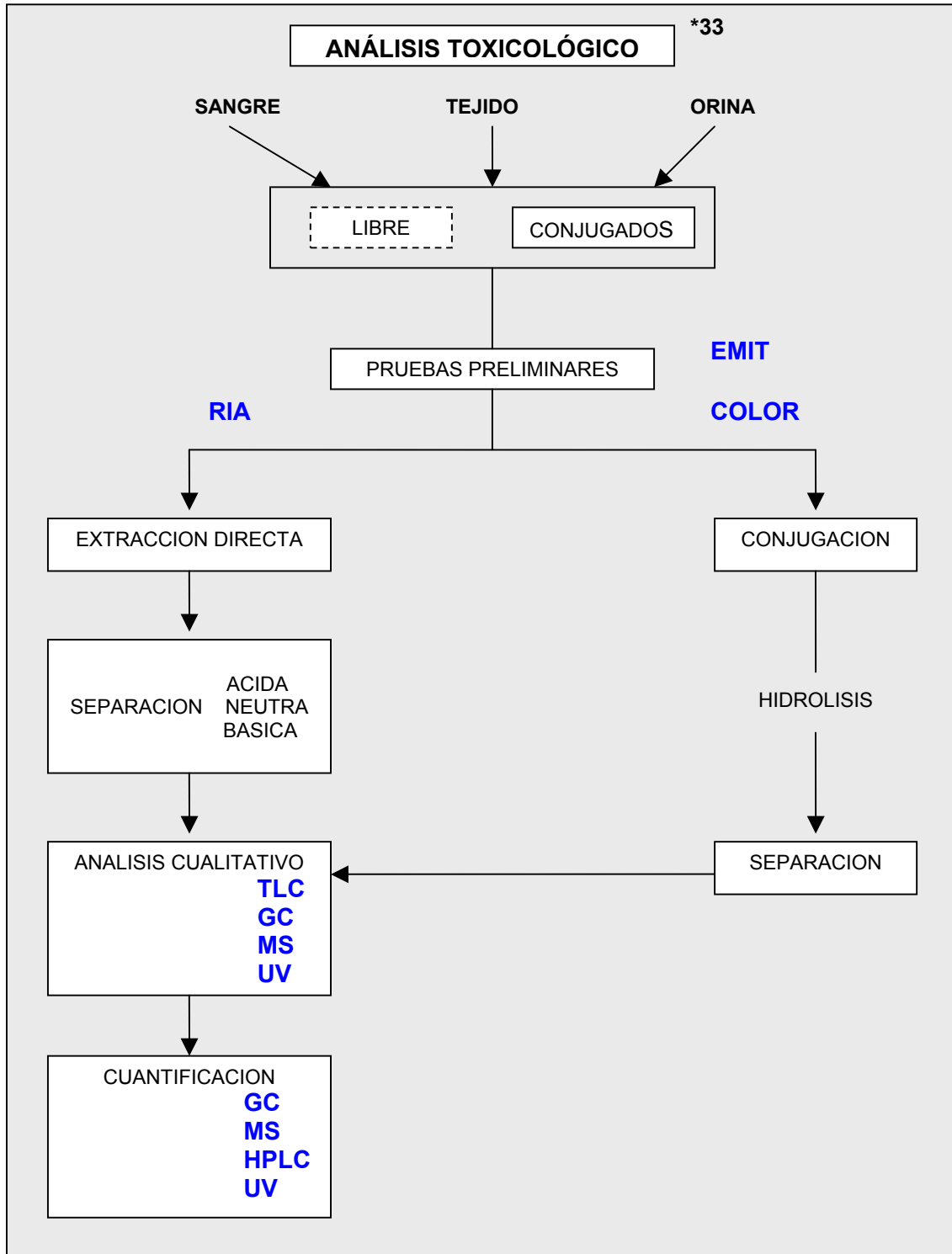
* Referencia bibliográfica



Esquema 14.

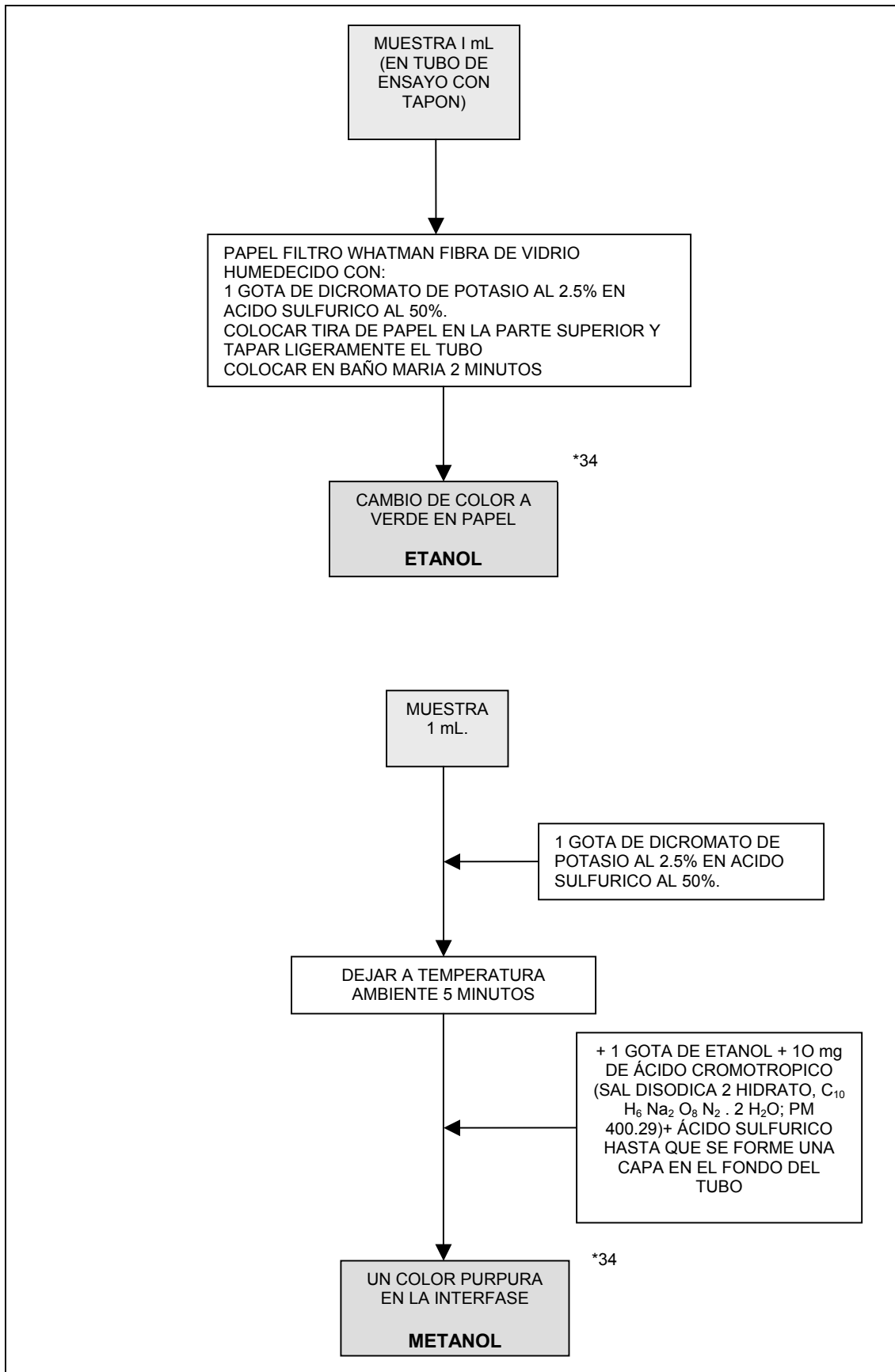
9.2.4 TÓXICOS ³²

El esquema analítico propuesto, incluye inicialmente un esquema general de análisis toxicológico y posteriormente reacciones para la identificación de los tóxicos más representativos en química legal (esquemas 15, 16 y 17).



Esquema 15.

