

**UCASAL**



**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA  
- DELEGACIÓN JUJUY-**

**Facultad de Ciencias Jurídicas**

**Carrera: Licenciatura en Criminalística**

**TRABAJO FINAL DE INVESTIGACION**

***PALINOLOGIA FORENSE***

**Autora: Lis Anahí Guzmán**

**Director: Lic. Daniel Hugo Bejarano**

**SAN SALVADOR DE JUJUY**

**ARGENTINA**

**2017**

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE SALTA  
DELEGACIÓN JUJUY  
LICENCIATURA EN CRIMINALISTICA  
TRABAJO FINAL DE INVESTIGACION

Autora

LIS ANAHI GUZMAN



## **AUTORIDADES**

### **RECTOR**

Ing. Rodolfo Gallo Cornejo.

### **VICERRECTORA ACADÉMICA**

Mg. Constanza Diedrich.

### **VICERRECTOR ADMINISTRATIVO**

Lic. José Cabrerizo.

### **VICERRECTOR DE FORMACIÓN**

Pbro. Dr. Cristian Arnaldo Gallardo.

### **VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO**

Dr. Federico Colombo Speroni.

### **DECANO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS JURÍDICAS**

Dr. Omar Alberto Carranza.

### **SECRETARIA ACADÉMICA**

Dra. Virginia María Diez Gómez Longarte.

### **JEFE DE LA CARRERA DE LICENCIATURA EN CRIMINALÍSTICA**

Lic. Roberto Washington González

### **DELEGADO RECTORAL JUJUY**

Lic. Castanetto Sergio.

### **COORDINADORA ACADEMICA**

Mgter. Mamaní Claudia.

## **PREFACIO**

Este trabajo es presentado como parte de los requisitos para optar al grado Académico de Licenciatura en Criminalística, de la Universidad Católica de Salta, delegación San Salvador de Jujuy, y no ha sido presentada previamente para la obtención de otro título en esta Universidad u otra.

La misma contiene los resultados obtenidos en investigaciones llevadas a cabo en el ámbito de la universidad, Dirección de Criminalística de la Policía de la Provincia de Jujuy, durante el período comprendido entre Marzo y Noviembre del año 2016, bajo la dirección del Licenciado en Criminalística Daniel Hugo Bejarano, profesor de las cátedras Documentología I y II en la respectiva casa de estudios y Comisario Mayor de la Policía de la Provincia de Jujuy.

Lis Anahí Guzmán.

*A mis padres, por brindarme las herramientas para poder estudiar, por contar con su apoyo incondicional, este logro no es solo mío, sino también de ustedes, los amo*

## AGRADECIMIENTOS

En primer lugar agradecer a Dios por permitirme vivir este maravilloso momento; a la virgen de Punta corral de mi bello pueblo Tumbaya, que me ha acompañado en este camino.

A mis padres, en especial a mi madre Tina, pilar fundamental de mi vida, que me ha brindado siempre su apoyo, gracias por la paciencia, comprensión y contención, quiero que se sienta orgullosa de este logro que hoy me complace obtener.

A mí querido hermano Daniel por su apoyo y compañía de todos estos años.

A mis compañeras/os de la universidad, por compartir maravillosos momentos junto a mí, los quiero!

A los que fueron mis profesores, por brindarme sus conocimientos, por impulsarme e inculcarme las bases de lo que será mi profesión.

Al Lic. Daniel Hugo Bejarano, director del presente estudio investigativo; y al Lic. Ignacio Bejarano agradecida de haber contado con su apoyo desinteresado para la confección de este trabajo, muchas gracias por haberme guiado.

A la Dra. Sara Cabezas, porque cuando muchos me negaban su ayuda, ella colaboro de manera gentil y desinteresada conmigo.

A todos... se los agradezco.

## ÍNDICE

CONTENIDO.	PÁGINA.
1- INTRODUCCIÓN.....	pág. 1.
2- TEMA	
2.1- Planteamiento del problema.....	pág. 2.
2.2- Interrogantes de investigación.....	pág. 3.
2.3- Objetivo general.....	pág. 3.
2.4- Objetivos específicos.....	pág. 4.
2.5- Palabras claves.....	pág. 4.
3- MARCO TEÓRICO.	
3.1- Estado del arte.....	pág. 4.
3.2- Marco conceptual.....	pág.16.
3.3- Marco Metodológico.....	pág.79.
4- RESULTADOS Y DISCUSION.....	pág.84.
5- CONCLUSIONES.....	pág.112.
6- BIBLIOGRAFIA.....	pág.115.
7- ANEXOS.....	pág.121.



## 1- INTRODUCCIÓN.

El presente trabajo de investigación aborda el tema de palinología forense, la cual constituye una ciencia auxiliar de la criminalística, a la que se le atribuye el término forense por su aplicación al campo judicial-investigativo, dado de que ésta estudia los restos microscópicos de origen vegetal o animal presentes en las muestras relacionadas con un delito<sup>1</sup>.

Desde estas consideraciones se puede establecer un vínculo entre la palinología y la criminalística. Así surge la inquietud de investigar la relación que establecen los profesionales en criminalística de la policía de la provincia de Jujuy, específicamente el personal profesional de la dirección de criminalística, entre la palinología y la aplicación de protocolos de recolección y preservación de muestras en casos de muertes de orígenes dudosos ocurridos en la provincia.

Este estudio empleó una metodología cualitativa-interpretativa-descriptiva. Como técnicas de recolección de datos se realizaron entrevistas semiestructuradas a los profesionales en criminalística para a través de ello conocer el significado que estos le asignan a la palinología en los procesos de colección y resguardo de muestras en casos de muertes de orígenes dudosos. Así también, a través de la observación no participante y el análisis de expedientes o documentos de casos de muertes de origen dudosos, se conocieron los procedimientos de recolección y preservación de muestras utilizados frecuentemente en estos hechos y los modos de tratamiento de las evidencias colectadas del lugar de los hechos. Dando así respuesta a los interrogantes que plantea la investigación.

---

<sup>1</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense: ignorada fuente de evidencias policiales. *Ciencia Policial*, 110, pág.96.



## **2- TEMA: PALINOLOGÍA FORENSE.**

### **2.1- PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.**

Habiendo realizado una primera aproximación de tipo exploratoria, se pudo detectar que en la provincia de Jujuy, las modalidades de colección y resguardo de las muestras se realizan según la naturaleza de la misma, empleando medidas de bioseguridad, técnicas, metodología, instrumentos, recipientes, entre otras, como lo marcan los protocolos tradicionales en la criminalística.

Las observaciones realizadas mostraron que:

Se levantan muestras de restos biológicos, residuos de disparo de armas de fuego, se recolectan muestras en tubos de ensayo, rastros, residuos en cintas adhesivas, elementos materiales probatorios del suelo, distintos indicadores del cuerpo de la víctima, evidencia del uso de armas de fuego y uso de armas blancas.

Estos datos iniciales permiten plantear el problema de investigación enunciado en términos de:

¿Qué relación establecen los profesionales en criminalística de la policía de la provincia de Jujuy, entre la palinología y la aplicación de protocolos para la recolección y preservación de las muestras en casos de muertes de orígenes dudosos ocurridos en la provincia de Jujuy entre los años 2010-2015?



## **2.2- INTERROGANTES DE INVESTIGACIÓN.**

- ¿Qué significados le asignan a la palinología los profesionales en Cs. Criminalísticas de la policía de la provincia de Jujuy en el proceso de toma y resguardo de muestras?
  
- ¿Qué procedimientos técnicos-científicos-legales utilizan para recolección, resguardo de las muestras?
  
- ¿Cuáles son los modos más frecuentes de tratamiento de esas muestras?

## **2.3- OBJETIVO GENERAL.**

Analizar la relación que establecen los profesionales en criminalística de la policía de la provincia de Jujuy, entre la palinología y la aplicación de protocolos para la recolección y preservación de las muestras en casos de muertes de orígenes dudosos ocurridos en la provincia de Jujuy entre los años 2010-2015.

## **2.4- OBJETIVOS ESPECIFICOS.**

- Identificar los significados que le asignan a la palinología los profesionales en Cs. Criminalísticas de la Policía de la provincia de Jujuy en el proceso de toma y resguardo de muestras.



- Describir los procedimientos técnicos-científicos-legales que utilizan para recolección, resguardo de las muestras en casos de muerte de origen dudoso.
  
- Describir los modos más frecuentes de tratamiento de esas muestras en casos de muerte de origen dudoso.

**2.5- PALABRAS CLAVES:** criminalística- palinología- protocolo de recolección y preservación- muertes de orígenes dudosos.

### **3- MARCO TEÓRICO.**

#### **3.1- ESTADO DEL ARTE.**

Las investigaciones sobre el tema son numerosas. Uno de los primeros trabajos realizados fue de Wiltshire, Patricia E.J. y Black, Sue (2006)<sup>2</sup> que estudiaron el enfoque cribiforme a la recuperación de pruebas palinológicas de los cornetes de víctimas de asesinato.

En este estudio se expresa que las fosas nasales además de ser la ruta para el intercambio gaseoso, se encargan también de proteger los pulmones de los desechos y partículas finas inhaladas durante la respiración. Las partículas extrañas son atrapadas por moco producido por las membranas que recubren el tracto

---

<sup>2</sup> Wiltshire, Patricia E.J. y Black, Sue (2006). El enfoque cribiforme a la recuperación de pruebas palinológicas de los cornetes de víctimas de asesinato. *Forensic Science International* 163, número 3, Págs. 224–230.



respiratorio superior. Incluso cuando un cadáver tiene un esqueleto, las partículas pueden ser recuperados de la superficie de los huesos nasales y pueden proporcionar una valiosa evidencia de acontecimientos que conducen a la muerte de una víctima de asesinato. En este trabajo, se ofrece una breve descripción anatómica de las partes de los conductos nasales que producen la mayor parte de la información, los métodos para la extracción de las pruebas, y una breve descripción de un caso en el que tal evidencia ha demostrado su utilidad. (Traducción automática de inglés a español).

Por su parte Mildenhall D.C (2006)<sup>3</sup> perteneciente al Instituto de Ciencias Geológicas y Nucleares, Lower Hutt de Nueva Zelanda en su investigación habla sobre cómo el polen *Hypericum* determina la presencia de ladrones en la escena de un crimen: Un ejemplo de palinología forense.

Relata que dos hombres intrusos entraron en una casa en la que la única ocupante femenina dormía después de haber dejado la puerta trasera abierta para el regreso de su novio. Se despertó y vio a los extraños en su habitación. Los intrusos huyeron, dejando una chaqueta en el suelo de la cocina. Uno de los intrusos posteriormente volvió a recuperar su chaqueta, pero en su prisa por salir de la casa, rozó un florecimiento de arbusto *hypericum* creciendo en las afueras de la puerta de atrás. Un sospechoso fue detenido ese mismo día y acusado de asalto contra el pudor de una mujer y robo, pero negó cualquier implicación y se negó a nombrar a cualquier asociado.

Un día después del hecho se tomaron la ropa del sospechoso para el examen forense. El análisis polínico de las partes seleccionadas de la ropa demostró que sus

---

<sup>3</sup> Mildenhall, D.C (2006). *Hypericum* polen determina la presencia de ladrones en la escena de un crimen: Un ejemplo de palinología forense. *Forensic Science International*. Volumen 163, Número 3, páginas 231-235.



pantalones de chándal contenían 14% de polen *Hypericum*, chaqueta de mezclilla 24%, y la camisa de polo del 27,5%. Las huellas del polen *Hypericum* se produjeron en otros artículos. La mayoría de estos granos de polen todavía tenían sus contenidos celulares, fueron conservados y en la ropa se encontraron grupos consistentes que indican haber sido recientemente recogidos por la ropa y no haber sido dispersados de forma aérea. El polen de la *Hypericum Bush* fue idéntico en color, la forma, el desarrollo y la escala de tamaño al polen de la ropa. La ropa tenía tanto polen *Hypericum* que tenían que haber estado en contacto directo e íntimo con un arbusto de flores.

El polen es la evidencia circunstancial por su naturaleza y, a menudo no se puede utilizar por sí solo para condenar, o de manera más estricta para determinar la verdad. El sospechoso pudo haber estado en contacto con *Hypericum* en otros lugares, pero las investigaciones detalladas indicaron que esto era poco probable. En 30 años de trabajo forense de Nueva Zelanda *Hypericum* solamente nunca se había encontrado en la ropa en cantidades traza. Esto no es más que una forma en que la palinología forense puede ayudar a los organismos encargados de hacer cumplir la ley para determinar la historia detrás de la acción penal, y demuestra que la palinología forense debe ser considerada como una parte integral de cualquier investigación criminal. (Traducción automática de inglés a español).

A su vez el mismo autor Mildenhall D.C (2006)<sup>4</sup> confecciona otro documento donde expresa como el aspecto inusual de un tipo de polen común indica la escena del crimen.

En el mismo manifiesta que Palinología forense es una fuente útil de pruebas en los casos de violencia cometidos en un lugar abierto. Una niña fue secuestrada

---

<sup>4</sup> Mildenhall D.C (2006). Un aspecto inusual de un tipo de polen común indica la escena del crimen. *Forensic Science International*. Volumen 163, Número 3, págs. 236-240.



de la calle, amenazada y brutalmente violada. Durante la investigación el lugar exacto de la violación se convirtió en un problema. Creciendo alrededor de la escena identificada por la víctima se identifica arbustos Coprosma, una planta de Nueva Zelanda común y que produce polen abundante, fácilmente dispersadas por el viento. Abundante pólen Coprosma fue encontrado en la escena. El polen era inusual, ya que el sitio era muy húmedo, es fomentar el crecimiento de hongos, y las hifas fúngicas habían penetrado en los poros de muchos de los granos de polen tricolporado. Algunos granos tenían esporas fúngicas dentro. Pólen coprosma idéntico en características preservacional y la morfología de los de la escena y que contiene hifas de los hongos y las esporas se encontraron en número considerable en la ropa de la víctima. Esto y raros granos de polen coprosma y hongos permanecen recuperado de muestras vaginales proporcionado pruebas de que ella había estado en la escena en la que afirmó haber sido violada.

La diversidad de tipos de polen recuperado de la ropa en este caso es una prueba más de la utilidad de la ropa en recoger y retener el polen de las escenas del crimen y que la tinción evidente en la ropa no es un pre-requisito para una buena recuperación de polen. También demuestra la importancia de la recogida de muestras de diferentes partes de la misma prenda con el fin de obtener una imagen completa de los acontecimientos desde diferentes partes de una prenda de vestir pueden entrar en contacto con diferentes plantas o diferentes partes de la planta en una pelea. También se demostró que el material probatorio significativo puede ser recogido del cuerpo, en este caso a partir de frotis vaginal de la víctima. La palinología forense debe ser considerada en todos los casos de asalto violento, especialmente, pero no exclusivamente, cuando se ha producido en una zona abierta sujeta a un amplio asentamiento de polen. (Traducción automática de inglés a español).



Asi también Korejwo, David A., Webb, J. Blakely, Willard, Debra A. y Sheehan, Thomas P. (2006)<sup>5</sup>, en su estudio titulado Análisis de polen: una disciplina poco utilizada en la Comunidad Forense Ciencias de EE.UU.

Exponen un estudio de caso, a partir de un secuestro que incluyó el análisis de suelos y polen llevado a cabo por la FBI y el Servicio Geológico de Estados Unidos (USGS).

Dicho caso se desarrolla el 04 de julio de 2003, cuando Manuel Gehring secuestra a su hija e hijo en New Hampshire, ante el temor de una posible pelea por la custodia con su ex esposa, Gehring disparó sus hijos y condujo a través del país. Seis días más tarde, Gehring fue arrestado en California.

Él confesó haber matado a sus hijos, y dijo a los investigadores que enterró los cuerpos de los niños en una remota ubicación junto a la Interestatal 80.

Gehring proporciona descripciones detalladas sobre la tumba, pero sostuvo que no podía recordar donde enterró los cuerpos. Los investigadores se centraron en la búsqueda de un esfuerzo de 700 millas tramo de la I-80 al oeste de Grove City, Pennsylvania, donde había comprado Gehring implementos de excavación en Home Depot, a Iowa City, Iowa, una zona geográfica diferente que contiene cambios dramáticos vegetativos.

Las etapas posteriores de la búsqueda intensificando los esfuerzos de investigación en el oeste de Ohio e Indiana oriental. Gehring suicidado en su celda de la prisión en febrero de 2004 antes de que pudiera ser sometido a juicio y antes de que los cuerpos de sus niños fueran localizados.

Los geólogos del grupo Mineralogía del FBI recibieron las dos palas que Gehring había comprado en Grove City, Pennsylvania, así como recuperaron los restos del tren de aterrizaje de la furgoneta de Gehring.

---

<sup>5</sup>Korejwo, David A., Blakely Webb, Jodi, Willard, Debra A. y Sheehan, Thomas P. (). Pollen Analysis: An Underutilized Discipline in the U.S. Forensic Science Community. Virginia, Estados Unidos. Págs. 1-10.



Ellos se encargaron de determinar la fuente de la tierra recuperada de los implementos y de la furgoneta. Exámenes mineralógicos sobre la limitada cantidad de restos recuperados fueron concluyentes. Los escombros contenían minerales comunes (cuarzo, calcita, etc.) y los desechos del camino, indicativo de un urbano / carretera medio ambiente (perlas de pintura reflectante, las partículas de pintura, asfalto, etc.).

El FBI procedió a un examen de polen con la ayuda de la USGS en Reston, Virginia.

El polen se extrajo del suelo y de las herramientas recuperadas, como así también del tren de aterrizaje de la furgoneta. Los Palinólogos USGS procesaron, identificaron y analizaron los conjuntos polínicos de cada elemento, componentes dominantes y de diagnóstico se identificaron con los conjuntos polínicos dominada por polen de los árboles. Varias especies de plantas de humedales se representaron también. Estos conjuntos eran referenciados contra los mapas modernos de distribución de polen. El análisis concluyó que la fuente más probable de los conjuntos polínicos recuperados de los artículos era una región del noreste de Ohio entre Cleveland y la frontera entre un área geográfica Pennsylvania opuesta de donde eran anteriores esfuerzos de búsqueda centrado en el estado.

A principios de diciembre de 2005, un voluntario de búsqueda de sus esfuerzos Akronfocused Inan área a lo largo de I-80, Ruta 8 y Ruta 303 en el noreste de Ohio. Stephanie Dietrich y su perro Ricco basaron su búsqueda en los informes de investigación, incluyendo entrevistas y documentos del FBI. El 1 de diciembre, Gehring situado cuerpos de los niños en fosas ubicadas en un área remota cerca de Hudson, Ohio. La tumba coincidía con la descripción física Gehring dio a los investigadores. Geográficamente, se encuentra en Hudson el noreste de Ohio, aproximadamente a 30 millas al sureste de Cleveland y 55 millas al oeste de la frontera de Ohio-Pennsylvania. (Traducción automática de inglés a español).



Por su parte Martínez, Margarita- Sánchez, Santiago y Carrión, José (2008)<sup>6</sup>, escriben sobre la palinología y su relación con el escenario forense, en base al análisis de un caso del sureste de España.

Básicamente esta investigación plantea la utilización del análisis polínico de sedimentos como herramienta para el estudio del escenario forense. Para ello se han seleccionado 5 áreas de vegetación diferentes del sureste español en las que se han llevado a cabo recogidas de dos categorías de muestra, una del sedimento superficial y otra del sedimento depositado en la suela del calzado.

Del análisis polínico resultan 5 ambientes con características polínicas bien diferenciadas, lo que valida el método y la selección de los puntos de muestreo. Por otro lado, tanto a efectos de porcentajes predominantes como de tipos característicos, existe una correlación clara entre los espectros polínicos de ambos tipos de muestra en cada localidad, lo cual sugiere que el sedimento alojado en la suela del calzado representa una aproximación útil para la definición del contexto forense.

Así también Mariotti Lippi, M. y Mercuri, A.M. (2009)<sup>7</sup>, investigaron sobre el análisis palinológico aplicado a un caso de secuestro en Italia.

Donde el conocimiento de los ambientes que fueron el telón de fondo de los actos delictivos puede constituir una fuente de información útil para las investigaciones tanto en la fase inicial de la adquisición de pistas, tanto en la fase final para probar hipótesis o conclusiones alcanzadas. En el caso que aquí se

---

<sup>6</sup> Martínez, Margarita., Sánchez, Santiago y Carrión, José (2008). Palinología y escenario forense. Un caso de estudio del sureste de España. *Anales de Biología* 30: 43-54.

<sup>7</sup> Mariotti Lippi M. y Mercuri, A.M. (2009). Los análisis palinológico aplicados a un caso de secuestro en Italia. *GEA (giornale europeo di aerobiologia medicina ambientale e infezioni aerotrasmesse)*, 2, 34-38.



presenta, se llevaron a cabo estudios botánicos forense, el polen y algunos macro restos, en relación con un secuestro. En paralelo se realizó análisis mineralógico y petrográfico del mismo material. Las muestras analizadas fueron tomadas de material adherido al vehículo utilizado para la toma (Fender y clavijas de pasajeros) y las prendas que se apoderaron después de su liberación (Ropa y calzado). La información obtenida se relaciona con los movimientos y el paradero de los secuestrados y los secuestradores. (Traducción automática de italiano a español).

Como así también Accorsi, C.A., Forlani L., Rossi, L., Del Borrello, E., Trevisan, G. y Cicognani, A.(2009).<sup>8</sup> En su trabajo estudiaron a la Palinología y toxicología en un caso Asesinato con gran interés forense.

Dicho hecho expresa que el cadáver de un hombre joven fue encontrado en un almacén abandonado, en las afueras de una ciudad del norte de Italia, a finales de mayo de 2003. El sitio era conocido por la policía como un lugar de encuentro para personas de diferentes condiciones sociales y comportamiento. La autopsia mostró que había sido asesinado y que la muerte había ocurrido en los diez primeros días de mayo.

Los análisis palinológicos y toxicológicos fueron ordenados por la corte de la solicitud del médico forense. El caso no está cerrado todavía. Cuatro muestras se analizaron para polen: un mechón de pelo, el residuo que se encuentra en el bolsillo de la chaqueta, el polvo encontrado en y dentro del teléfono móvil que había sido tomada por la policía de otro hombre unos meses después del asesinato, y una muestra de control (Polster musgo) recogidos cerca de lugar donde se encontró el cadáver. Los análisis toxicológicos se realizaron en la sangre, pelo, bilis y la orina de la víctima. Los análisis mostraron que la víctima era un adicto a las drogas

---

<sup>8</sup> Accorsi, C.A., Forlani L., Rossi, L., Del Borrello, E., Trevisan, G. y Cicognani, A. (2009). Palinología y toxicología en un caso asesinato con gran interés forense. *GEA (giornale europeo di aerobiologia medicina ambientale e infezioni aerotrasmesse)*, 2, 34-38.



(Positividad a los opiáceos y cannabinoides, polen de Cannabis en el bolsillo y el cabello) y había consumido la droga antes de la muerte, probablemente en el sitio donde estaba su cadáver encontrado (polen de cannabis en la muestra de control). Polen sugerido que el hombre tenía hizo un viaje a la zona mediterránea antes de la muerte (Capparis, Olea, Quercus ilex, Pistacia polen en el pelo y el bolsillo), y que posiblemente había sido asesinado en el sitio, al aire libre y, a continuación, arrastrado por los pies en el interior (el espectro de polen pelo no es estacional, pero anual, similar a la de la muestra de control). El polen mostró que el teléfono móvil había sido utilizado en el verano-otoño después de la muerte víctima (verano- polen y otoño en el interior del teléfono). (Traducción automática de italiano a español)

En Brasil en el año 2010 ocurrió un hecho que tuvo como víctima a Mercia Nakashima<sup>9</sup>, la cual fue vista por última vez el 23 de mayo de 2010, después de salir de casa de sus padres en Guarulhos, en el Gran São Paulo.

El departamento de policía de Homicidios y Protección de las Personas (DHPP), comenzaron a investigar y escucharon, entre otros a Mizael Obispo de Souza, ex novio de la víctima. El cual se dirigió a la sede de la agencia en el centro de Sao Paulo, días después de la desaparición, pero rápidamente se fue sin dar su versión. Llegó a olvidar su documento de identidad en el edificio. La prisa llamó la atención de los investigadores.

El 31 de mayo, el ex primer ministro Mizael, fue llamado de nuevo a declarar. En esta ocasión prefirió hablar con los agentes de policía: dijo que no sabía qué había sido de Mercia y que, en el día y hora que la ex-novia desapareció, él estaba con una prostituta en Guarulhos. La chica llamada nunca apareció.

La desaparición del misterio tuvo un giro cuando, el 10 de junio, el coche de la víctima un Honda Fit plata, fue encontrado por los bomberos en la parte inferior de una

---

<sup>9</sup> Globo Sao Pablo (2013). Bajado el día 21 de noviembre de 2016. Disponible en <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/03/entenda-o-caso-mercia-nakashima.html>



presa en Nazaré Paulista, en una ciudad de Guarulhos. Al día siguiente, en la mañana, se encuentra el cuerpo de Mercia.

El Informe realizado por el Instituto Médico Legal (IML) indica que la abogada se ahogó el 23 de mayo después de haber sido disparada y se desmayó. Ella no sabía nadar.

Poco después, un pescador dio importante testimonio de la policía. El hombre dijo que, el 23 de mayo, se estaba preparando para pescar en la presa cuando vio un coche que es abandonado en el agua. Él dijo que “no” había oído gritos antes de que el coche se sumergiera y vio a un hombre alto cuyo rostro no podía ver.

Agosto y septiembre de 2010 fueron meses importantes para la investigación del caso Mercia. El día 11, la Policía Civil hizo la reconstitución del día en que desapareció Mercia. Según el delegado Antonio Olim, que dirigió la investigación, el estudio sirvió para reforzar las contradicciones en el testimonio Mizael.

Veinte días más tarde, la Policía Técnica y Científica liberó informes y dijo que de los zapatos del sospechoso (Mizael), se recogieron algas de género Chaetophora, que se identificó como bajo el agua, de agua dulce, lo que ocurre a poca profundidad, común en el lugar donde se encontró el cuerpo. Caso terminado y el acusado condenado a 20 años de prisión.

En Argentina hubo hechos criminales llamativos donde el polen ha ayudado a esclarecer los delitos, tal es el caso de un homicidio ocurrido en el año 2002, en la provincia de Neuquén<sup>10</sup>.

Dicha causa inicia cuando el cadáver de una mujer es hallado el 26 de febrero de 2002 en una laguna al sur de la ciudad de Neuquén, el principal sospechoso, su

---

<sup>10</sup> Breglia, Gustavo (2015.). Palinología forense. Curso de Capacitación en Ciencias Forenses. Pag.11. Universidad Nacional de La Plata. Cipolletti – Rio Negro. Disponible en: [www1.rionegro.com.ar/arch200205/l14j11.html](http://www1.rionegro.com.ar/arch200205/l14j11.html)



novio, fue acusado de ser partícipe en el crimen de la joven; pero habría presentado coartadas que no lo ubicaban en el lugar del hallazgo, ya que el lugar del crimen habría sido otro y no estaba esclarecido.