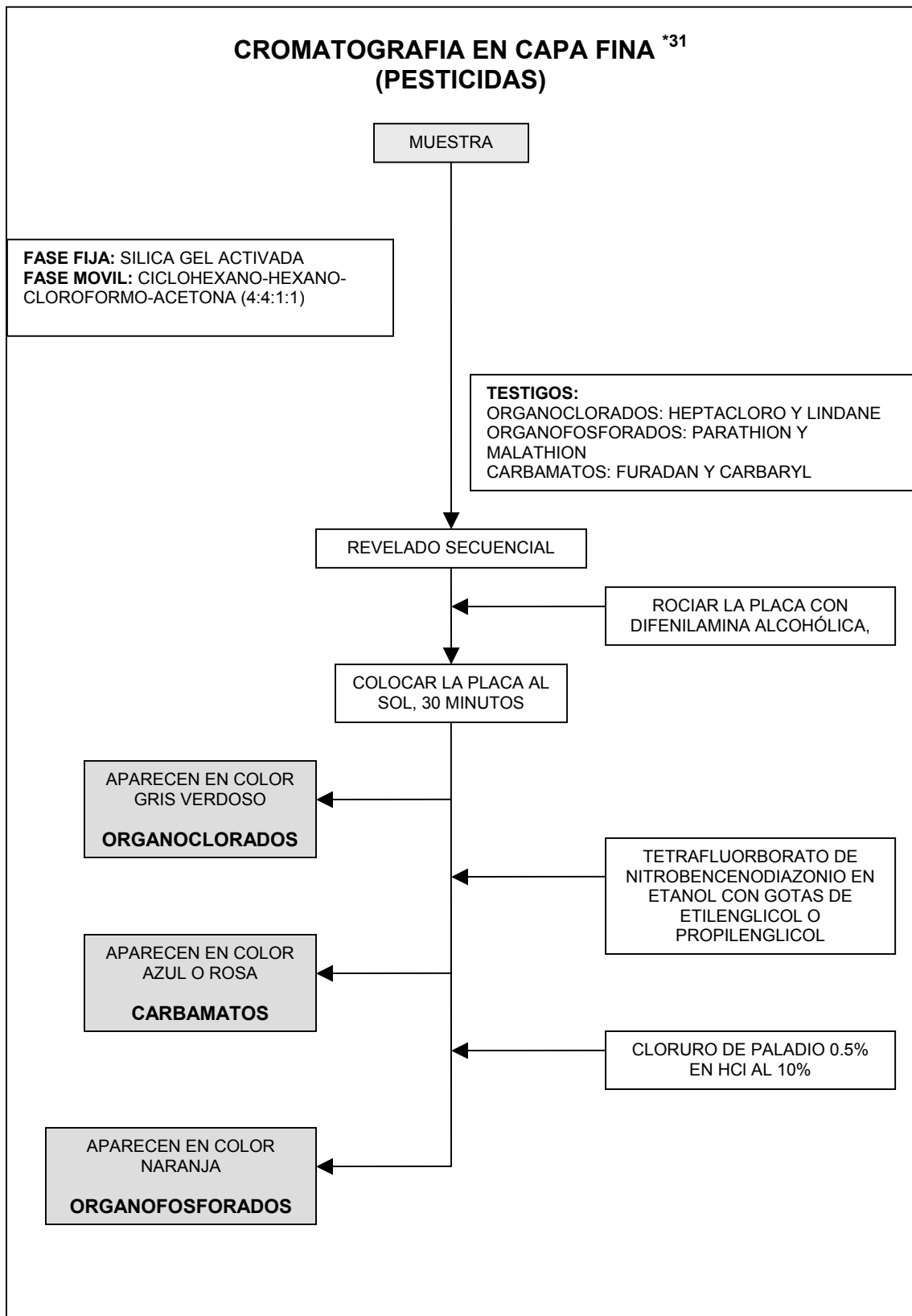
* Referencia bibliográfica



Esquema 16.

* Referencia bibliográfica

CROMATOGRAFIA EN CAPA FINA ^{*31} (PESTICIDAS)

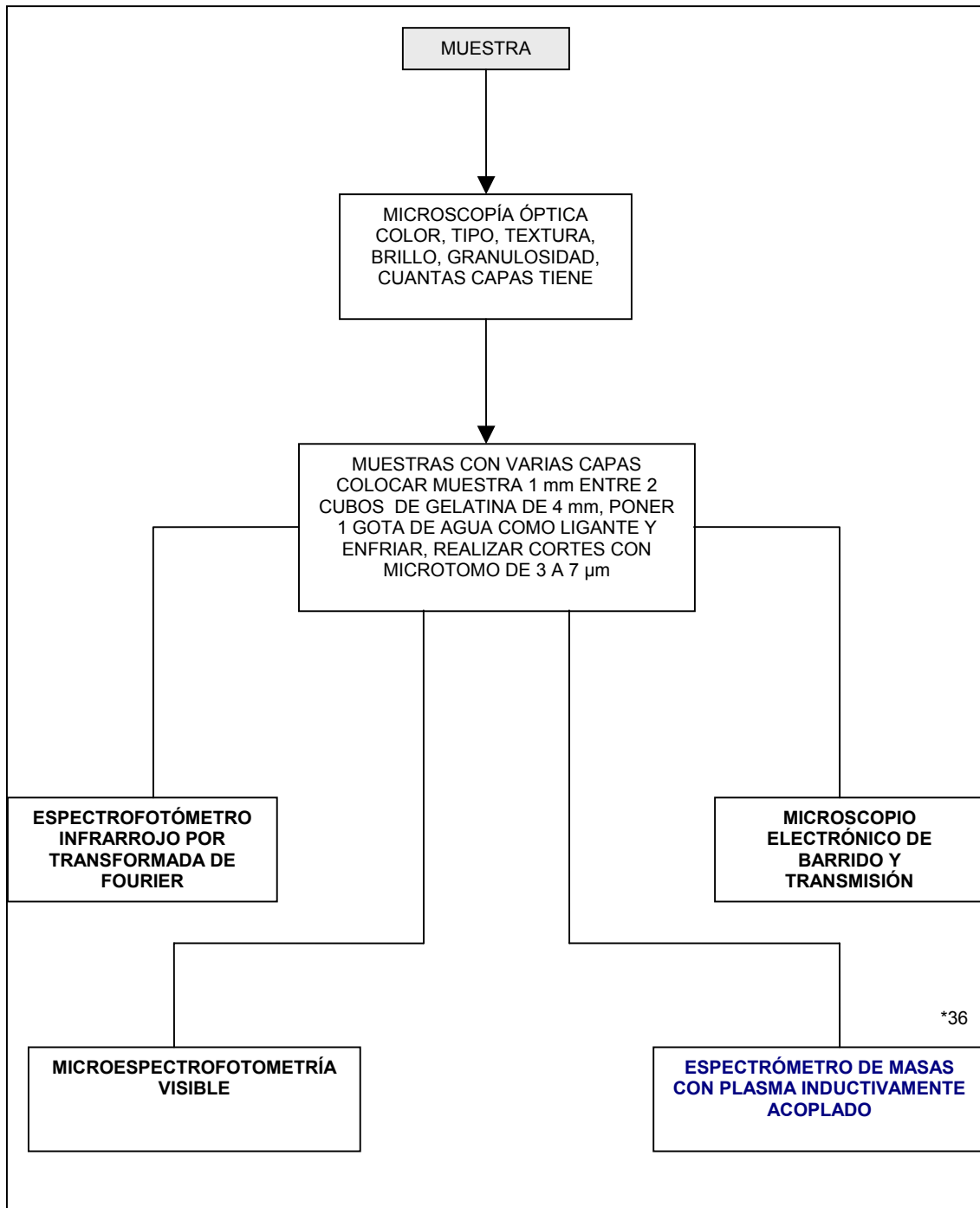


Esquema 17.

* Referencia bibliográfica

9.2.5 PINTURAS ³⁵

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones las cuales permiten por medio de comparación determinar que la muestra de pintura encontrada pertenece a algún instrumento o vehiculo, y equipos con los cuales se determina la composición de una pintura y de esta manera tener información que permita conocer el origen de la misma comparando contra estándares de fabricantes (esquema 18).

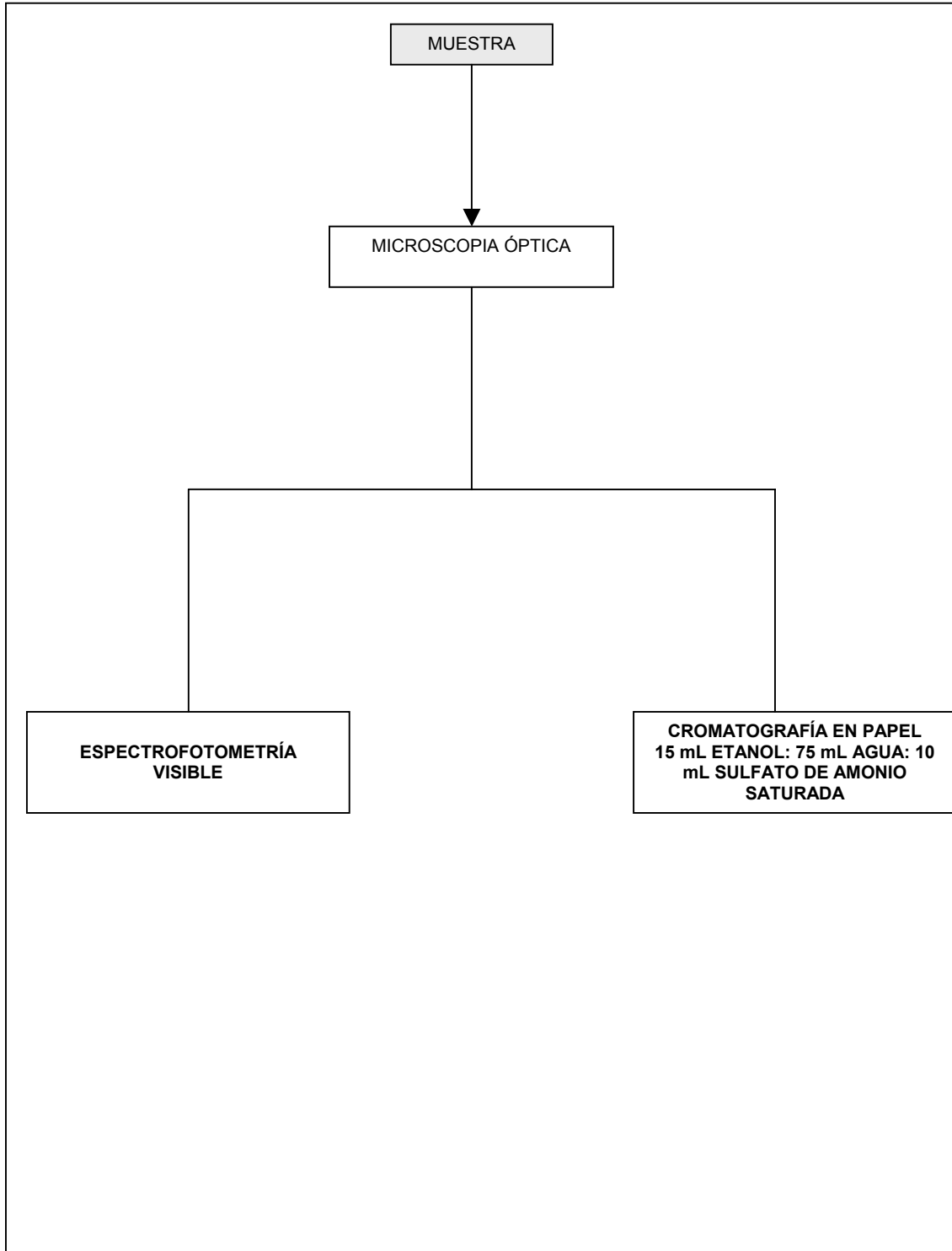


Esquema 18.

* Referencia bibliográfica

9.2.6 TINTAS ³⁷

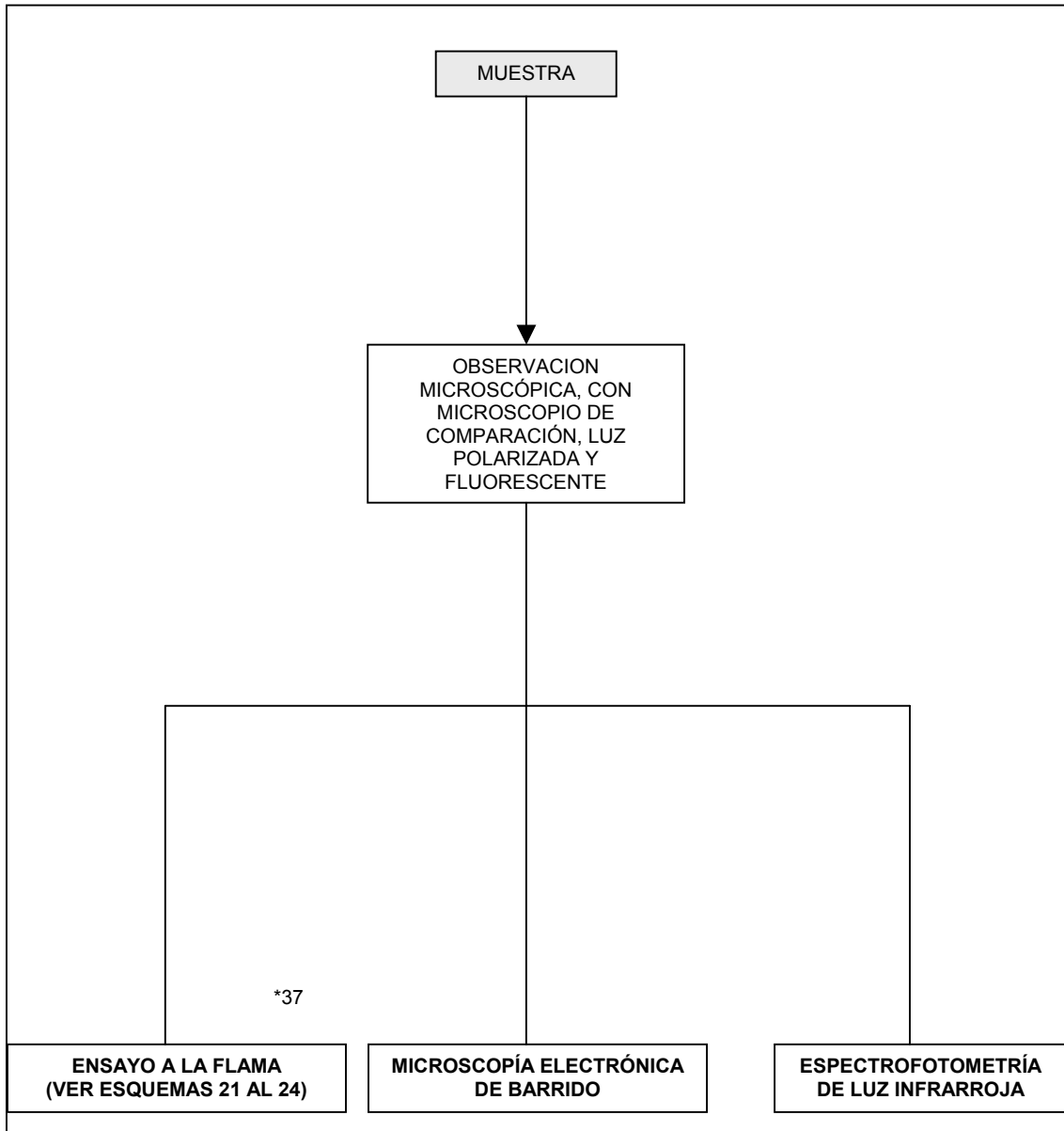
El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones las cuales permiten por medio de comparación determinar en documentos diversos si la tinta utilizada es la misma, o confirmar si la tinta proviene de un mismo origen: pluma, plumón, etc. (esquema 19).



Esquema 19.

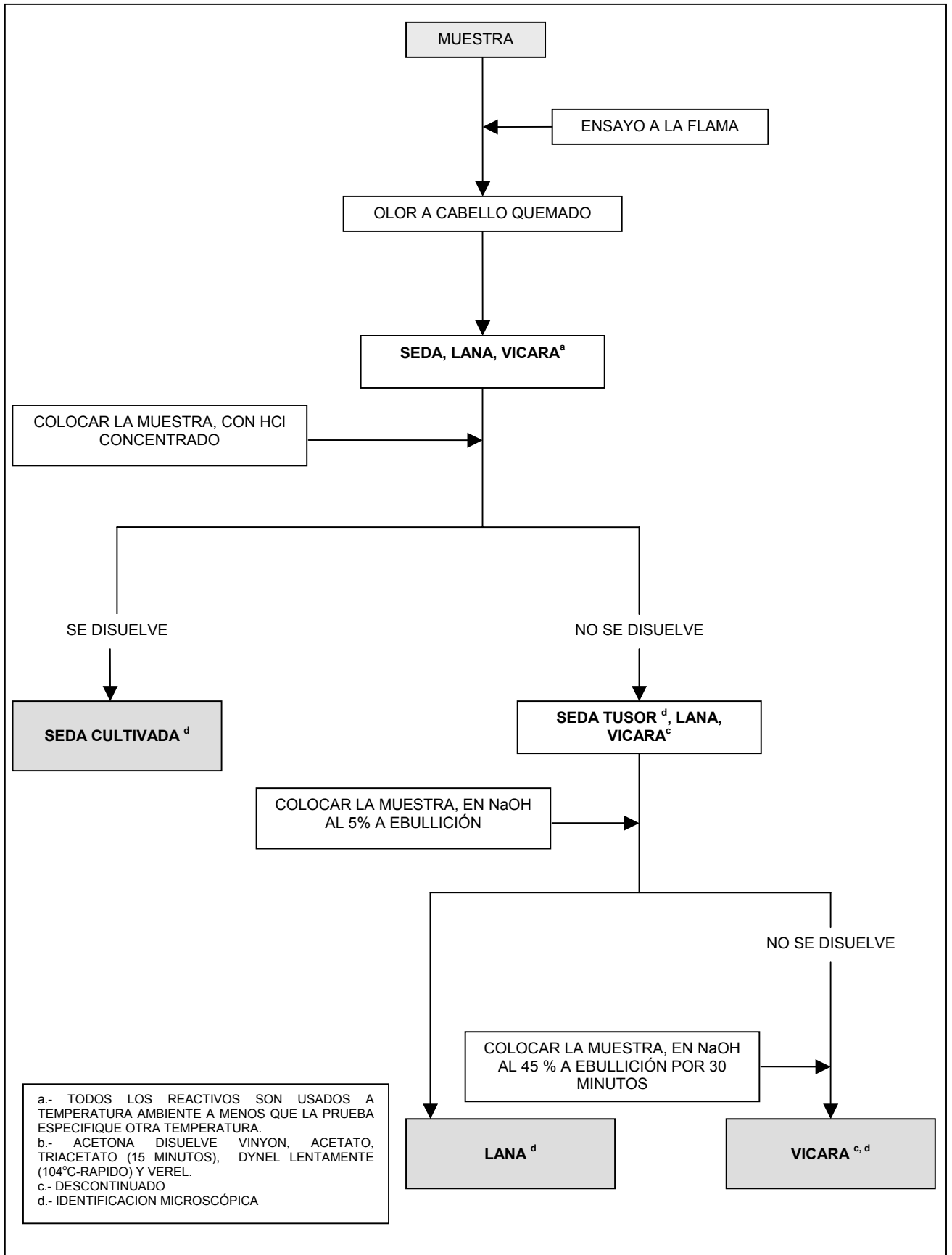
9.2.7 FIBRAS ³⁸

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones para concluir si diferentes muestras tienen un mismo origen; así como un esquema que permita determinar la naturaleza de la muestra (esquemas 20, 21, 22, 23 y 24).