Se recolectó de la suela de los zapatos del sospechoso, de los pedales y alfombras de su auto rastros de polen de una planta semi acuática de flor amarilla llamada *Ludwigia Uruguayensis*, que luego de un relevamiento por parte de un geólogo incorporado a la causa, determinó que el sitio preferencial de presencia esta planta era la laguna donde fue hallado el cuerpo.

Esta planta prefiere las aguas limpias y estancadas, en verano ofrece unas características flores amarillas y como dato relevante tiene un polen que el viento apenas dispersa; el mismo viaja más lejos en las patas y antenas de los insectos; lo cual hace fácil su ubicación ya que la dispersión no es mayor a algunos metros.

De esta manera se pudo colocar al sospechoso en el lugar del hallazgo del cuerpo lo que condicionó la sentencia por ser partícipe necesario del homicidio.

En la provincia de Jujuy, en el año 2000, precisamente en la madrugada del 2 de julio, a raíz de un fallido operativo antidroga, realizado en la madrugada por parte de efectivos de la policía federal, resultó muerto el conocido almacenero Manuel Fernández, en el barrio Chijra, de esta capital.

El desafortunado hecho se produjo cuando los policías federales -vestidos de civil y con móviles sin identificación-, buscaban a una persona que, según sus informes, iba a pasar por un camino vecinal con estupefacientes en una camioneta parecida a la del almacenero.



En cambio, se cruzaron con la camioneta de Fernández, que retornaba de la localidad de Tilquiza. Los policías persiguieron el vehículo disparándole y los impactos de las balas quedaron en la chapa del rodado.

Cuando la camioneta chocó contra con un poste a raíz de esa persecución, sacaron a Fernández del vehículo a la fuerza, lo golpearon, lo mataron y le dejaron un paquete con droga, que contenía unos 200 gramos de cocaína. Y, por las dudas, "sembraron" una pistola calibre 22, que al parecer no funcionaba porque el percutor se encontraba desgastado.

De acuerdo a los informes el almacenero Fernández no tenía antecedentes policiales, ni siquiera contravencionales.

Uno de los elementos que más llamaron la atención es que al juez federal le avisaron cuatro horas después de que ocurrieron los hechos y antes fue advertida la prensa acerca de la muerte de un presunto narcotraficante.

La autopsia fue realizada por el médico del poder judicial de la provincia Guillermo Robles Avalos, en Perico. Donde se descubrió que la muerte había sido provocada por un disparo efectuado a corta distancia, en el parietal derecho, debajo y detrás de la oreja y que el rostro tenía diversas contusiones. Las armas secuestradas en el operativo fueron remitidas a Buenos Aires, a través de personal de Gendarmería Nacional que intervinieron en el caso, para practicarles peritajes<sup>11</sup>.

A su vez en este hecho se utilizó la palinología forense para determinar que la víctima no falleció en el lugar de hallazgo, sino en otro distinto. Se extrajeron muestras del pulmón, para el análisis palinológico y cotejarlas con muestras de

---

<sup>11</sup> Noro, Pedro R. (2000). Diario la nación. Descargado el 21-11-16. Disponible en <http://www.lanacion.com.ar/24016-hay-10-policias-federales-presos-por-un-homicidio-en-jujuy>



control del sitio donde se localizó el cuerpo y además de la zona probable donde ocurrió la muerte. Estos análisis se efectuaron en el laboratorio de la universidad nacional de Jujuy, donde los resultados no fueron los mejores debido a la contaminación que sufrieron las muestras sometidas a examen.

### **3.2- MARCO CONCEPTUAL**

Algunos conceptos de criminalística.

El vocablo “Criminalística” deriva del latín crime e inis, que significan delito grave, así como de los sufijos griegos ista e ica, que significan ocupación u oficio<sup>12</sup>.

Criminalística es una ciencia “FÁCTICA NATURAL”.

- Fáctica: por que estudia “hechos (delitos) concretos, ciertos y reales”.
- Natural: por que estudia “hechos (delitos) que derivan de acciones u omisiones humanas” a los fines de determinar su modo de producción<sup>13</sup>.

Conforme al transcurrir del tiempo la criminalística ha sido definida de diversas maneras y por distintos autores tales como:

Edmon Locard, criminalista francés, considerado por muchos como el fundador de la disciplina, la definió “como la que se ocupa de la investigación de delitos”.

Hans Gross, considerado “el padre de la criminalística”, la definió como el “conjunto de teorías que se refieren al esclarecimiento de los casos criminales”. Y también como “disciplina encaminada a la determinación de la existencia de un hecho criminal, a la recogida de pruebas e indicios y a la identificación de los autores

---

<sup>12</sup> Guzmán, Carlos A (2011). Manual de criminalística, 2da edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos aires. pág.3.

<sup>13</sup> Universidad Católica de Salta, delegación Jujuy (2011). Apuntes de cátedra: inspección ocular técnica y levantamiento de rastros. San Salvador de Jujuy.



mediante la aplicación de métodos científicos de laboratorio, así como la elaboración de los informes periciales correspondientes”<sup>14</sup>.

Para Raúl E. Zajaczkowski, es la disciplina autónoma que concurre al auxilio del proceso judicial utilizando técnicas, procedimientos y métodos brindados por las ciencias auxiliares, que le permiten identificar y esclarecer los distintos indicios que conectan, a través de ellos, al autor con el hecho en sí<sup>15</sup>.

Según Carlos A. Guzmán criminalística es "la profesión y disciplina científica dirigida al reconocimiento, individualización y evaluación de la evidencia física, mediante la aplicación de las ciencias naturales, en cuestiones legales".<sup>16</sup> Así también el autor expresa que 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 un hecho presuntamente delictivo y al o a los presuntos autores, aportando las pruebas necesarias"<sup>17</sup>.

Mientras, Marcelino Cottier expone que es "una ciencia fáctica, que se ocupa de los hechos. Es abarcativa, totalizadora y multidisciplinaria. Se nutre de otras ciencias, técnicas o artes. Busca el establecimiento de hechos, mediante la identificación de la víctima y victimario, el estudio de los indicios hallados en el lugar

---

<sup>14</sup> Guzmán, Carlos A. (2011). Manual de criminalística, 2da edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos aires. pág.5.

<sup>15</sup> Zajaczkowski, Raúl Enrique (1998). Manual de Criminalística. Ediciones Ciudad Argentina. Buenos Aires. pág.21.

<sup>16</sup> Guzmán, Carlos A. (2008). Manual de Criminalística. Ediciones La Rocca. Buenos Aires. pág.37.

<sup>17</sup> Guzmán, Carlos A. (2011). Manual de criminalística, 2da edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos aires. pág.5.



del hecho o la escena del crimen, en tanto y en cuanto sean de interés para la justicia”<sup>18</sup>.

También podemos decir que la criminalística “es la ciencia auxiliar del derecho que se aplica a la investigación criminal con el objeto de constatar la existencia de un delito, su modo de producción y posterior identificación del autor; empleando para tales fines, recursos técnico-científicos propios y otros suministrados por otras ciencias”.

La finalidad de la criminalística es establecer:

- a. ¿Dónde se produjo el delito?
- b. ¿Cuándo se produjo el delito?
- c. ¿Cómo se produjo el delito?
- d. ¿Con qué elemento se produjo el delito?
- e. ¿Quién produjo el delito?

Los objetivos de la criminalística consisten en:

- a) Demostrar científicamente la existencia de un hecho delictivo.
- b) Investigar y determinar técnicamente los fenómenos constitutivos del delito.
- c) Aportar pruebas periciales que permitan el esclarecimiento del delito.
- d) Identificar al autor del delito.
- e) Reconstruir el delito<sup>19</sup>.

---

<sup>18</sup> Cottier, Marcelino L. (2011). Criminalística e Investigación criminal. Buenos Aires. Argentina.

<sup>19</sup> Universidad Católica de Salta, delegación Jujuy (2011). Apuntes de cátedra: inspección ocular técnica y levantamiento de rastros. San Salvador de Jujuy.



### Principios científicos de la criminalística.

- Principio de Producción.
- Principio de Reconstrucción de hechos o fenómenos.
- Principio de Probabilidad.
- Principio de Certeza.
- Principio de Uso.
- Principio de Correspondencia de características.
- 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 del suceso<sup>20</sup>.

### **PALINOLOGÍA.**

La palinología del griego *Palynein* (dispersar, esparcir) consiste en el estudio de esporas y granos de polen, los cuales son dispersados por agentes como viento, agua y animales; esta definición básica proviene de otras dos muy importantes definiciones, las cuales podríamos llamar definición amplia y definición reducida. En la primera, la palinología es el estudio morfológico de las esporas y granos de polen actuales, subfósiles y fósiles, como también su dispersión y aplicaciones (incluyendo en sentido amplio el estudio de microfósiles, quistes o estructuras quistiformes de algas o de origen desconocido tanto de la época reciente como de las otras eras geológicas). Según Erdtman, la otra definición, considera a la palinología como la ciencia que estudia las paredes de esporas y granos de polen sin tener en cuenta el

---

<sup>20</sup> Ramos Regalado, Miguel Ángel (2009). Manejo de la evidencia dentro de la escena del crimen y la cadena de custodia en el proceso penal guatemalteco. Tesis de grado de la Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ciencias jurídicas y sociales Guatemala.pags.9-10.



interior vivo. Actualmente la segunda definición es la que universalmente se acepta para definir este concepto<sup>21</sup>.

Así también se puede decir que la palinología es el estudio morfológico de los granos de polen y esporas de épocas recientes o pasadas. Su área de estudio también incluye organismos o partes de organismos como flagelados, foraminíferos, radiolarios, entre otros, que se encuentran dentro del rango del tamaño del grano de polen y esporas<sup>22</sup>.

Sin embargo, la palinología no se entiende simplemente como la parte de la botánica que se encarga del estudio de pólenes y esporas, aunque este es su objetivo principal, sino que es mucho más, es la ciencia que estudia los palinomorfos, entendiéndose por tales los restos microscópicos de origen orgánico que aparecen junto con los pólenes cuando éstos son extraídos de una muestra para su estudio<sup>23</sup>.

### **Historia de la palinología.**

La historia de la morfología polínica está necesariamente asociada con el desarrollo del microscopio a través del tiempo. Las primeras observaciones se hicieron cuando el microscopio alcanzó un considerable grado de desarrollo en el

---

<sup>21</sup> Ramírez, Johan Kelber H. (2012). Caracterización y variabilidad palinológica de ocho especies de cactáceas de la universidad nacional de Colombia sede Palmira y de la universidad del valle sede Meléndez. Proyecto de trabajo de grado de la Universidad del valle, Facultad de Cs. naturales y exactas. Santiago de Cali- Colombia. Pag.6.

<sup>22</sup> Juárez Barrientos, Elisa M. (2006). Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ciencias químicas y farmacia, escuela de biología. Guatemala.

<sup>23</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense: ignorada fuente de evidencias policiales. *Ciencia Policial*, 110: 93-94.



siglo XVII y a través del tiempo cada mejora lograda en la construcción de los microscopios se refleja en el avance del conocimiento de la morfología del polen.

A mediados del siglo XVII, aprovechando los avances de Hooke y van Leeuwenhoek en la elaboración de microscopios, dos importantes personajes enfocaron sus esfuerzos en la anatomía microscópica. Estos fueron el inglés Nehemiah Grew y Marcello Malpighi, quienes convergieron casi que simultáneamente en las primeras descripciones de los granos de polen a finales del siglo XVII. En estas descripciones ellos notaron que los tamaños, formas y colores de los granos de polen variaban dependiendo de la especie<sup>24</sup>.

Después de Grew otros investigadores como Joseph Gottlieb KÓLREUTER (1733-1806), Franz Andreas BAUER (1758-1840), Jan Evangelista PURKINJE (1787-1869) y John LINDLEY (1799-1865) dedicaron parte de sus esfuerzos al estudio de los granos de polen, haciendo importantes aportaciones. No obstante, hubo de pasar más de un siglo y medio hasta que entre 1834 y 1837 Hugo van MOHL (1805-1872) hiciera públicos los primeros resultados de una detallada clasificación descriptiva de las formas de los granos de polen de 211 familias botánicas en función de las variaciones que presentan en los ornamentos de su superficie y en los modos de apertura. En 1890, pasados 200 años desde las primeras descripciones conocidas de un grano de polen, la tesis doctoral de Carl Albert Hugo FISCHER (1865-1939) presenta los resultados del estudio de la morfología polínica de más de 2.200 especies, poniendo de manifiesto el interés y potencial que los granos de polen pueden tener para diferenciar especies y establecer su filogenia.

---

<sup>24</sup> Ramírez, Johan Kelber H. (2012). Caracterización y variabilidad palinológica de ocho especies de cactáceas de la universidad nacional de Colombia sede Palmira y de la universidad del valle sede Meléndez. Proyecto de trabajo de grado de la universidad del valle, facultad de ciencias naturales y exactas. Santiago de Cali- Colombia. Pág. 7



Este evidente potencial fue bien utilizado por investigadores como Rudolf PFISTER, que en 1895 mostró en su tesis doctoral cómo los granos de polen podían ser utilizados para determinar el origen floral de las mieles. Paralelamente a este desarrollo en el conocimiento de la morfología polínica y el reconocimiento de su utilidad para identificar especies, ocurrieron algunos otros hechos de interés. En 1836, Johann Heinrich Robert GÓPPERT (1800-1884) fue el primero en observar granos de polen fósiles, es decir, granos de polen conservados en el sedimento durante cientos, miles, decenas de miles e incluso centenares de miles de años. Tras él, otros como Christian Gottfried EHRENBERG (1795-1876) y Paul Friedrich REINSCH (1836- 1914) contribuyeron al inicio de una nueva línea de investigación cuyo objeto era identificar las partículas polínicas contenidas en sedimentos e interpretar el significado de su presencia en los mismos, siendo Nils Gustav van LAGERHEIMS (1860-1926) el primero en sugerir que, como los pólenes se van depositando de forma continua en el suelo y allí se conservan durante largo tiempo junto a los sedimentos coetáneos, son un elemento de gran valor en la reconstrucción y esclarecimiento de la estratigrafía. La introducción de la estadística en el análisis de estos resultados supuso un gran avance, y llevó a Ernst Jakob Lennart von POST (1884-1951) a presentar en 1916 el que se considera primer análisis cuantitativo de un registro polínico, convirtiéndose la ocasión en un hito que marca el inicio de la palinología moderna<sup>25</sup>.