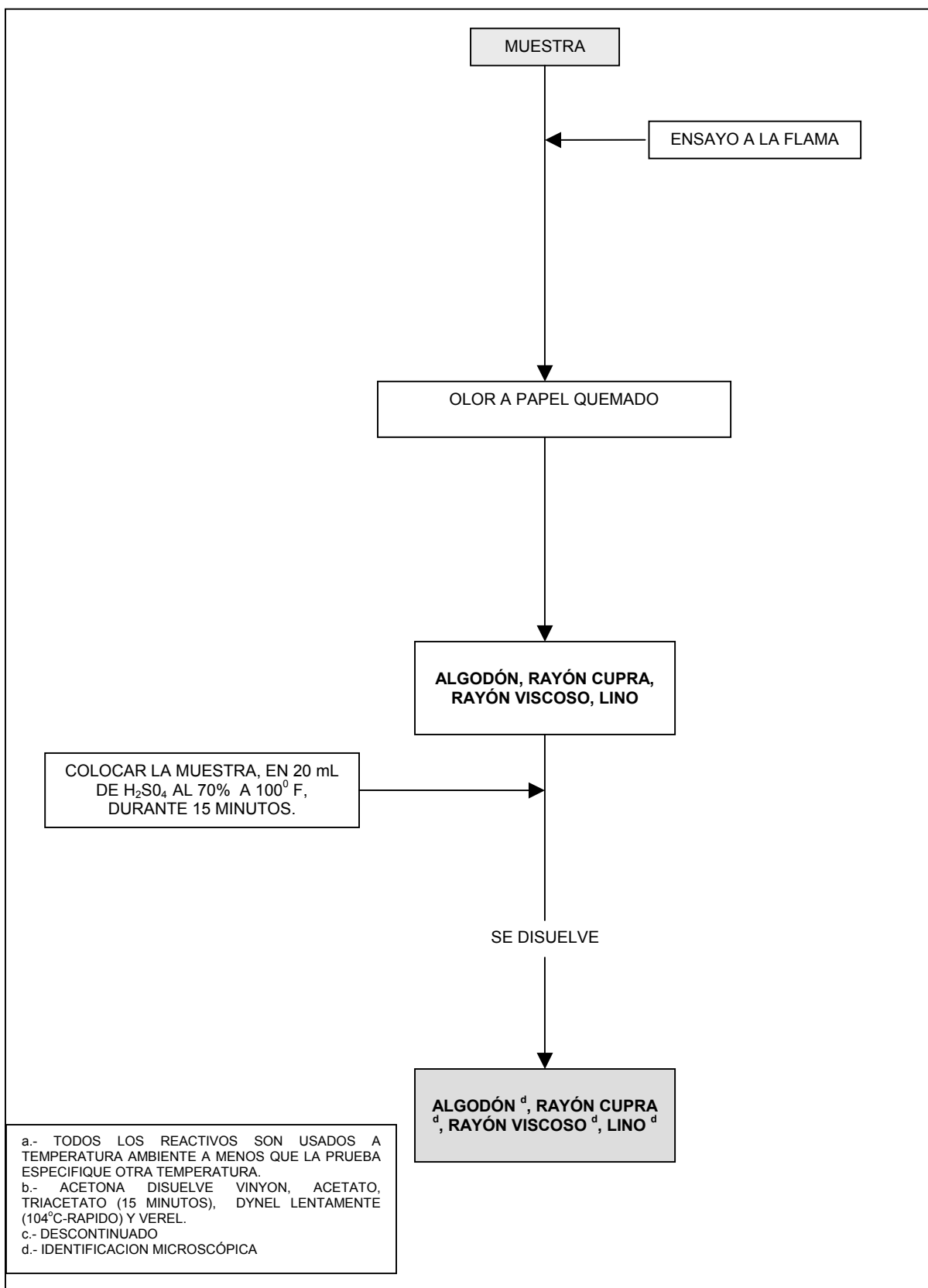


Esquema 20.