Sin embargo fue Erdtman (1943) con su libro "An Introduction to Pollen Analysis" quien dio uno de los impulsos más importantes a la palinología, cuando en éste se introdujeron las novedosas técnicas de preparación de polen fresco y fósil, las cuales marcarían el inicio de la etapa más próspera de la palinología. En éste

---

<sup>25</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense el delator olvidado: la "huella polínica" como evidencia policial. Cuaderno de la guardia civil número XLVI, 2º época, págs. 1-13.



libro Erdtman describió la morfología polínica de 13 familias de monocotiledóneas y 63 familias de las anteriormente llamadas dicotiledóneas, además del polen de algunas gimnospermas y esporas de pteridofitos. A partir de este momento muchos trabajos palinológicos basados en la descripción del polen empezaron a realizarse, debido principalmente a que las nuevas técnicas desarrolladas por Erdtman permitieron la observación de nuevos caracteres, facilitando las determinaciones taxonómicas y clasificación de muchas otras familias de plantas, especialmente aquellas que se encontraban fuera del continente europeo. Y es en 1960 donde la palinología pasó de ser una ciencia básica a una ciencia con múltiples aplicaciones entre las que se encuentran aplicaciones industriales, médicas, alimenticias y forenses<sup>26</sup>. Con respecto a esta última es de mencionar que ya en 1930 Locard citaba los pólenes y las esporas como uno de los elementos informadores que podían ser de utilidad al investigador forense, tuvieron que pasar casi 30 años para que en 1959 se usara por primera vez el polen como prueba en la resolución de un delito, marcando el nacimiento de una interesante disciplina, la palinología forense<sup>27</sup>.

### **¿Qué estudia la palinología?**

Como bien se menciona en su definición, esta ciencia no solo estudia pólenes y esporas, sino también otros restos microscópicos denominados palinomórfos.

Estos palinomórfos pueden tener origen vegetal o animal, están formados básicamente por esporopolenina, quitina o compuestos relacionados y son extremadamente resistentes a la degradación química, excepto la oxidación, por lo

---

<sup>26</sup> Ramírez, Johan Kelber H. (2012). Caracterización y variabilidad palinológica de ocho especies de cactáceas de la universidad nacional de Colombia sede Palmira y de la universidad del valle sede Meléndez. Proyecto de trabajo de grado de la universidad del valle, facultad de ciencias naturales y exactas. Santiago de Cali- Colombia. pág. 8.

<sup>27</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense el delator olvidado: la "huella polínica" como evidencia policial. Cuaderno de la guardia civil número XLVI, 2º época, págs. 1-13.



que soportan bien tanto el paso del tiempo como el agresivo tratamiento químico al que rutinariamente se someten las muestras para la extracción del polen.

Además del polen y las esporas de musgos y helechos, entre los palinomórfos se encuentran esporas de hongos, quistes algales diversos, foraminíferos, acritarcos, quitinozoos y microfósiles animales (distintos restos de artrópodos y otros invertebrados, como patas, antenas, mandíbulas e invertebrados microscópicos completos, como ácaros).

Cuando para la extracción del polen se usan métodos químicos menos agresivos, pueden aparecer también palinomórfos de naturaleza celulósica (dinoflagelados), silíceo (fitolitos, diatomeas y foraminíferos) o calcáreo (cocolitos y foraminíferos), que son destruidos cuando se usa el proceso habitual<sup>28</sup>.

### **Tipos de palinomórfos.**

- *Pólenes*: contienen esporopolenina, son producidos por las 500.000 especies de plantas conocidas.

- *Esporas*: células reproductoras de los musgos, helechos y hongos. Las de musgos y helechos contienen esporopolenina, las de hongos son de naturaleza quitinosa.

Se conocen unas 80.000 especies de hongos, aunque se estima que pueden ser más de un millón. De musgos existen unas 24.000 especies y de helechos más de 10.000

- *Quistes alga/es*: estructuras algales de marinos que presentan esqueleto intracelular o conchilla de naturaleza calcárea, aunque en algunos géneros es silíceo o quitinosa. Se conocen unas 275.000 especies, muchas de ellas fósiles.

- *Acritarcos*: microfósiles exclusivamente marinos de naturaleza orgánica (no calcárea ni silíceo) que se atribuyen a cáscaras de huevos y quistes de diversos organismos.

---

<sup>28</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense: ignorada fuente de evidencias policiales. *Ciencia Policial*, 110: 93-94.



- *Microfósiles animales*: distintos restos de artrópodos y otros invertebrados, como patas, antenas, mandíbulas, escolecodontos,... Se incluyen en el grupo algunos invertebrados microscópicos completos, como ácaros.
- *Quitinozoos*: microfósiles en forma de matraz o saco, de naturaleza quitinosa exclusivamente marinos y de origen incierto que parecen corresponderse con restos de huevos o estadios juveniles de animales.
- *Fitolitos*: biomineralizaciones, por lo general, de naturaleza silíceas, que se producen en el interior de células vegetales adoptando la forma de estas, por lo que cada forma fitolítica puede hacerse corresponder con un determinado tipo celular o tejido.
- *Diatomeas*: algas microscópicas que habitan tanto en aguas dulces como saladas y presentan una cubierta silícea de dos piezas (frústula). Se conocen más de 5.000 especies vivas pertenecientes a más de 200 géneros, y se estima que puede haber hasta 100.000 especies fósiles.
- *Radiolarios*: protozoos exclusivamente marinos con esqueleto de naturaleza silícea formado por dos cámaras concéntricas.
- *Dinoflagelados*: protozoos unicelulares con exoesqueleto formado por placas de celulosa (tecas). La mayoría de las especies conocidas habita en medio marino. Se conocen unas 4.500 especies (más de la mitad fósiles) agrupadas en unos 550 géneros.
- *Cocolitos*: placas de naturaleza calcárea que recubren el cuerpo unicelular de unos protozoos exclusivamente marinos llamados cocolitofóridos. resistencia y reposo, a veces macroscópicas (hasta 0,5 mm).



La especial combinación que de estos elementos se presenta en un sedimento es una "*huella polínica*", que puede ser utilizada para identificarlo y reconstruir su historia<sup>29</sup>.

De acuerdo a lo expuesto, la estrella u objeto principal de examen de esta ciencia es el polen, por lo tanto es imprescindible no conocerlo un poco más:

### **ETIMOLOGÍA DEL TERMINO POLEN.**

El término polen proviene del latín Pollen-inis y Pollis-inis, que significa polvo muy fino y flor de la harina. Se introdujo al español con la traducción de "polvillo fecundante". El origen de la palabra no permite que se use el plural pólenes, lo correcto es referirse a granos de polen, tipos polínicos, palinomórfos, etc.

### **DEFINICIÓN**

El polen es el elemento microscópico reproductivo masculino, que mantiene la continuidad genética en las plantas superiores (angiospermas y gimnospermas) de una generación a otra. Es un polvillo fino producido en las anteras de las flores, encargado de fecundar a otra flor o parte femenina de ella, por lo que se lo conoce como "polvo fecundante" es la célula reproductora masculina que mantiene la continuidad genética de una generación a otra en las plantas superiores o plantas con flores y se forman por división celular<sup>30</sup>.

También puede decirse que el grano de polen es el medio que utilizan las plantas con semilla para su reproducción la parte masculina de la planta hacia la

---

<sup>29</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense el delator olvidado: la "huella polínica" como evidencia policial. Cuaderno de la guardia civil número XLVI, 2° época, págs. 1-13.

<sup>30</sup> EcuRed conocimiento con todos y para todos. (2013). Cuba. Descargado el 15-09-16. Disponible en <http://www.ecured.cu/index.php?title=Polen&oldid=1967255>



parte femenina que puede encontrarse distancias variables, interviniendo la variable de dispersión para el transporte del polen.<sup>31</sup>

## COMPOSICIÓN QUÍMICA DEL POLEN

**Minerales:** (20 % de agua y 4 % de minerales). Contiene potasio, sodio, fósforo, calcio, magnesio, azufre y microcantidades de aluminio, cobre, sílice, manganeso, titanio y boro (importante en la germinación).

**Carbohidratos:** (50 % del peso seco). Contiene azúcares (glucosa, sacarosa, fructosa y rafinosa); almidón (4 al 12 %, más abundante en polen anemófilo); calosa, celulosa y esporopolenina (20 al 40 % del peso total) en la pared.

**Ácidos orgánicos:** Ácido fórmico, acético, oleico, valérico, linoleico, palmítico, mirístico y ascórbico.

**Lípidos:** Ácidos grasos, esteárico, palmítico, oleico, láurico y araquidónico, entre los insaturados, más fosfolípidos como cefalina y lecitina.

**Esteroles:** Colesterol, estigmasterol y  $\beta$ -estradiol.

**Terpenos:** Como farsenol, geraniol, linalol y  $\beta$ -ionona.

**Aminoácidos:** Todos los esenciales en mayor cantidad que en cualquier otra parte de la planta (6 % del peso seco).

**Proteínas:** Globulinas, albúminas, glucoproteínas, lipoproteínas, nucleoproteínas, fosfoproteínas, enzimas.

**Otras sustancias:** Pigmentos (carotenoides y flavonoides). Hormonas de crecimiento (Ácido indolacético, favorece la formación del fruto). Vitaminas, tienen gran valor energético (C, E y complejo B)<sup>32</sup>.

---

<sup>31</sup>Breglia, Gustavo (2015.). Palinología forense. Curso de Capacitación en Ciencias Forenses. Universidad Nacional de La Plata. Cipolletti – Rio Negro. Pág.3.



## **Características del grano de polen.**

El polen maduro presenta una morfología bien definida que por lo general permite la identificación de la planta de la cual procede. Sus caracteres son de gran importancia en cualquiera de las aplicaciones que tiene el estudio del grano de polen, entre ellos, generalmente, se definen los siguientes: pared, aperturas, simetría y polaridad, forma y tamaño.

### **La pared del grano de polen**

Un grano de polen está constituido por dos partes: “la célula viva” y la “esporodermis” o pared externa. La célula tiene un periodo de vida corto, y en el polen fosilizado natural o artificialmente (en el laboratorio mediante una técnica llamada acetolisis) está destruida. Por lo tanto, la función primaria de la pared del polen es la protección del protoplasma celular, mediante la impermeabilización y la resistencia a la degradación físico-química y biológica. La naturaleza de la misma proporciona multitud de caracteres importantes en filogenia y para su estudio hay que tener en cuenta su “estratificación” y su “ornamentación”.

### **Estratificación**

La esporodermis está formada por varios estratos que difieren por sus caracteres químicos, morfológicos y ontogénicos. Consta fundamentalmente de dos capas muy diferenciadas, una interna que está en contacto con el protoplasma celular denominada “*intina*”, y otra externa rodeando a todo el conjunto, llamada “*exina*”

---

<sup>32</sup> Facultad de ciencias físicas, exactas y naturales. Estudio del polen: conceptos básicos. Universidad nacional de Córdoba. Descargado el 04 de junio de 2016. Disponible en [www.efn.uncor.edu/departamentos/.../otras/.../meliso%20para%20etnobotánica.doc](http://www.efn.uncor.edu/departamentos/.../otras/.../meliso%20para%20etnobotánica.doc)



## **Exina**

La exina es la capa más externa y más resistente de la pared del grano de polen. Su resistencia a la destrucción es una de las mayores del reino vegetal, ya que soporta la acción de los ácidos y bases concentradas, así como el calentamiento hasta 300 °C, siendo únicamente alterada por algunos oxidantes y por ciertos microorganismos.

Debido a ello, se han encontrado exinas prácticamente intactas en predecesores de los granos de polen actuales, como esporas de helechos y prepólenes, procedentes de depósitos del Paleozoico.

Su componente químico fundamental es la esporopolenina, que se forma por la polimerización de carotenos y ésteres de carotenos oxidados en proporciones variables. Sin embargo, la exina es una capa que presenta una cierta elasticidad y plasticidad, permitiendo al grano de polen adaptarse a las condiciones ambientales. En la exina hay también un componente polisacárido y otro lipídico, así como proteínas, fundamentalmente glucoproteínas.

La exina consta a su vez de dos capas: ectexina (externa) y endexina (interna).

Ambas, se diferencian por su morfología, por su desarrollo y por su composición química. Esta diferencia se puede observar a microscopio óptico utilizando tinciones diferenciales y a microscopio electrónico de transmisión, ya que ambas capas dan distinto contraste.

## **Ectexina**

La ectexina, por lo general presenta una disposición radial de sus elementos. En los casos más simples consta de dos estratos: téctum e infratéctum. El infratéctum puede estar o no, apoyado sobre la denominada capa basal o *foot layer*. Sobre el téctum pueden existir una serie de elementos esculturales o relieve, que constituyen la ornamentación del polen.

## Endexina

La endexina es la capa más interna de la exina, suele ser más o menos lisa u homogénea, engrosándose alrededor de las aperturas. En el proceso de formación de la exina, la endexina se desarrolla después de la ectexina. Puede estar atravesada por poros o canales; tener una estructura lamelar y variar de morfología cerca de las aperturas. Su papel es muy importante en la flexibilidad del grano de polen y para facilitar la salida del tubo polínico en el momento de la fecundación.

Entre las capas de ectexina y endexina, existen una serie de microtúbulos o canalículos que las atraviesan, a través de las cuales se produce el intercambio de sustancias, es decir, hay cierta permeabilidad con la célula polínica.

## Intina

La intina es la capa más interna de la pared del grano de polen. Sus componentes principales son celulosa, pectinas y glucoproteínas. No es resistente a los ácidos y se destruye fácilmente con la acetólisis. Puede considerarse equivalente a la pared de celulosa típica del resto de células vegetales. Forma una capa continua, no interrumpida alrededor de todo el grano de polen. Generalmente la exina está ausente en las aperturas germinativas más complejas, pero la intina es la capa que las recubre exteriormente.

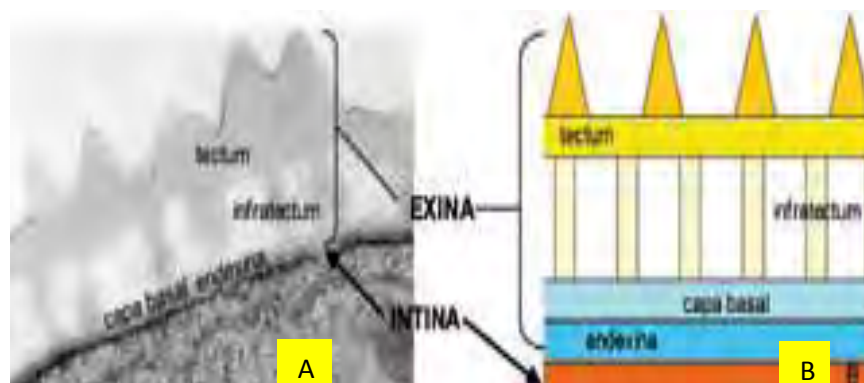


Figura 1: Estratificación de la esporodermis del grano de polen. A) Fotografía de la pared del grano de polen de *Parietaria judaica* a microscopía electrónica de transmisión. B) Esquema.

## Ornamentación

La ornamentación o relieve de los granos de polen, suele estar formada por los elementos esculturales que se disponen sobre la superficie del mismo. En general, son una respuesta adaptativa a los procesos de dispersión y polinización, adoptan diversas formas, y no suelen sobrepasar los 5  $\mu\text{m}$  de altura.

Psilada: Superficie prácticamente lisa.



Figura 2: ornamentación psilada.

Fosulada: Superficie lisa con hendiduras diminutas.



Figura 2.1: ornamentación fosulada.

Foveolada: Superficie lisa con lagunas diminutas, redondeadas, diámetro aproximadamente de 1  $\mu\text{m}$  y dispuestas irregularmente.



Figura 2.2: ornamentación foveolada.

Escábrida: Superficie con elementos esculturales que no sobrepasan 1  $\mu\text{m}$  de longitud.



Figura 2.3: superficie escábrida.

Equinada: Superficie con espinas o agujones, mayores de 3  $\mu\text{m}$ . Si son inferiores a 3  $\mu\text{m}$  se denomina equinulada.

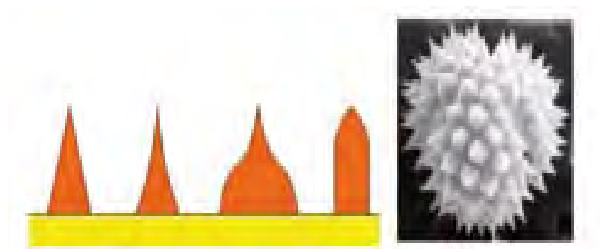


Figura 2.4: superficie esquinada.

Baculada: Superficie con elementos esculturales en forma de bastón.

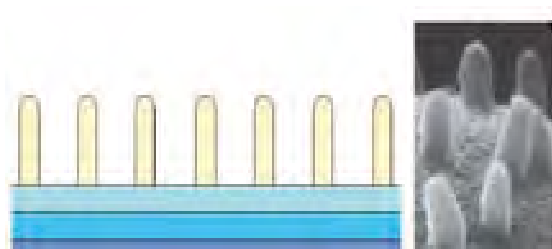


Figura 2.5: ornamentacion baculada.

Verrugosa: Superficie con elementos esculturales no puntiagudos, de altura mayor a 1  $\mu\text{m}$ .



Figura 2.6: ornamentación verrugosa.

Gemada: Superficie con elementos esculturales de anchura igual o mayor que la altura y con la parte basal constreñida.



Figura 2.7: ornamentación gemada.

Reticulada: Superficie semitectada con muros y lúmenes ordenados conforme a las mallas de una red.



Figura 2.8: ornamentación reticulada.

Pilada: Superficie con elementos esculturales constituidos por una cabeza más o menos gruesa y un cuello que la sostiene.



Figura 2.9: ornamentación pilada.

## Aperturas

Morfológicamente, las aperturas del polen son áreas especialmente definidas o adelgazamientos de la exina, en los cuales la intina puede ser más gruesa. Además de facilitar el intercambio iónico del interior del grano con el exterior, a través de ellas normalmente, emerge el tubo polínico en el momento de la fecundación.

Sin embargo, el éxito y velocidad de la salida del tubo polínico parece estar más relacionado con una modificación (engrosamiento o adelgazamiento) en la pared del grano de polen, que con la especificidad de un área determinada. Otra función importantísima de las aperturas, es la de facilitar la acomodación del volumen de los granos a los cambios de humedad, es lo que se denomina “harmomegata”.

Algunas aperturas realizan ambas funciones, pero en algunos granos de polen que poseen “pseudoaperturas”, la única función de dichas áreas es la harmomegata

La descripción de las aperturas del polen se basa principalmente en los siguientes aspectos: número, forma, posición y estructura.

**Número de aperturas.**

Es muy variable y puede haber pólenes inaperturados, mono-, di-, tri- o poli-, cuando pasan de cuatro aperturas

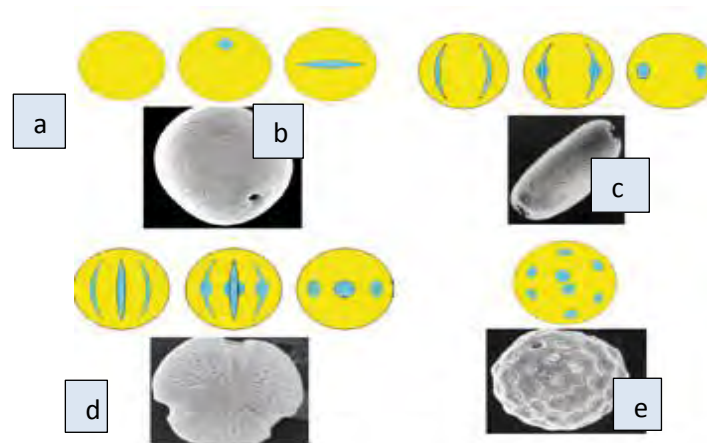


Figura 3: número de aperturas. a) inaperturados; b) mono-aperturados; c) di-aperturados; d) tri-aperturados; e) poli-aperturados.

**Forma de las aperturas.**

Los granos de polen poseen básicamente tres tipos diferentes de aperturas simples: 1) alargadas (forma de surco) dan origen a un polen “colpado”; 2) redondas (forma

de poro) dan origen a un polen “porado”; 3) en bandas o anillos completos circundando a uno de los polos del grano (sulcos), dan origen a un polen “sulcado”.

Son también muy frecuentes las aperturas compuestas, generalmente constituidas por colpos, como ectoaperturas y poros, como endoaperturas.

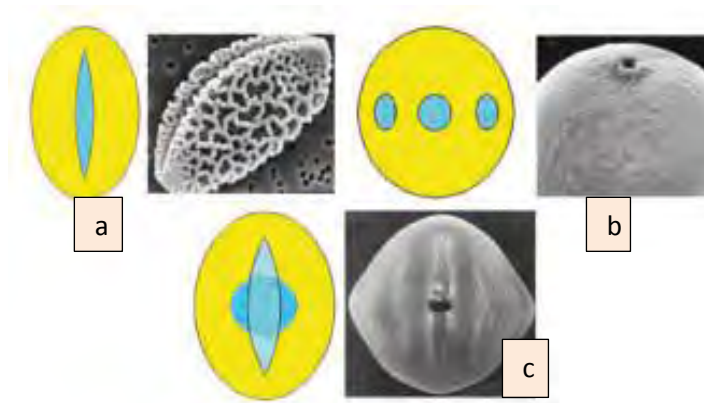


Figura 4: formas de aperturas. a) colpado; b) porado; c) sulcado.

### Posición de las aperturas.

Para determinar este carácter, hay que tener en cuenta la tétrada meiótica en las cuales existen dos partes opuestas o polos; el polo proximal, situado en la parte interna de la tétrada y el polo distal, orientado hacia el exterior. En base a esto, la línea imaginaria que une ambos polos constituye el eje de simetría polar (P). En el plano perpendicular a este eje y equidistante de los polos se traza el diámetro ecuatorial (E). Por lo tanto, en una descripción polínica, se debe decir si las aperturas están en el polo proximal o distal, y si son paralelas o perpendiculares al ecuador.

En todo caso, conocer la posición absoluta de las aperturas, resulta difícil tanto en tétradas como en granos solitarios.

### Estructura.

Como hemos mencionado anteriormente, las aperturas son modificaciones de la exina, que conllevan cambios en las diferentes capas de ésta.

En general en las aperturas simples, existe una modificación de la endexina y la intina en la región apertural con desaparición total o parcial de la ectexina. En las aperturas compuestas, desaparece también la endexina.

### Polaridad y simetría

La polaridad del grano de polen se explica por la orientación de las microsporas en la tétrada meiótica, en las cuales, como hemos comentado anteriormente, existen dos partes opuestas o polos, y a partir de ellos se pueden trazar los ejes polares y ecuatoriales. En los granos de polen sólo existe un eje polar, o eje vertical de simetría, mientras que siempre existen al menos dos ejes ecuatoriales o ejes horizontales de simetría. Por lo tanto los granos de polen pueden ser:

Apolares, no son discernibles los polos en los granos separados de la tétrada meiótica.

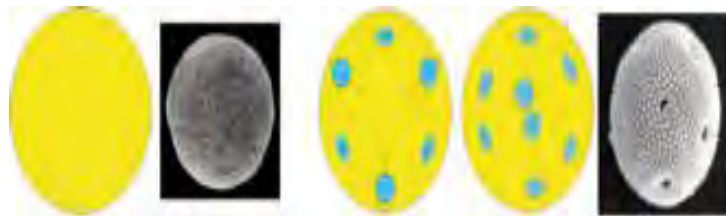


Figura 5: granos de polen apolares.

Polares: - "isopolares", el plano divide al grano en dos mitades similares.



Figura 5.1: granos de polen isopolares.

- “heteropolares”, ambas partes son desiguales.



Figura 5.2: granos de polen heteropolares.

La simetría del grano de polen, bilateral o radial, es la correspondencia en las caras opuestas de un plano medio, tanto en el tamaño como en la forma de las mitades resultantes, y cuando además hay similitud en el número, posición relativa y tipo de aperturas presentes en el polen. Por lo tanto la simetría del grano se basa en:

1. El número de planos verticales de simetría que existen en un grano particular.
2. Si los ejes ecuatoriales del grano son todos de igual longitud o no.
3. La presencia o ausencia de aperturas, y su naturaleza.

### Unidades del polen

Las unidades del polen son las agrupaciones, que se producen en muchos granos de polen durante la madurez de los mismos, en el interior de los sacos polínicos. La mayor parte de ellos, en su madurez, forman granos solitarios o “mónadas”, pero en muchos casos los granos de polen maduros permanecen unidos en: diádas, tétradas, pseudomónadas o criptotétradas, poliadas, masulas y polinias.

**Diádas:** La producción de diádas es bastante infrecuente.



Figura 6: unidades de polen- Diádas.

**Tétradas:** Es el tipo más común de agregados polínicos, después de las mónadas, y representan la retención de los cuatro productos resultantes de la meiosis de la célula madre del grano de polen.



Figura 6.1: unidades de polen- tétradas.

**Poliadas:** Las unidades de polen se presentan en un número mayor de cuatro, normalmente 8 ó 16. Consisten en la unión visible o no de tétradas.



Figura 6.2: unidades de polen- poliadas.

**Masulas:** Las unidades de polen son numerosas y normalmente no se pueden contar.



Figura 6.3: unidades de polen- masulas.

**Polinias:** Consisten en la fusión completa en una unidad de uno o más lóculos de la antera.

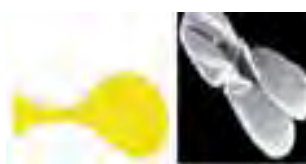


Figura 6.4: unidades de polen- polinias.

## Forma del grano de polen

En los granos de polen la forma está directamente relacionada con el tipo de apertura, la polaridad y la simetría. El método de preparación de los mismos, también puede modificar su forma.

En Angiospermas el polen puede tener una forma fija o no fija. La forma no fija es poco frecuente y solamente se ha observado en Angiospermas marinas como: *Zostera* y *Posidonia*. La forma fija se puede dividir en dos tipos básicos: navicular y globosa. En el primer caso el eje polar es muy corto y el ecuatorial mucho más largo.

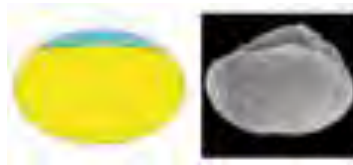


Figura 7: forma navicular

El polen globoso presenta ambos ejes, polar y ecuatorial, aproximadamente de la misma longitud.



Figura 7.1: forma globosa.

Si el eje polar es más corto que el ecuatorial, el polen es “oblado” (A); si el eje polar es más largo que el ecuatorial, el polen es “prolado” (B). La localización de las aperturas con respecto al contorno, suele ser un carácter filogenético importante.