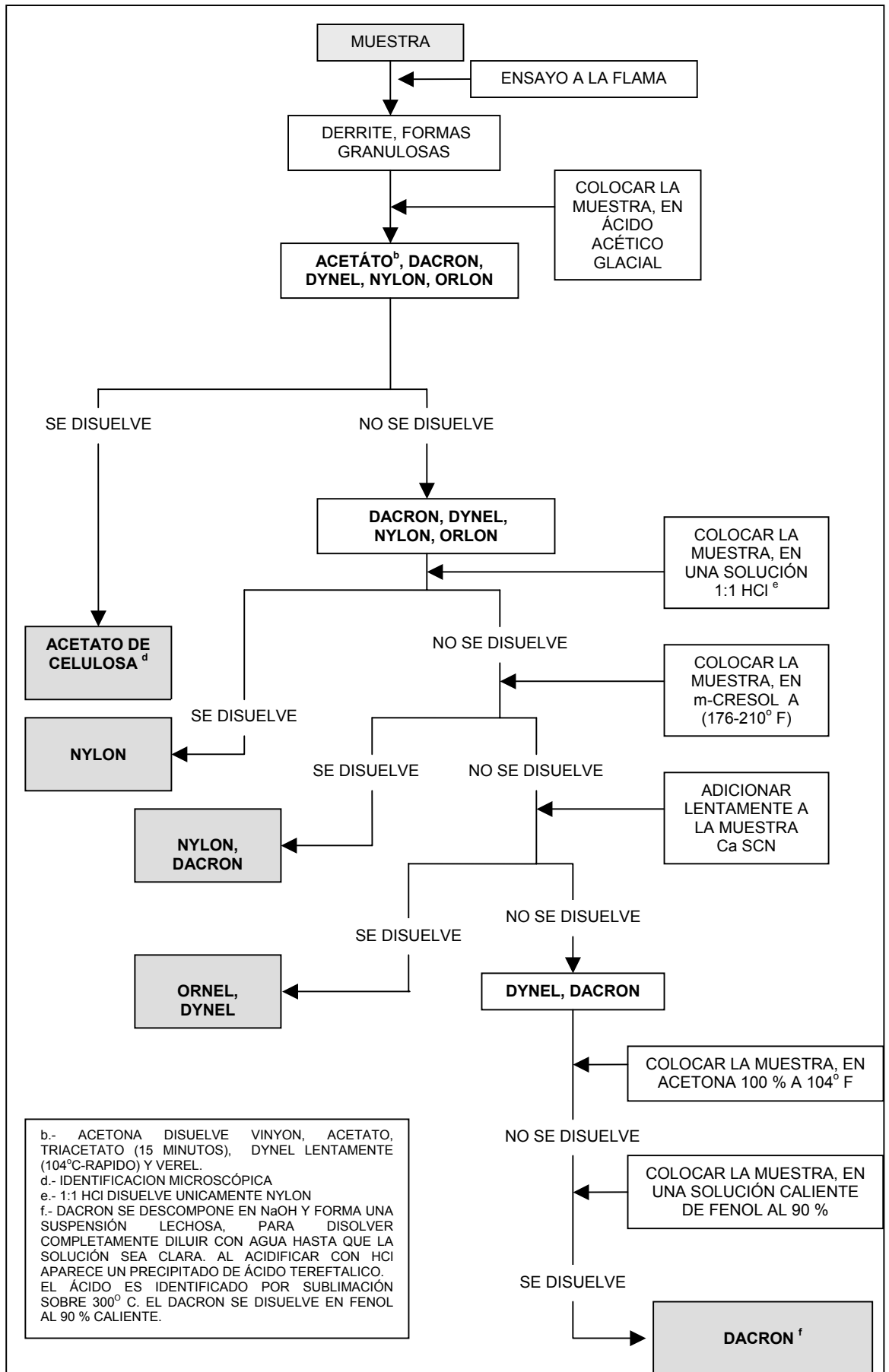
* Referencia bibliográfica



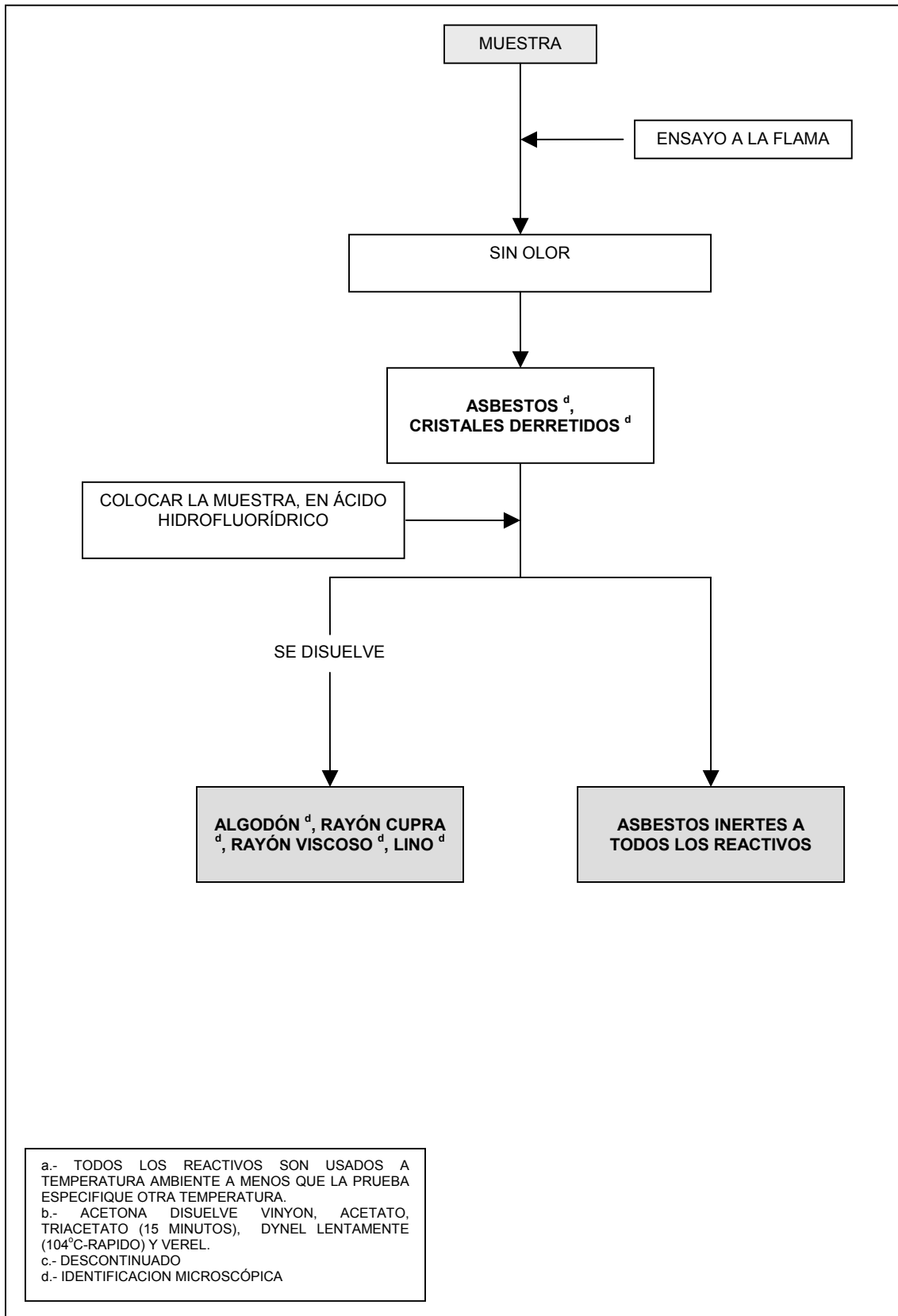
Esquema 21.



Esquema 22.



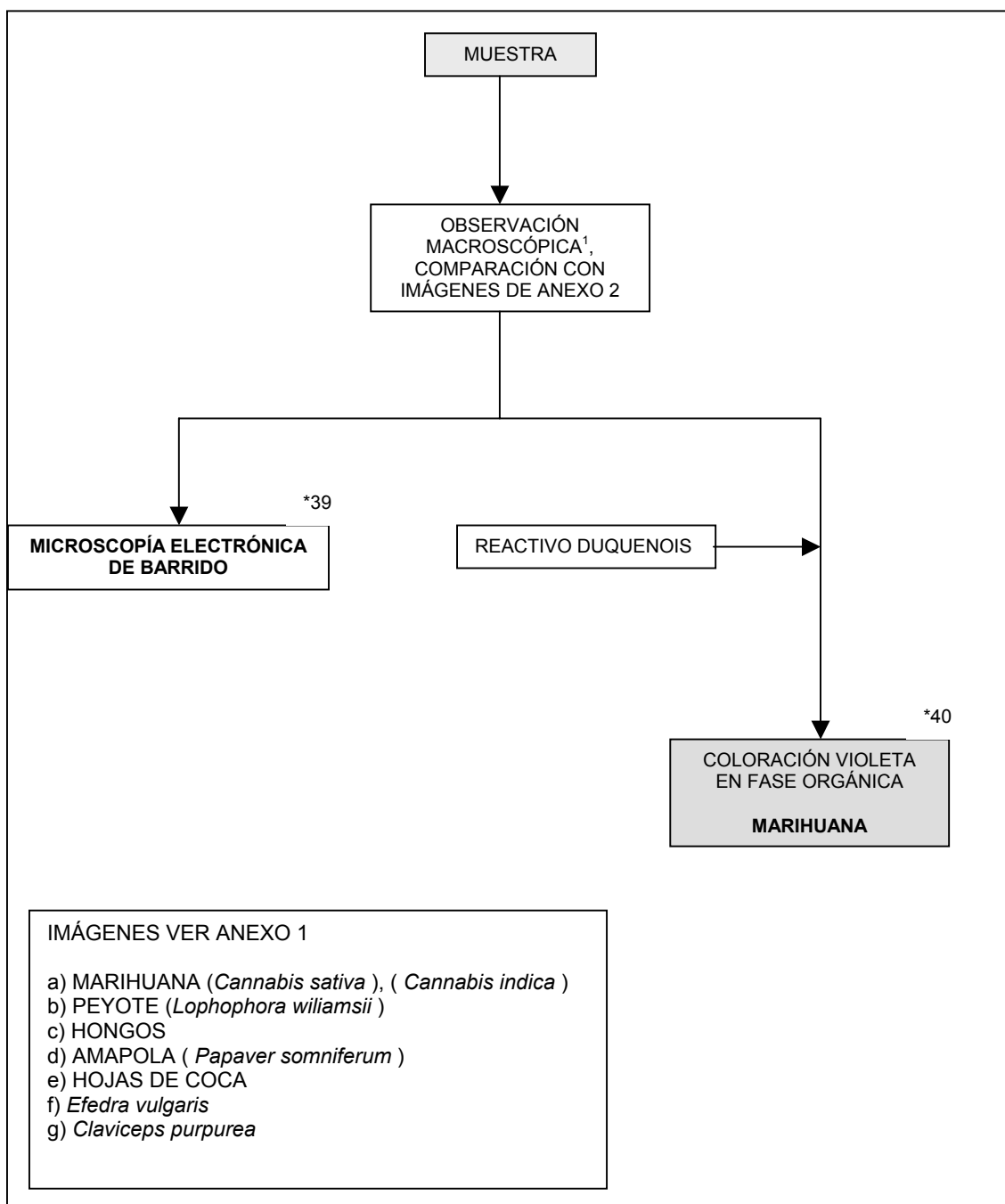
Esquema 23.



Esquema 24.

9.2.8 VEGETALES

El esquema analítico propuesto, incluye la observación macroscópica y microscópica de los vegetales, es necesario que esta la realice un experto, además se incluye un anexo con catálogo de imágenes para determinar la identidad de vegetales representativos en química legal así como la identificación química de marihuana (esquema 25).