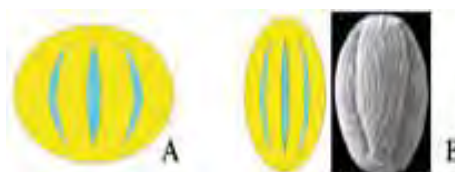


Figura 7.2: A) polen oblado; B) polen prolado.

En las Gimnospermas los granos de polen presentan también formas variadas aunque en mucha menor proporción que en el otro grupo. Predominan los granos “sacados” (con vesículas aéreas que facilitan su dispersión) (Pinaceae), circulares (*Gnetum*, Cupressaceae) o naviculares (*Ephedra*, *Welwitschia*).

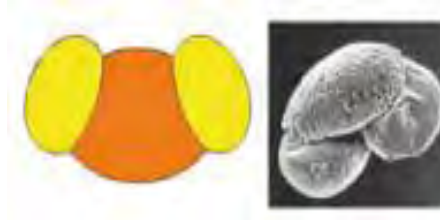


Figura 7.3: granos de polen “sacados”.

### Tamaño del grano de polen

El tamaño del grano de polen, es considerado un carácter con valor taxonómico, ya que en general, asumiendo las variaciones estadísticas, permanece constante dentro de una misma especie. Por otra parte, su heterogeneidad en un taxon concreto puede ser indicativo de un origen híbrido o de diferentes estados de madurez. Los granos de polen más pequeños oscilan desde los 5  $\mu\text{m}$  a los 8  $\mu\text{m}$  (*Myosotis*) y los más grandes pueden superar los 300  $\mu\text{m}$  como ocurre en algunas Annonaceae o Pinaceae.

El tamaño del polen es indiscutiblemente un carácter reversible y para su análisis, se deben determinar los tamaños primitivos del polen de táxones concretos (órdenes, familia, etc.) y debe ser utilizado en correlación con otros caracteres del taxon.<sup>33</sup>

MUY PEQUEÑOS:  $\leq 10 \mu\text{m}$

PEQUEÑOS: 10 a 25  $\mu\text{m}$

MEDIANO: 25 a 50  $\mu\text{m}$

<sup>33</sup> El grano de polen: morfología, estructura y diversidad. Aerobiología y polinosis en castilla y león. Págs. 15-26. Descargado el día 08 de abril de 2016. Disponible en [www.saludcastillayleon.es/sanidad/cm/ciudadanos/images?locale=es\\_ES](http://www.saludcastillayleon.es/sanidad/cm/ciudadanos/images?locale=es_ES)



GRANDE: 50 A 100  $\mu\text{m}$

MUY GRANDE: 100 A 200  $\mu\text{m}$

GIGANTE:  $\geq 200 \mu\text{m}$

## CONCEPTO Y FUNDAMENTO DE PALINOLOGÍA FORENSE.

La información que hasta ahora hemos visto nos permite hacer una recapitulación que, en forma de dos silogismos, puede conducirnos a la definición de lo que es la palinología forense.

### SILOGISMO PRIMERO.

- Los palinomórfos son restos microscópicos que por la ubiquidad de los organismos de los que proceden, su alta resistencia a la degradación y por su propia capacidad de dispersión están virtualmente presentes en cualquier escenario por largos periodos de tiempo.
- Atendiendo al «*Principio de Intercambio*» de Locard, «*Siempre que dos objetos entran en contacto transfieren parte del material, que incorporan al otro objeto*».

En consecuencia, en nuestra actividad cotidiana estamos siendo permanentemente «*impregnados*» con algunos de los palinomórfos (recientes o antiguos) que se hayan presentes en los escenarios en que nos *movemos*, y dejamos en los mismos algunos de aquellos con los que habíamos sido «*impregnados*» previamente en otros lugares.

### SILOGISMO SEGUNDO.

Atendiendo al silogismo primero, todo aquello que entra en contacto con la escena de un crimen (objeto, víctima o criminal) queda virtualmente «*Impregnado*»



con alguno de los palinomórfos presentes y deja otros con los que había sido «*impregnado*» previamente en otros lugares.

- La palinología, a través del estudio de los palinomorfos, permite conocer el origen geográfico, ecológico, ambiental e Incluso temporal de una determinada muestra.
- En consecuencia, el estudio palinológico de las muestras tomadas sobre personas y objetos presentes en la escena de un crimen permite obtener información y, en última Instancia, reconstruir los escenarios espacio-temporales en los que se ha producido.

En esencia, eso es la palinología forense, el estudio de los palinomórfos presentes en las muestras relacionadas con un delito (básicamente pólenes y esporas), a fin de contribuir al esclarecimiento de las circunstancias que concurrieron en el mismo y a la identificación de los participantes.

En un escenario forense, los palinomórfos pueden encontrarse en el suelo, el polvo, el barro, en textiles, etcétera, en prácticamente cualquier superficie.

En el caso de personas y animales, los pólenes y esporas son frecuentemente encontrados en pelo, uñas, piel, mucosas y, por supuesto, en ropa y calzado.

A partir de estas fuentes pueden obtenerse muestras polínicas que típicamente presentan una o dos especies dominantes, unas pocas secundarias y un número más o menos elevado de otras especies.

Los pólenes mayoritarios definen las características principales de la muestra, pero son los tipos menos frecuentes los que a menudo tienen un mayor valor



discriminatorio, pues dotan a las muestras de características específicas que permiten diferenciarlas de muestras procedentes de entornos similares<sup>34</sup>.

La potencialidad y utilidad de la palinología como herramienta de investigación forense se fundamenta en las especiales particularidades que presentan los palinomórfos en relación con su producción y dispersión, su morfología, su resistencia y durabilidad, la ubiquidad de los organismos productores y la posibilidad de obtener espectros representativos. Nos vamos a centrar en el palinomórfo más importante, el polen, y parcialmente en las esporas de musgos, helechos y hongos, si bien todos los fundamentos que a continuación se comentan son extensibles, con matices, al resto de partículas como microfósiles, acritarcos, diatomeas, quistes...

### **Producción y dispersión**

En la época de reproducción, las plantas producen polen que ha de viajar desde la estructura reproductora masculina (estambre) hasta la femenina (gineceo). En unas pocas especies ese viaje es tan corto que se produce entre el estambre y el gineceo de una misma flor (autogamia), flor que en unas pocas y raras especies no llega ni siquiera a abrirse (cleistogamia). En la mayoría de las plantas el proceso implica el transporte de polen de una flor hasta el gineceo de otra flor, a menudo incluso en otra planta diferente (alogamia). En este último supuesto el viaje puede realizarse por intermedio de animales (zoogamia), del viento (anemogamia) o del agua (hidrogamia).

Las plantas anemógamas, especialmente en el caso de algunos grupos como las coníferas o las gramíneas, producen cantidades ingentes de polen que es directamente liberado a la atmósfera, donde pueden viajar largas distancias,

---

<sup>34</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense: ignorada fuente de evidencias policiales. *Ciencia Policial*, 110: 93-101.



pudiendo superar, si las condiciones son propicias, los 1 .500 km. La mayoría de ellos no alcanza su destino y tras haber sufrido un transporte más o menos largo terminan por depositarse en el suelo, el agua y todo tipo de superficies, donde podrán permanecer incluso durante miles de años en forma de una *"huella polínica"*.

Las plantas zoógamas producen cantidades menores de polen, que se pegará a los animales (principalmente insectos) para realizar su viaje. En este caso tampoco todos los pólenes consiguen completar su viaje con éxito y sólo unos pocos llegan hasta la parte femenina de una flor, mientras que la inmensa mayoría acaba depositándose en el suelo a unos pocos metros de la planta productora, apenas un 5% llega inicialmente más allá de 1 km, si bien procesos de refltación y otros factores pueden provocar una dispersión secundaria cuyo alcance y naturaleza va a depender del agente incidente: agua, viento, animales...

El distinto comportamiento en la dispersión del polen tiene importantes repercusiones pues la presencia de pólenes de plantas zoógamas o autógamas en un sedimento implica que este procede de un lugar próximo a estas plantas, lo que en el ámbito forense puede servir para situar con precisión la escena de un crimen. Por otra parte, el hecho de que haya una sobreproducción y se liberen más pólenes de los que alcanzarán las partes femeninas para fecundarlas hace que siempre haya una importante cantidad de pólenes que se incorporan a los sedimentos del suelo y otras superficies, dejando en ellas una *"huella polínica"* que es característica de cada ecosistema o ambiente.

Musgos, helechos y, especialmente, hongos producen igualmente enormes cantidades de esporas que están sometidas a los mismos procesos de dispersión, deposición y refltación que afectan a los pólenes.



## Ubiquidad

Existe una enorme variedad de plantas. Se conocen más de 500.000 especies, que se encuentran ocupando diferentes nichos ecológicos en todos los ecosistemas terrestres y en buena parte de los acuáticos. A cada ambiente corresponde una determinada comunidad vegetal, que se reflejará en el contenido polínico de los sedimentos vecinos ("*huella polínica*"), lo que virtualmente va a permitir diferenciar el origen de una determinada muestra de sedimento. Por su amplia distribución, puede afirmarse que, en mayor o menor medida, las plantas y, por tanto, sus pólenes se encuentran en cualquier lugar.

La distribución de musgos y helechos puede considerarse reducida a ambientes muy particulares, lo que da un valor añadido a sus esporas, cuya presencia pueden tener un alto valor diagnóstico en una muestra, permitiendo asociarla a un lugar concreto y más o menos reducido. Por su parte, la extraordinaria variedad de los hongos hace casi imposible no encontrar alguna especie en cualquier lugar, ya sea terrestre o acuático. Como en los casos anteriores, son especialmente interesantes por su valor diagnóstico los grupos más especializados y de ecología más reducida.

Palinomórfos como los quistes algales, foraminíferos, dinoflagelados y diatomeas están ampliamente distribuidos en ambientes acuáticos dulces y salados de todo el mundo. Otros como los quitinozoos y acritarcos están restringidos a depósitos fósiles marinos. El proceso de degradación de algunos organismos da lugar a la aparición de restos como los cocolitos, fitolitos, microfósiles animales, que terminan por depositarse en suelos y otros sedimentos.

En consecuencia, puede afirmarse que los palinomórfos -modernos o antiguos, en mayor o menor medida y en forma de pólenes, esporas u otras estructuras- están prácticamente omnipresentes en cualquier medio terrestre o acuático que podamos considerar.



## **Resistencia y durabilidad**

Como se dijo antes, la composición de la pared del grano de polen (esporopolenina) hace que se trate de una partícula extraordinariamente resistente a la degradación física y química, por lo que una vez incorporada a un sedimento puede permanecer en él durante miles de años, dejando una señal o "huella polínica", que da fe de la existencia en un determinado momento de un particular conjunto de especies vegetales. Lo mismo ocurre con las esporas de musgos y helechos.

Aunque menos resistentes, el resto de palinomórfos también tiene una gran resistencia y durabilidad, por lo que es posible recuperarlos de un sedimento mucho tiempo después de que los organismos productores hayan incluso desaparecido.

## **Morfología**

Hace referencia a las características del polen, cuestión que se abordó anteriormente. Con todo esto resulta que la particular combinación de estructura, tamaño, forma, apertura, superficie y ornamentación permite diferenciar familias, géneros e incluso especies de plantas<sup>35</sup>.

## **Colección de muestras con contenido palinológico.**

El valor forense que adquieren los granos de polen es enorme. Presentes en todo lugar y con posibilidad de adherirse a ropas u objetos, constituyen un elemento de cotejo de gran interés cuando se desea determinar si una persona (víctima o autora de un hecho) estuvo presente en determinado lugar, donde existe una floración particular que deja su sello a partir de los granos de polen.

---

<sup>35</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense el delator olvidado: la "huella polínica" como evidencia policial. Cuaderno de la guardia civil número XLVI, 2° época, págs. 1-13.



Una característica favorable de los granos de polen, es que poseen una superficie cubierta de puntas, con las cuales el grano se adhiere a objetos, como las alas de los pájaros o de los insectos, para ser transportados de un sitio a otro y de esta manera asegurar la polinización a distancia. Es conocido el papel preponderante que cumplen las abejas en este sentido.

Esta particularidad les da al mismo tiempo el importante valor forense que se le asigna, ya que se adhieren con la misma facilidad a las ropas y/o calzados de las personas presentes en un escenario determinado, permitiendo descubrir que esa persona ha estado en él<sup>36</sup>.

La identificación e interpretación del polen es el trabajo desarrollado por el palinólogo, sin embargo la preparación de la muestra para el análisis puede ser llevada a cabo por operadores no-especialistas (gabinetes de criminalística, etc.).

Existe una variedad de materiales, mucho de los cuales comúnmente son recolectados para análisis forense, que pueden ser destinados al examen del polen<sup>37</sup>.

Para la colección de muestras forenses de polen se deben considerar tres aspectos: 1) qué tipo de materiales deben ser recogidos; 2) cómo deben ser recogidos y por quién, y 3) cómo deben ser tratadas las muestras una vez que se recogen. La consideración más importante a tener en cuenta por la persona que recoge muestras forenses es asegurarse de que todas las herramientas a emplear estén libres de contaminación por polen. Si se utilizan procedimientos inadecuados de toma de muestras, o se emplean herramientas contaminadas durante la recogida,

---

<sup>36</sup> Caro Patricia M. (2004). Manual de Química Forense. Editorial La Roca. Buenos Aires. págs. 157-163.

<sup>37</sup> Breglia, Gustavo (2015.). Palinología forense. Curso de Capacitación en Ciencias Forenses. Universidad Nacional de La Plata. Cipolletti – Rio Negro



o las muestras no son colocadas en contenedores sellados y estériles, el valor de una muestra se verá comprometido.