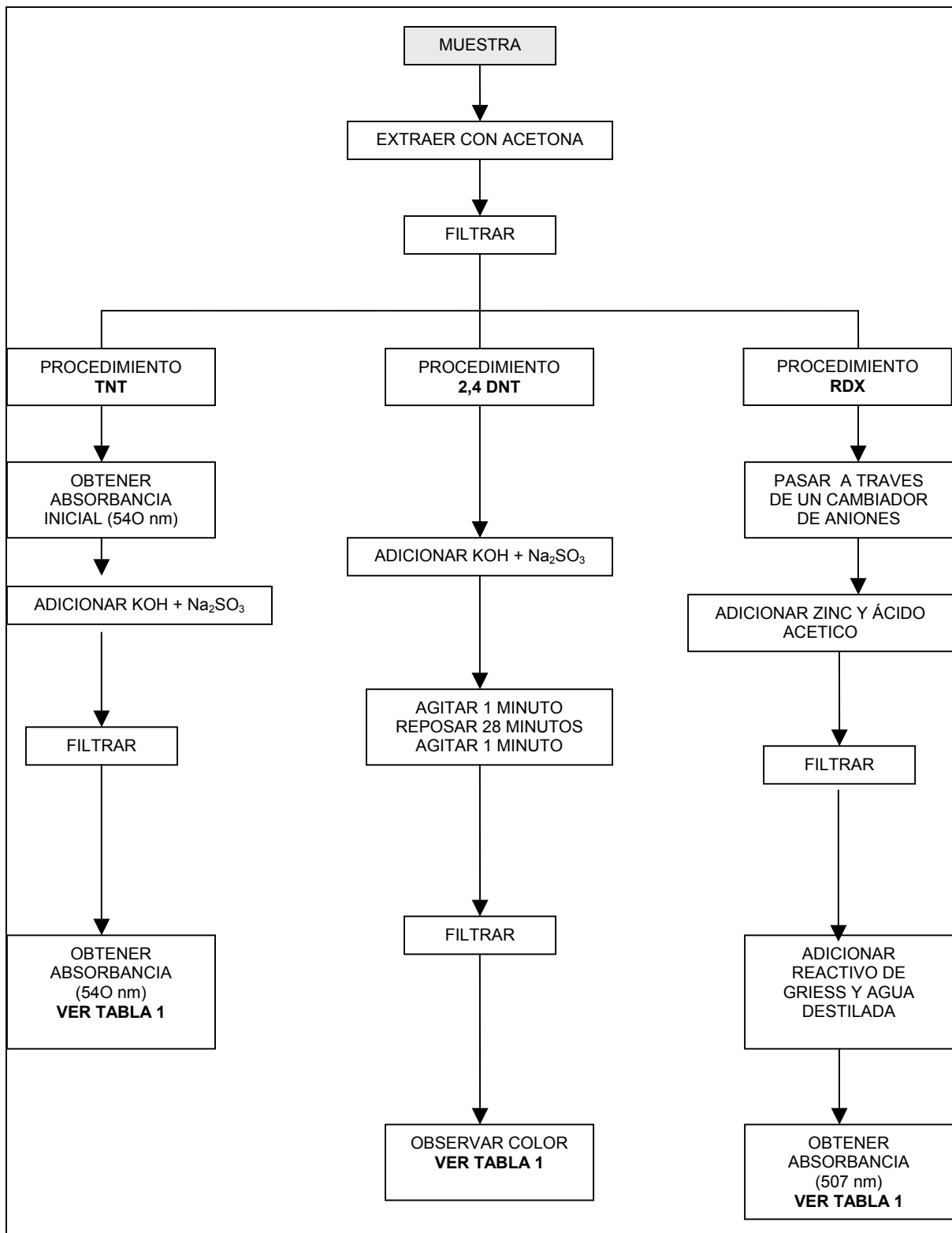


Esquema 25.

* Referencia bibliográfica

9.2.9 EXPLOSIVOS ⁴¹

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones para identificar explosivos o restos de estos encontrados en el lugar donde se llevo a cabo una deflagración (esquema 26 y tabla 1).



Esquema 26

Tabla de colores y λ máx. para soluciones de explosivos en acetona y compuestos relacionados : KOH y Sulfito de Sodio; Zinc y Ácido Acético seguido del Reactivo de Griess.

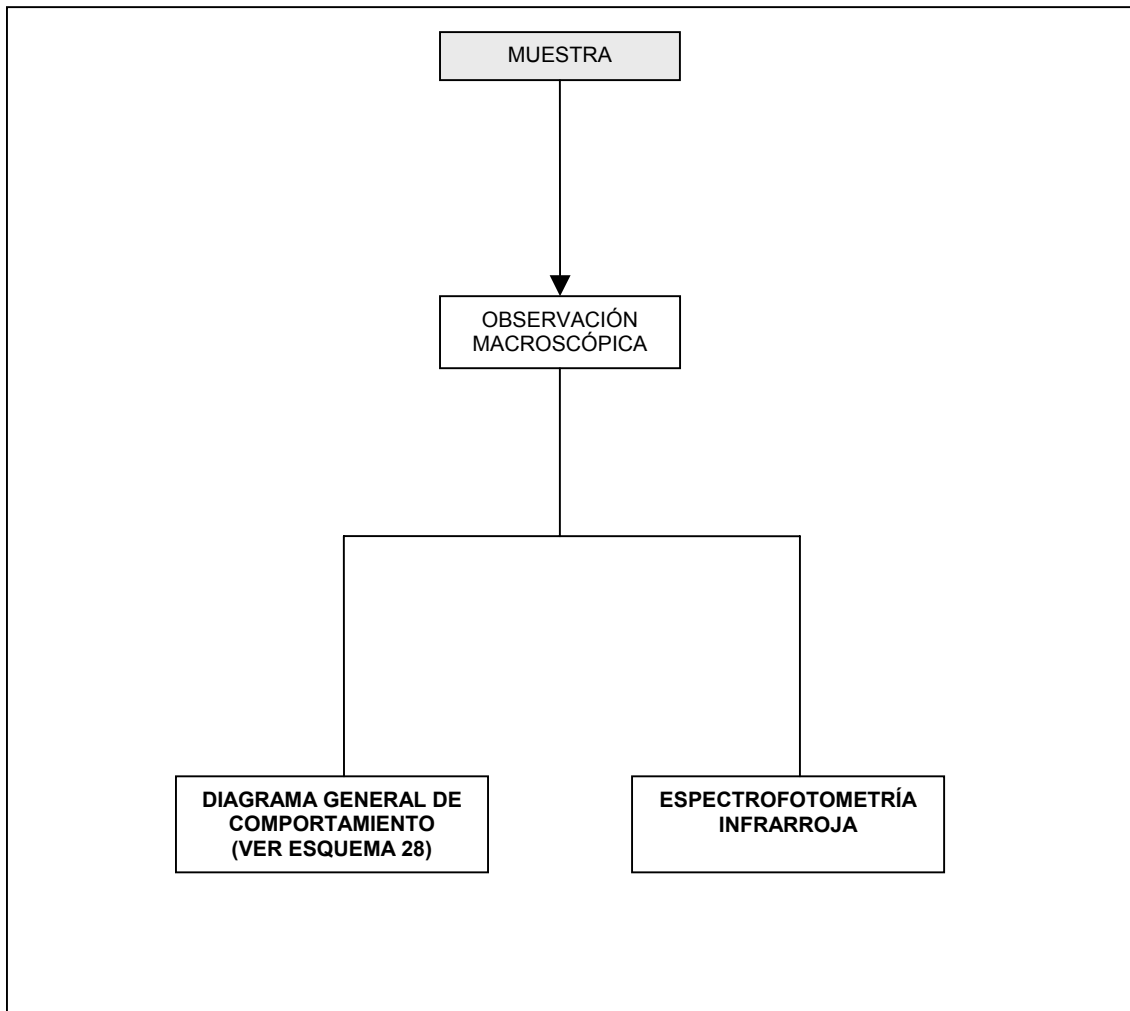
COMPUESTO	KOH+Na ₂ SO ₃		ZINC MAS ÁCIDO ACETICO, REACTIVO DE GRIESE	
	COLOR OBSERVADO	λ máx. (400-600 NM)	COLOR OBSERVADO	λ máx. (400-600 NM)
1,3-Dinitrobenceno	Púrpura	570	No	-
2,4-Dinitrotolueno	Azul	570	No	-
2,6-Dinitrotolueno	Púrpura- Rosado	550	No	-
1,3,5-trinitrobenceno	Rojo	460, 560	No	-
Tetral	Naranja Amarillo	460, 550	Rosa	507
2,4-Amino-DNT	pálido	400	No	-
4-Amino-DNT	No	-	No	-
Nitroglicerina	No	-	Rosa	507
PENT	No	-	Rosa	507
RDX	No	-	Rosa	507
HMX	No	-	Rosa	507
Ácido Pícrico	Anaranjado- rojizo	420	No	-
2,4-Dinitrofenol	Amarillo- naranja	430	No	-
TNT	Rojo	462, 540	No	-

Tabla 1.

9.3 INORGÁNICOS

9.3.1 PLÁSTICOS ³⁷

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones las cuales permiten por medio de comparación determinar si muestras de plástico provienen de un mismo origen o bien conocer la naturaleza de un plástico (esquema 27 Y 28).



Esquema 27

DIAGRAMA GENERAL DE COMPORTAMIENTO DE LOS PLÁSTICOS ⁴²

RIGIDOS PMMA, SAN, MF, PS, EPS, PUR-R, EP, PF, UP	SEMI-RÍGIDOS POM, ABS, ABS-T, PVC-R, PA 6, PA 6/6, PBT	FLEXIBLES EVA, PVC-F, SB, TPE, PEBD, PUR-F, TPU, SI
--	---	--

TRANSPARENTES PMMA, ABS-T, PVC-F, PVC-R, SAN, SB, PC, PS, EP, UP, SI	TRANSLÚCIDOS POM, EVA, PA 6, PA 6/6, PSMI, PEAD, PEBD, UHMWPE, PP, TPU, UP-FV	OPACOS ABS, TPE, MF, PBT, PSAI, EPS, PUR-F, PUR-R, PF, SI
--	---	--

FLOTAN EN AGUA EVA, TPE, EPS, PEAD, PEBD, UHMWPE, PP, PUR-F, PUR-R	NO FLOTAN EN SOL. DE ALCOHOL EVA, TPE, PEAD	FLOTAN EN SOL. DILUIDA DE SAL ABS, ABS-T, SAN, SB, PS, PSMI, PSAI	FLOTAN EN SOL. CONC. DE SAL PMMA, PVC-F, PA 6, PA 6/6, PC	NO FLOTAN POM, PVC-R, MF, PBT, TPU, EP, PF, UP, UP-FV, SI
--	--	---	---	--

DIFÍCIL DE INCENDIAR MF, PA 6, PA 6/6, PBT, PC, UHMWPE, EP, PF, SI	FÁCIL DE INCENDIAR POM, EVA, PMMA, ABS, ABS-T, PVC-F, PVC-R, SAN, SB, TPE, PS, PSMI, PSAI, EPS, PEAD, PEBD, PP, PUR-F, PUR-R, TPU, UP, UP-FV
--	---

CONTINÚA ARDIENDO POM, EVA, PMMA, ABS-T, SAN, SB, TPE, PS, PSMI, PSAI, EPS, PEAD, PEBD, UHMWPE, PP, PUR-F, PUR-R, TPU, EP, PF, UP, UP-FV, SI	AUTOEXTINGUE PVC-F, PVC-R, MF, PA 6, PA 6/6, PBT, PC, EP, PF, SI
---	---

FLAMA AMARILLA PMMA, ABS, ABS-T, PVC-F, PVC-R, SAN, SB, TPE, MF, PBT, PC, PS, PSMI, PSAI, EPS, PUR-F, PUR-R, TPU, EP, PF, UP, UP-FV, SI	FLAMA AZUL POM, EVA, PA 6, PA 6/6, PEAD, PEBD, UHMWPE, PP
---	--

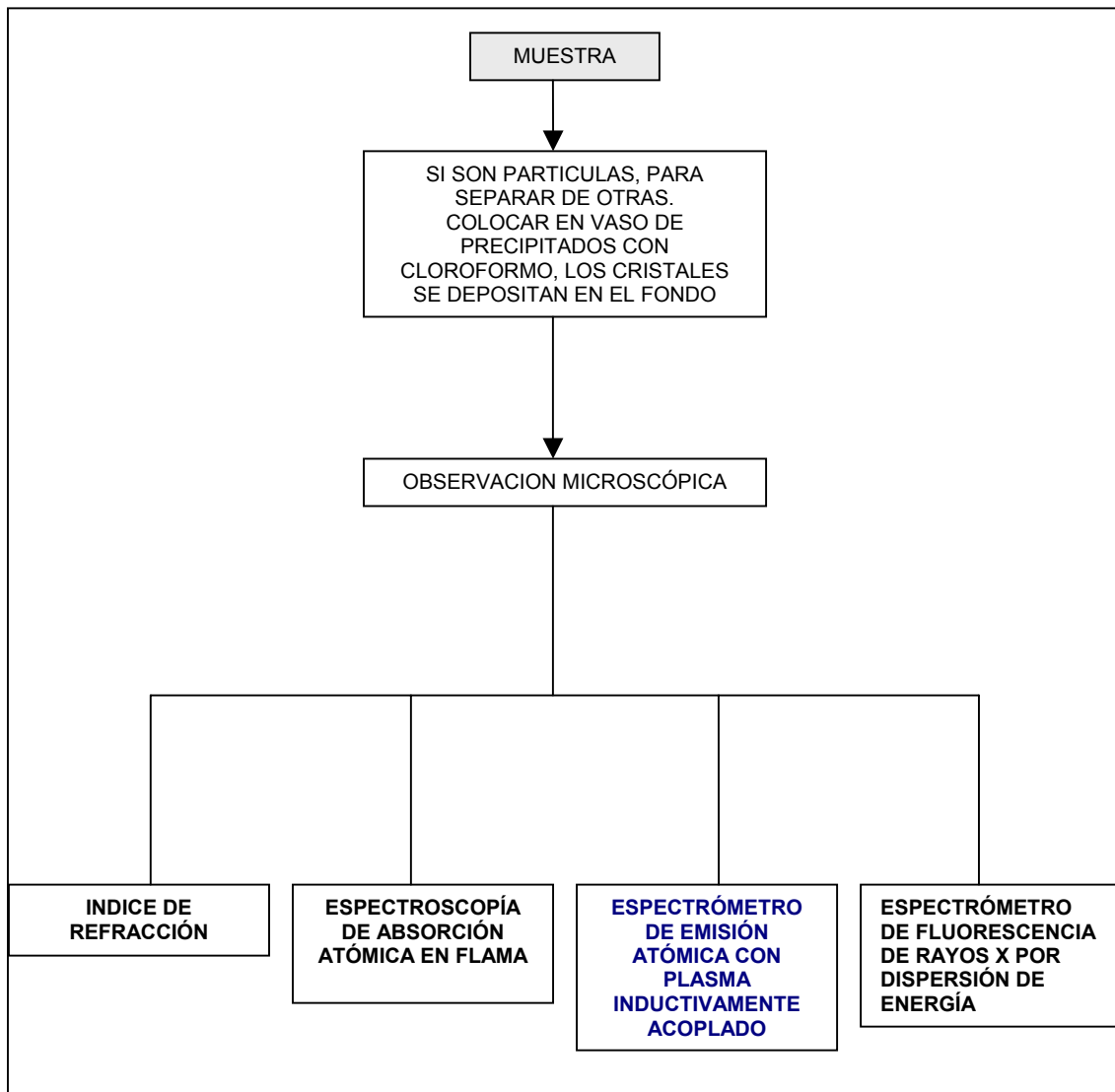
FUNDEN ABS, ABS-T, PVC-F, PVC-R, SAN, SB, PC, PS, PSMI, PSAI	FUNDEN Y GOTEAN POM, EVA, PMMA, TPE, PA 6, PA 6/6, PBT, EPS, PEAD, PEBD, UHMWPE, PP, TPU	CARBONIZAN MF, PUR-F, PUR-R, EP, PF, UP, UP-FV, SI
--	--	---

HUMOS BLANCOS POM, EVA, PMMA, MF, PA 6, PA 6/6, PEAD, PEBD, UHMWPE, PP, PUR-F, TPU, SI	HUMOS NEGROS (DESPRENDEN HOLLÍN) PS, PSMI, PSAI, EPS, PUR-R, EP, PF, UP, UP-FV, ABS, ABS-T, PVC-F, PVC-R, SAN, SB, TPE, PBT, PC
---	---

Esquema 28.

9.3.2 CRISTALES (VIDRIOS) ⁴³

El esquema analítico propuesto, incluye determinaciones las cuales permiten por medio de comparación determinar en cristales si provienen de un mismo origen y además conocer la composición elemental de un cristal (esquema 29).



Esquema 29.

10. ANÁLISIS DE RESULTADOS

De las técnicas encontradas en la bibliografía se hizo una selección en la cual la metodología sea aplicable para laboratorios que cuentan con menos equipos y sea posible la identificación de la sustancia problema, y la confirmación y cuantificación con equipos más completos para los laboratorios que cuentan con ellos.

La guía planteada comprende en una forma sencilla y práctica la metodología a seguir para la identificación química de indicios, tomando en cuenta que debe realizarse en un tiempo corto y con un alto grado de especificidad, siendo la aportación del presente trabajo contribuir a la simplificación en el tiempo de búsqueda de las técnicas utilizadas para la identificación química de indicios.

En los casos de drogas y tóxicos es posible dado su naturaleza realizar una secuencia de determinaciones hasta la identificación de los compuestos mas representativos en criminalística.

En el caso de indicios de origen biológico se enlistan las técnicas de identificación desde lo elemental hasta la identificación mas especifica que existe.

Para la identificación de vegetales se anexaron fotos de las plantas más significativas en criminalística para realizar una comparación visual.

En el caso de fibras y plásticos se proponen marchas para su identificación de acuerdo a ciertas características y comportamiento que presentan y para el resto de los indicios se enlistan las determinaciones específicas para su identificación y comparación contra una referencia.

11. CONCLUSIONES

La importancia de la identificación del indicio es vital en el laboratorio de química legal, pero más importante es la asociación de este indicio con un presunto responsable.

El identificar un elemento aislado, una sustancia, un tipo de suelo, una fibra, un rastro de pintura, por ejemplo es de suma importancia porque puede dar a los investigadores elementos para indagar más sobre un hecho ocurrido, pero definitivamente la comparación del indicio contra una contraparte encontrada en un individuo o un sitio, es la herramienta crucial para resolver un ilícito o hecho delictivo.

La aportación de este trabajo es proporcionar elementos para simplificar el tiempo en la identificación química de un indicio.

Otro factor muy importante que incide directamente en el desarrollo del proceso de identificación es el efectuar en forma adecuada el levantamiento del indicio, su embalaje e identificación (cadena de custodia), para que en el laboratorio los indicios que se reciban preserven las características originales y realmente sea de utilidad su análisis para la investigación.