A continuación se mencionan algunos ejemplos de los materiales comunes que a menudo se incluyen en las muestras forenses para el polen:

### **Tierra y suciedad**

La suciedad, el barro o polvo, que se supone están asociados con un crimen, en general son buenas fuentes de información sobre el polen. Las muestras de suciedad recogidas de la ropa, piel, zapatos, o el coche de una víctima, pueden ser útiles en la vinculación de la víctima con el lugar donde ocurrió el hecho. Lo mismo podría decirse de cualquier sospechoso que se cree está asociado con un crimen. El barro encontrado en un vehículo robado, o usado en un delito, podría vincular a este con la escena de un crimen o enlazarlo con el lugar de donde fue robado. La suciedad que es encontrada asociada con otros objetos u otros tipos de medios de transporte (por ejemplo, bicicleta, motocicleta, bote, etc) que se considere vinculada con un crimen también podría producir evidencias de polen útiles para vincular esos elementos con un delito específico o un lugar geográfico específico.

En cada uno de estos ejemplos se debe tener mucho cuidado al tomar muestras para el análisis forense. En los casos donde la suciedad y el barro se han secado sobre los objetos, se debe usar pincel suave y limpio para limpiar la superficie antes de la recolección. Se ha determinado que los pinceles para aplicar cosméticos faciales son los más adecuados para este tipo de trabajo. Este procedimiento eliminara la contaminación superficial de polen ambiental que se haya asentado en la tierra o el barro de la muestra después que se secura. El pincel que se use debe estar limpio y libre de polen. Ello se puede lograr mediante el lavado a fondo con una mezcla de agua destilada y detergente y luego el enjuagado, primero

con agua destilada y luego con alcohol antes del uso. Es conveniente tener un suministro de cepillos de repuesto en una bolsa plástica separada, estéril y sellada. Solo el agua destilada se debe utilizar para la limpieza de los pinceles, ya que muchos sistemas de agua pueden estar libres de microbios, pero no de polen.

El colector debe usar un par limpio de guantes quirúrgicos estériles, para asegurar que el polen en la mano no contaminará la muestra. La recolección real debería consistir en recoger la suciedad o los fragmentos de barro, raspando suavemente con un instrumento limpio (Figura 8). El tamaño de la muestra puede variar: las pequeñas son más fáciles de proteger de la posible contaminación, sin embargo, cuanto más pequeña, más difícil será para el palinólogo extraer un número suficiente de polen para su análisis. En caso de duda, es preferible recoger un poco más de muestra de lo necesario. Si es posible, recoger 15 a 30 gramos de suciedad, ello sería una cantidad recomendable.



Figura 8: Obtención de muestras de calzado.

Es conveniente el uso de bolsas de plástico para el guardado del material extraído, a pesar de que hay dos posibles inconvenientes. En primer lugar, si una muestra de suciedad, barro o cualquier otro material está húmeda, no se secará



correctamente si está sellada dentro de la bolsa. La solución a esto es sellar la bolsa cuando se recoja la muestra y luego abrirla con cuidado y colocarla en un horno a fuego lento hasta que la muestra se seque. La otra alternativa consiste en añadir alcohol suficiente para matar los microbios que pueden causar daños al polen de la muestra.

El segundo inconveniente con el uso de bolsas de plástico es la electricidad estática. Cuando las condiciones atmosféricas son de sequedad podría ser difícil conseguir el polvo en una bolsa de plástico llena de estática. Si después de varios intentos todavía hay demasiada estática en la bolsa de plástico, introducir la muestras en un sobre de papel limpio. Después sellar el sobre y colocar dentro de la bolsa sellada. A veces los sobres contienen polen accidentalmente incorporado en el proceso de fabricación del papel<sup>38</sup>.

En situaciones en las que solo está presente el polvo, y no hay suficiente polvo para barrer dentro de algún tipo de contenedor, entonces se debe tratar de recoger muestras de polen utilizando cinta adhesiva transparente. Un rollo de cinta adhesiva de una pulgada de 2,5cm de ancho aproximadamente, es ideal. Usar guantes estériles y arrancar pedazos largos de cinta para pegarlos en las superficies objeto muestreo. A continuación, retirar la cinta con cuidado, con el polvo adherido, y unir los extremos, es decir, una media cinta pegada sobre la otra mitad. Esto protege la superficie de muestreo de la cinta y evita una mayor contaminación de las superficies pegajosas. Cuando el muestreo se ha completado, colocar cada cinta por separado, en bolsas de plástico estériles, con cierre hermético para evitar la posible contaminación. Una vez en el laboratorio, los palinólogos forenses utilizan solventes para aflojar el material pegado a la cinta.

---

<sup>38</sup> Guzman, Carlos A. (2011). Manual de criminalística. segunda edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos Aires. Págs. 209-231.



El pelo/ cabello es una trampa de polen excelente. Cuando el viento sopla a través del pelo, el polen queda atrapado en los espacios abiertos entre filamentos individuales. En los seres humanos, la adición de varios tipos de aerosolos para el cabello y de tónicos hace pegajosa la superficie del pelo y proporciona una mejor trampa para el polen. Para la obtención de muestras, el cabello/pelo debe ser cuidadosamente lavado con detergentes y agua tibia y destilada. Este proceso afloja el polen atrapado y lo libera de las superficies pegajosas. Una vez recolectada, el agua de lavado se debe almacenar en un recipiente estéril que este bien cerrado y congelado o conservado a una temperatura cercana a la congelación en un refrigerador para retardar el crecimiento de microbios. Si la refrigeración no es posible, un método de almacenamiento alternativo consiste en añadir alcohol suficiente a la muestra para evitar la proliferación de bacterias y hongos. Por lo general, si la solución contiene aproximadamente 10% de alcohol, será suficiente para matar los microbios que puedan dañar el polen. No usar peróxido de hidrógeno en lugar de alcohol, porque el peróxido de hidrógeno es un oxidante que daña el polen. También es de destacar que para la obtención de muestras de polen de pelo humano se puede emplear el método de la cinta adhesiva, como se citó anteriormente.

Sin embargo, la toma de muestras de pelo no debe ser restringida/limitada a los seres humanos. Las alfombras de piel encontradas en la escena de un crimen podrían haber sido utilizadas para limpiar los zapatos y por lo tanto pueden ser ricas en polen. Ovejas, vacas u otros animales de pelaje, robados, pueden rastrearse hasta su dueño original a través del análisis de polen de muestras de pelo lavado, o afeitado de sus cuerpos.



El pelo de abrigos de piel, mantas, sombreros de fieltro, o pieles de ovejas empleadas a veces como asientos de vehículos, actúan como excelente trampa de polen y deben ser consideradas por su potencial valor forense.

Telas, bolsos tejidos, cestas, sogas, ropa y los materiales tejidos en general tienen muchas de las mismas propiedades como trampas de polen que el pelo. El polen en la atmosfera se coloca constantemente en superficies expuestas. El material tejido expuesto al aire se cubre de polen, que queda atrapado en las fibras del mismo. Las bolsas de arpillera o de tela tejida utilizadas para el transporte de productos se exponen a la lluvia de polen de la región donde sus contenidos están siendo producidos y envasados. Así, los granos de café recogidos y empaquetados en bolsas de arpillera en Costa Rica contendrán un conjunto de polen representativo de Costa Rica. Del mismo modo, los sacos de arroz empaquetados en Texas o Louisiana deben contener un conjunto de polen de esas regiones.

Si el artículo completo no puede colocarse en una bolsa estéril de plástico y sellada, entonces, cada elemento de muestra debe manejarse con trozos de cinta adhesiva de celofán transparente. Se debe utilizar el mismo procedimiento explicado anteriormente para la toma de muestras de polvo. Sin embargo, dado que la mayor parte del polen a menudo se ve atrapado entre la trama de los tejidos, es mucho mejor dejar que un palinólogo forense examine el elemento completo (es decir, saco de arpillera, sueter, camisa, pantalones, etc.) siempre que sea posible. El muestreo de la superficie de los tejidos mediante el procedimiento de cinta de celofán solo debe usarse cuando el elemento en cuestión no puede ser referido como evidencia para su posterior examen.

Las cestas de mimbre utilizadas para transportar productos suelen contener granos de polen atrapados en los espacios entre los tejidos. Estos tipos de polen son frecuentemente indicativos del lugar donde se hicieron las canastas. Así



mismos, los productos almacenados en cestos (te, marihuana, hojas de coca, granos de café, etc.), a menudo contienen polen que se queda atrapado en el tejido de la cesta. Al igual que las cestas y sacos tejidos, el tejido de prendas de vestir también se convierte en una trampa natural para el polen ambiental (atmosfera). Esto es especialmente cierto en tejidos gruesos de prendas de arpillera, algodón o lana, donde las fibras gruesas actúan como trampas del polen natural.

Cuando se toman muestras del polen atrapado en bolsos tejidos, cestas o artículos de vestir, el elemento también debe ser colocado en una bolsa plástica grande, estéril y sellada. Más tarde, en el laboratorio, un palinólogo forense puede quitar el polen de estos artículos lavándolos con cuidado en una solución de agua destilada caliente y jabonosa. Como se describió anteriormente, este proceso desalojara el polen atrapado. Una vez retirada, la solución de lavado debe ser tratada por su contenido de polen o congelada hasta que pueda ser procesada<sup>39</sup>:

**Colección de muestras de muebles u otros objetos:** El polen depositado junto con el polvillo que cubre muebles y objetos varios en una vivienda, se muestrea limpiando dicho mueble u objeto con una gasa seca, de la que será luego desprendido por lavado.

Todas las muestras, tomadas mediante gasas secas, serán colocadas en sobres de papel, en frascos o en bolsas de nylon, plegadas hacia adentro para que el material adherido no se desprenda, sellando y rotulando convenientemente el envase utilizado.

---

<sup>39</sup> Guzmán, Carlos A. (2011). Manual de criminalística. segunda edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos Aires. Págs. 209-231.



Ya en el laboratorio, cada gasa será sometida a lavado en agua bien limpia, al igual que las prendas, para rescatar el polen adherido<sup>40</sup>.

### **Materiales de embalaje**

Muchos productos están envasados con diversos tipos de materiales de embalaje. En los casos donde los productos son envasados al aire libre, o en los depósitos al aire libre, el polen del ambiente atmosférico puede entrar en el área de empaque y depositarse en el material de embalaje utilizado. Más tarde, un análisis de polen de estos materiales podrá revelar pistas sobre la localización donde determinados productos fueron elaborados o envasados.

Las aspiradoras pequeñas y portátiles son herramientas eficaces para recoger el polen de los materiales de envasado. La principal ventaja de ellas es que pueden operar sobre una gran superficie de forma rápida y la succión que producen generalmente desalojara la mayoría del polen atrapado y lo llevara a la trampa interna de la aspiradora. Otra de las ventajas de una aspiradora es que permite a una persona recoger muestras fácilmente del revestimiento interior de un contenedor y, sobre todo, de las esquinas de cajas de madera o cartón. Cuando se utiliza esta técnica es importante que se empleen bolsas de aspiradoras especiales, estériles y que la aspiradora se limpie a fondo en cada uso. Son convenientes las bolsas de fibra de vidrio o de papel de filtro, pero las de algodón se pueden utilizar si se las ha limpiado a fondo, la fibra de vidrio y las fibras de papel se disuelven rápidamente en ciertos ácidos, este proceso deja el polen recolectado en buen estado.

---

<sup>40</sup> Caro Patricia M.(2004). Manual de Química Forense. Editorial La Roca. Buenos Aires. págs. 157-163.



## **Drogas ilegales**

Una de las aplicaciones más útiles de las muestras de polen forense está en la búsqueda, e identificación de drogas ilegales. A menudo, es importante vincular a individuos concretos con los envíos específicos de drogas ilegales, determinar si los medicamentos encontrados de varios lugares son parte de la misma expedición original, o puede ser importante rastrear e identificar los envíos de drogas procedentes de un laboratorio específico de tratamiento o una localización geográfica determinada.

Las plantas de marihuana son uno de los productores de polen más prolíficos de la naturaleza. Debido a que el crecimiento, la cosecha y el empaque de la marihuana se produce muchas veces al aire libre, grandes cantidades de polen de marihuana, así como el polen de lluvias locales, será incorporado como parte del material embalado. Por otra parte, si las plantas de marihuana se cultivan, cosechan, procesan y envían desde lugares que están completamente en el interior, algunos ejemplos de la lluvia de polen local quedarían incorporados en el producto cosechado; ello hace que sea difícil determinar la ubicación geográfica exacta donde las plantas se cultivaron o procesaron. Debido a que las plantas de marihuana son prolíficas en su capacidad de producir y dispersar polen, todo lo que sus granos de polen contacten estar contaminado.

En un ejemplo relacionado, el proceso de convertir las hojas de coca en cocaína se inicia cuando las hojas de la planta de coca se cosechan, se secan y procesan al aire libre, y luego se refinan en cocaína. Dado que la mayoría de esto ocurre cerca o en el lugar donde las hojas de coca se cultivan, el polen de otras plantas en la zona debería quedar reflejado en las muestras de la cocaína refinada. Del mismo modo, el primer paso en la producción de heroína es marcar la superficie externa de la vaina de una semilla de amapola inmadura. Esta marcación produce



una savia pegajosa que se convierte en una trampa de polen excelente hasta que se seque.

Hasta donde se sabe, la recuperación de polen de cocaína, crack o heroína nunca se ha intentado, pero en teoría estos productos contienen polen.

Bolsas, cestas, materiales de embalaje, vehículos, la ropa de las personas, e incluso el papel moneda asociado a las transacciones de droga son fuentes potenciales para la recolección de muestras de polen para estudios forenses. La información resultante de los estudios de polen podrá vincular personas u objetos con los envíos de drogas ilegales, puede determinar si varios traslados tienen un origen geográfico diferente o común, y muchas veces puede determinar con precisión el origen geográfico donde las drogas fueron fabricadas o elaboradas. Por último, hay que recordar que la recolección de polen de muestras forenses relacionadas con transacciones de drogas debe llevarse a cabo con el mismo grado de cuidado y habilidad que otros tipos de materiales.