12. BIBLIOGRAFIA

1. Código Penal Federal, México, Libuk, 2007
2. Código Penal del Estado de México, Publicada en la Gaceta del Gobierno el 5 de septiembre del 2007.
3. González García Rocío Esther, La Prueba Pericial, Revista Jurídica Año 5, No. 47, Oct-Dic 2005, 1-12.
4. Nuevo Código Penal para el Distrito Federal, México, Editorial SISTA, 2003.
5. Moreno González Rafael, Los indicios biológicos del delito, INACIPE, México 2000.
6. Geoffrey Davies, Criminalistics, Analytical Chemistry, Vol. 47 No. 3, march 1975, p 318-329.
7. Moreno González Rafael, Compendio de Criminalística, 3a edición, México, Ed. Porrúa, 2000.
8. Vargas Alvarado Eduardo, Medicina Forense y Deontología Médica, México, Editorial Trillas, 1991.
9. Sosa Juventino Montiel, Manual de Criminalística, Tomo 1, México, Ediciones Ciencia y tecnología, 1987.
10. Saferstein Richard *Ph.D.*, Criminalistics and Introduction to Forensic Science Sixht edition, Upper Saddle River, New Jersey, 1988, p 1-35, 97-128.
11. Balística Forense, Dirección Nacional Cuerpo Técnico de Investigación, Fiscalía General de la Nación, Imprenta Nacional de Colombia, 2005, p 16-18.
12. Andrasko J. *Ph.D.* and Maehly A.C. *Ph.D.*, Detection of Gunshot Residues on Hands by Scanning Electrom Microscopy, Journal of Forensic Sciences Vol.22, No. 2, 1977, p 279-286.
13. Brettell T.A., Saferstein R., Forensic Science, Analytical Chemistry, Vol. 69 No. 12, 1997, p 123R-143R.
14. Química Forense, Dirección Nacional Cuerpo Técnico de Investigación, Fiscalía General de la Nación, Imprenta Nacional de Colombia, 2005, p 10-13.
15. Eigel F., Anger V., Pruebas a la gota en Análisis Orgánico, Manual Moderno, México 1978.

16. Shriner R. L., *Identificación Sistemática de Compuestos Orgánicos*, Limusa-Wiley, México 1996.
17. *Handbook of Forensic Services*, U.S. Department of Justice; Federal Bureau of Investigation, 2003.
18. Gianelli P.C., *Legal Aspects of Obtaining Evidence for Analysis by Forensic Techniques*, *Journal of Forensic Science*, Vol.19, No. 3, 1974, p 428-440.
19. Gaenssien R.E., Kubic T.A., Desio P.J, Lee H.C., *Instrumentation and Analytical Methodology in Forensic Science*, *Journal of Chemical Education*, Vol. 62, No. 12, December 1985, p 1058-1063.
20. Sheehan F. X. and Kobilinsky L., *Human Blood Identification: A Forensic Science Approach*, *Journal of Chemical Education*, Vol. 61 No. 6 June 1984. p 542-546.
21. Robert R.J. Grispino, *Serological Evidence in Sexual Investigations*, *FBI Law Enforcement Bulletin*, October 1990, p 14-20.
22. Johnson D.W., Gunn A.B., *Dangerous Drugs: Adulterants, Diluents, and Deception in Street Samples*, *Journal of Forensic Science*, Vol. 17, No. 4, 1972, p 629-639.
23. Beauchaine J.P., Peterman J.W., Rosenthal R.J., *Applications of FT-IR/Microscopy in Forensic Analysis*, *Mikrochim Acta [Wien]* 1988, I, p 133-138.
24. Zonderman J., *Laboratorio de Criminalística*, Ed. Limusa, México 1993, p 33-53
25. Kolia P., *Detecting Hidden Explosives*, *Analytical Chemistry*, Vol. 67 No. 5 March 1, 1995, p 185A-190A.
26. Rosen S.I., *Identification of Primate Hair*, *Journal of Forensic Science*, Vol. 19, No. 1, 1974, p 109-112.
27. Velapoldi R.A. *Ph.D*, and Wicks S.A. *M.S.*, *The Use of Chemical Spot test Kits for the Presumptive Identification of Narcotics and Drug of Abuse*, *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 19, No. 3, 1974, p 636-656.
28. Clark C.C., *A Study of Procedures for the Identification of Heroin*, *Journal of Forensic Sciences*, Vol. 22, No. 2, 1977, p 418-428
29. Etchevers J. D. 1988. *Análisis químico de suelos y plantas*. Centro de Edafología. Colegio de Posgraduados, Chapingo, Estado de México.

30. Lumdila Holkova, Química Analítica Cualitativa teoría y práctica, Editorial Trillas 1993, p 111-114.
31. Boggiano Elba, *Cátedra de Toxicología y Química Legal, Seminarios* [en línea] Universidad de la Plata, Facultad de Ciencias Exactas [Argentina] <<http://www.biol.unlp.edu.ar/toxicologia/seminarios/guiasem.html>>[Consulta: 6 agosto 1997].
32. Saferstein Richard *Ph.D.*, Forensic Science Handbook, Volume1, 2a edition, Upper Saddle River, New Jersey, 2002.
33. Hackett L.P., Dusci L.J., McDonald I.A., Extraction Procedures for Some Common Drugs In Clinical and Forensic Toxicology, Journal of Forensic Sciences, Vol. 21, No. 2, 1976, p 263-274.
34. Clarke Eustace George Coverley, Isolation and Identification of Drugs in Pharmaceuticals: Body fluids and post-mortem material, Pharmaceutical Press, London 1969, p 893.
35. Laing D.K., Paint examination using thin paint sections, Forensic Science International, 46, 1990, p 37-39.
36. Spencelayh M.J., Tracing elements to find hit-and-run vehicles, Chemical Technology, 2066, 3, T9-T12.
37. Saferstein Richard, Clifton Meloan E., Laboratory Manual: Sixth Edition Criminalistics and Forensic Science, Upper Saddle River, New Jersey: Prencite Hall 1998, p 237.
38. Shaler C. Robert and Prichard W.W., Fiber Analysis: An Evaluation of Existing Methods, Journal of the AOAC, Vol. 55 No. 4, 1972, p 832-833.
39. De Forest P.R., Morton C.V., Henderson R.A., Microscopic Morphology of Marijuana Ash, Journal of Forensic Sciences, Vol.19, No. 2, 1974, p 372-378.
40. Pitt C.G., Hendron R.W., Hsia R.S., The Specificity of the Duquenois Color Test for Marihuana and Hashish, Journal of Forensic Sciences, Vol. 17, No. 4, 1972, p 692-700.
41. Jehuda Yinon, Forensic and Environmental Detection of explosives, John Wiley & Sons. Ltda., New York 1999, p 186-219.
42. Instituto Mexicano del Plástico Industrial, Kit para la Identificación de Plásticos, Diagrama General de Comportamiento (Tabla).

43. Buscaglia J.A., Elemental analysis of small glass fragments in forensic science, *Analytical Chemical Act*, 288, (1994) 17-24.

13. ANEXOS

13.1 IMÁGENES DE VEGETALES

a) Marihuana



Cannabis sativa

Cannabis indica

b) Peyote



Lophophora williamsii

c) Hongos



Psilocybe mexicana, *Panaeolus sphinctrinus*, *Psilocybe caerulescens*
Hongos Alucinógenos (principios activos: psilocibina y psilocina)



Psilocybe wasonni, "Monguis", *Psilocibe semilanceata*
Hongos Alucinógenos (principios activos: psilocibina y psilocina)



Gymnopylus spectabilis, *Stropharia cubensis*
Hongos Alucinógenos (principios activos: psilocibina y psilocina)



Gymnopylus spectabilis, Stropharia cubensis
Hongos Alucinógenos (principios activos: psilocibina y psilocina)

d) Amapola



Papaver somniferum

e) Hojas de Coca



f) *Ephedra vulgaris*



g) *Claviceps purpurea*



13.2 GLOSARIO

2,4 DNT.- 2,4-Dinitrotolueno

ABO.- Sistema sanguíneo de hemoclasificación, por antígenos.

ADN.- Ácido desoxirribonucleico

EMIT.- Inmunoensayo de enzima múltiple

GC.- Cromatografía de gases

HPLC.- Cromatografía líquida de alta resolución

LSD.- Dietilamina de ácido lisérgico

MDA.- 3,4 metileno-dioxi-amfetamina

MS.- Espectroscopia de masas

RDX.- Ciclotrimetilenetrinitramina

RIA.- Radio inmuno análisis

STP.- 2,5-dimetoxi-4-metilamfetamina

TLC.- Cromatografía en capa fina

TNT.- Trinitrotolueno

UV.- Espectroscopia Ultravioleta

(Plásticos)

ABS.- Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno

ABS.- Acrilonitrilo-Butadieno-Estireno Transparente

EP.- Resina Epoxi

EPS.- Poliestireno Expandible

EVA.- Etileno y Acetato de Vinilo

MF.- Melamina

PA 6.- Nylon 6

PA 6/6.- Nylon 6/6

PBT.- Polibuteno-Tereftalato

PC.- Policarbonato

PEAD.- Polietileno Alta Densidad

PEBD.- Polietileno Baja Densidad

PF.- Resina Fenólica

PMMA.- Acrílico

POM.- Acetal

PP.- Polipropileno

PS.- Poliestireno Cristal

PSAI.- Poliestireno Alto Impacto
PSMI.- Poliestireno Medio Impacto
PUR-F.- Poliuretano Espuma Flexible
PUR-R.- Poliuretano Espuma Rígida
PVC-F.- Cloruro de Polivinilo Flexible
PVC-R.- Cloruro de Polivinilo Rígido
SAN.- Estireno-Acrilonitrilo
SB.- Estireno-Butadieno
SI.- Silicón
TPE.- Hule Termoplástico Olefínico
TPU.- Poliuretano Termoplástico
UHMWPE.- Polietileno Ultra Alto Peso Molecular
UP.- Resina Poliéster Cristal
UP-FV.- Resina Poliéster con Fibra de Vidrio
UP-FV.- Resina Poliéster Cristal