### **Estomago e intestinos**

Estas situaciones delictivas en las que ha habido muertos, las muestras forenses de polen deben recogerse, durante la autopsia, del estómago, intestino delgado y colon. El tiempo transcurrido entre la muerte de una persona y el momento en que se lleva a cabo una autopsia no debe afectar la conservación o la validez de los resultados obtenidos.

Cuando los investigadores encuentran que los restos de una víctima se han descompuesto severamente, o que la víctima fue enterrada y el único material que permanece son los restos óseos, las muestras de polen igual deben recogerse. En los entierros se debe recolectar la capa delgada en contacto real con la parte inferior de los huesos del esqueleto en el pecho y en la región pélvica. Estas muestras



podrían proporcionar pistas sobre la época del año en que la víctima fue enterrada o podrían contener polen que había estado en la ropa de la víctima en el momento de la muerte.

También deben recogerse muestras de tierra de la región dentro del área pélvica, porque estas muestras pueden revelar pistas sobre la dieta de la víctima y, posiblemente, donde la misma posiblemente vivía.

Las muestras forenses de polen de los entierros se deben recoger con el mismo grado de atención antes mencionado. Siempre que sea posible es recomendable recolectar 10-20 gramos de tierra con instrumentos libres de contaminación y luego sellados en bolsas de plástico herméticas.

Si la tierra está húmeda, deben considerarse los procedimientos antes mencionados para prevenir posteriores daños del polen por parte de los microbios del suelo. La recolección de muestras de polen forense durante la autopsia debe hacer hincapié en la no contaminación entre muestras.

Al igual que con las muestras de suelo, las de materia fecal o las del estómago deben consistir en 10-20 gramos de material siempre que sea posible.

Un examen de polen de materiales recogidos del estómago y/o del tracto intestinal de una víctima puede proporcionar una variedad de pistas que no son evidentes a partir de otros estudios. Como se mencionara, el polen del ambiente está en constante sedimentación, por lo tanto es posible que algunos de los granos de polen puedan haberse asentado en los alimentos y bebidas consumidos por la víctima. Si es así, el polen atrapado en el estómago y los intestinos pueden proporcionar pistas sobre donde había estado el individuo justo antes de la muerte. Además de los alimentos manufacturados que consumimos podrían ofrecer pistas



sobre la dieta de la persona durante los últimos días incluso semanas antes de la muerte.

Diversos estudios de polen revelan que los distintos tipos de polen permanecen atrapados en el tracto digestivo humano durante diferentes periodos. El polen del brócoli, por ejemplo es muy pequeño y tiene una ornamentación en forma reticulado en la superficie, factor este que permite que sea fácilmente atrapado en los pliegues del estómago e intestino. Pruebas experimentales han demostrado que después de comer una comida que incluye brócoli, habrá una concentración inicial alta de polen en las heces de esa persona dos días después. Luego de ello, el porcentaje de polen de brócoli en las heces sigue siendo alto durante aproximadamente una semana más, antes de que comienza a declinar. Sin embargo, las pruebas muestran que los restos de polen todavía son detectables en heces producidas hasta un mes después de la ingestión inicial.

En cuanto a muestras orgánicas como trozos de pulmón, vías aéreas, mucosas, se recomienda a la hora de la extracción de dichas piezas en morgue judicial evitar el lavado de las mismas dado de que con el lavado se eliminan los residuos de polen impregnados en ellas, dificultando así luego el cotejo. Las mismas se deben colocar en frascos de vidrios esterilizados, debidamente cerrados<sup>41</sup>.

### **Materiales diversos.**

Hay muchos otros materiales que pueden utilizarse para estudios de polen. Como se menciona anterioremete, el polen es uno de los contaminantes mas comunes en nuestra atmosfera, se instala fuera de ella y queda atrapado en casi cualquier superficie y puede incorporarse en cualquier sedimento.

---

<sup>41</sup> Ing. Sánchez, Ana Carina. (2016). Laboratorio de palinología de la Universidad Nacional de Jujuy. Prov. de Jujuy.



Los ejemplos de otros tipos de materiales adecuados para el estudio forense de polen son casi infinitos. Algunos ejemplos adicionales incluyen: 1) la miel, para verificar supuestas fuentes florales y lugares geograficos especificos; 2) frutos secos (albaricoques importados, ciruelas o pasas de uva) para determinar su pais de origen; 3) te, para determinar su pais de origen; 4) el azucar en bruto, para autenticar su origen geografico; 5) café, para validar el pais de origen mediante el examen de polen atrapado en el tejido de bolsas de arpillera utilizadas para empaquetar los granos de café; 6)sisal, para confirmar que la sogá importada de sisal procede efectivamente del pais supuestamente de origen; 7) monedas y billetes para validar si las monedas antiguas o el papel moneda son de su pais de origen o falsos o, en algunos casos, si han estado en contacto con el polen de marihuana, 8) tabaco , para determinar si es de fuentes extranjeras o nacionales; 9) muebles antiguos, para confirmar la edad y posible origen de muebles antiguos que supuestamente provienen de un lugar geografico especifico, y 10) filtros de aire, para indicar lugares que los aviones privados, camiones o coches han visitado.

Filtros de aire: Los filtros de aire son concentradores de polen altamente eficaces; aunque están hechos de una variedad de materiales que incluyen papel y goma espuma por lo general puede recabarse restos de polen de la misma manera que se ha descrito anteriormente ya sea por raspado o cortando una parte del material para iniciar el proceso de obtención.

Material vegetal: Esta categoría se incluyen material vegetal sin procesar, elementos procesados y otros materiales tales como el tabaco, etc. Las plantas que están en la tierra, vale decir plantadas, ya sean tallos, hojas o floraciones, son una excelente trampa de polen de otras especies de vida a las características de la velocidad y pegajosidad. Si el material vegetal es abundante, seleccionar las partes, probabilidades de contener polen atrapado tales como hojas con pelos finos densos

y secreciones pegajosas; una vez cortado el material se coloca en un tubo de ensayo 10 ml para luego ser procesado.

Restos humanos y otros materiales animales o biológicos: Esta categoría incluye pelo, piel, plumas, moco, contenido del estómago y materia fecal. Enmarañado suelo-pelo, etc. se pueden cortar en longitudes cortas y conservadas en un tubo de ensayo de 10 ml. (Figura 9)



Figura 9: Restos de polen – palinomórfos en cadáver<sup>42</sup>

## Muestras de control

Cada vez que se recogen muestras de polen, también es fundamental recoger “muestras de control”. Las muestras de control son las muestras de suciedad/tierra de la superficie de la zona donde se ha cometido un delito o de una región donde se cree que un crimen ha sido cometido.

<sup>42</sup> Breglia, Gustavo (2015.). Palinología forense. Curso de Capacitación en Ciencias Forenses. Universidad Nacional de La Plata. Cipolletti – Rio Negro



Las muestras de control las utilizan los palinólogos forenses para formar una “línea base” de datos sobre el conjunto de polen esperado en un sitio dado. Una vez que la línea de base de información se determina a partir de las muestras de control, entonces el polen recuperado a partir de muestras forenses se pueden comparar con los datos de control para ver si ambos coinciden.

Un ejemplo de por qué las muestras de control son importantes se puede ilustrar de la siguiente manera. Si se comete un delito en un lugar boscoso donde las plantas dominantes son el abedul, el aliso, el pino y el arce, las muestras de control de la suciedad/tierra de la superficie recogidas de esa región deberían revelar un registro de polen que contiene distintos porcentajes de los principales tipos de polen y restos de otros componentes menores de polen. Más tarde, si los zapatos lodosos de un sospechoso, o el barro del coche de un sospechoso se recoge y analiza, el conjunto de polen en las muestras forenses podría coincidir con la asociación de polen encontrada en las muestras de control. Sin embargo, si se desconoce que tipos de polen y en qué porcentajes se debería esperar encontrar en la escena del crimen, es difícil argumentar en los tribunales que el polen encontrado en los zapatos de un sospechoso o en el coche vincula realmente a esa persona con la escena del crimen.

Es difícil saber cuántas muestras de control recabar de la escena de un crimen. Cuanto más se recoge y examina, más información se tiene sobre el polen en el lugar donde se cometió el crimen. Debido a que el polen en cada muestra de control puede variar ligeramente en los tipos y porcentajes encontrados, su registro combinado ofrece un rango potencial de variación de polen para la escena del crimen. Este conocimiento hace que los resultados de la comparación de polen de las muestras con locaciones reales sean más seguros. Ello es especialmente cierto cuando se puede demostrar que los datos de la muestra forense caen dentro del



rango de variación de polen que se esperaba; poseer solo una muestra debilita la seguridad de los datos de polen cuando contienen conjuntos de polen similares, pero no exactamente iguales, a los de la muestra de control único.

Los factores de costo y tiempo deben ser considerados. Una política prudente podría ser recoger tantas muestras de control como lo permita el tiempo del que se dispone, sin embargo, es importante ser selectivo a la hora de analizarlas. Idealmente, si se recoge un número de muestras de control en la escena de un crimen, y se da aun palinólogo forense la ubicación exacta y la descripción del lugar donde cada una fue recolectada, entonces pueden ser seleccionadas para el estudio el menor número y las más apropiadas.

La recolección debe considerar los siguientes criterios: en primer lugar, y de ser posible, recoger una muestra de control lo más cercana al lugar exacto donde ocurrió el hecho, si es que se conoce. En segundo lugar, tomar muestras adicionales de control de las zonas cercanas al escenario. Si el área que rodea en un kilómetro de distancia se compone de vegetación similar, entonces serían suficientes una o dos muestras de control de cada uno de los cuatro puntos cardinales, a unos 500 metros de la escena del crimen. Si el área dentro de un radio de un kilómetro contiene diferentes tipos de vegetación (por ejemplo, pastizales abiertos, campos agrícolas, zonas boscosas, etc), entonces se deben recolectar una o dos muestras de cada zona de vegetación diferente.

La manera ideal para recoger muestras de control es utilizar el método de "pellizco" (Adams y Mehringer, 1975). Esto puede hacerse mediante la selección de un área de aproximadamente 50 a 100 metros cuadrados yendo y viniendo recogiendo pizcas de polvo/tierra en toda la zona. A medida que se recoge cada una, se debe combinar en una sola bolsa estéril de plástico y luego sellarse. La razón de la combinación es para evitar la posibilidad de sobrerepresentación de un



solo tipo de polen. Las pruebas realizadas con este metodo revelan que en la mayoria de los casos son necesarios mas de 8 pellizcos de polvo/tierra para cada muestra de control antes de que se convierta en un conjunto fiable de polen de la flora regional. En general, la recogida de 10-20 pizcas de suciedad/tierra por cada muestras de control de la zona de muestro es suficiente para garantizar exactitud. Al igual que con la toma de muestras forenses, se deben utilizar guantes limpios y quirurgicos para la recoleccion, o lavarse cuidadosamente las manos con detergente antes, y entre cada muestra de control. Este procedimiento evitara la contaminacion por polen potencial de muestras a medida que se estan recogiendo<sup>43</sup>.

Otra manera de tomar muestras de polen depositado sobre el suelo, es teniendo en cuenta que ese polen, al momento de adherirse a las ropas de la víctima o del sospechoso con las que se desea cotejar, lo hizo por el simple contacto de sus prendas con la superficie del suelo, debido a la gran adherencia de los granos de polen, conferida por sus extremos espinosos que ocupan toda su superficie, por lo tanto, se deberá tomar la muestra de igual manera a la que se produjo el depósito original, para lo cual se tomaran trozos de gasa de unos 10x10cm y se apoyaran, secos, sobre el suelo, frotando el mismo para que el polen se adhiera.

Es importante tener en cuenta que los granos de polen, (prácticamente indestructibles) que se hallan depositados superficialmente en el suelo, pertenecen a la última floración, ya que los granos correspondientes a floraciones de otras estaciones, fueron penetrando en el suelo, favorecidos por el agua de lluvia, por lo que, si se toma la muestra en fechas muy cercanas a la comisión del hecho, no se debe profundizar en la tierra (tomando por ejemplo la muestra mediante pala o cuchara), ya que se corre el riesgo de no hallar el polen contemporáneo con el momento del hecho, sino otro perteneciente a una floración anterior.

---

<sup>43</sup> Guzmán, Carlos A. (2011). Manual de criminalística. segunda edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos Aires. Págs. 209-231.



De lo contrario, si se está muestreando en el lugar del hecho varios meses después de cometido el mismo, será conveniente tomar muestras estratificadas, para lo cual se tomara una primera muestra superficial como se describió y luego, con ayuda de una cuchara se ira excavando de a pocos centímetros por vez, tomando muestras independientes para diferentes profundidades, a fin de detectar si algunos meses antes existió en el lugar el polen que se desea encontrar.<sup>44</sup>

### **Análisis de las muestras de polen.**

Antes que nada, un laboratorio de polen forense debe estar libre de contaminación y examinarse a intervalos regulares para garantizar que se mantiene libre de polen ambiental y contaminación de esporas. Toda la cristalería y otros equipos deben limpiarse a fondo y se recomienda utilizar solamente agua destilada para cada etapa del procedimiento de extracción. Los procedimientos de extracción que aseguren la recuperación máxima de polen y la mínima posibilidad de pérdida de polen deben ser los únicos que se empleen. En algunos casos, habrá que realizar comprobaciones iniciales utilizando tinción para determinar si algo de polen y de esporas en una muestra forense todavía tienen intina o citoplasma. Estos criterios se utilizan a veces para distinguir el polen fresco del fósil. Este tipo de examen de preextracción puede ser útil para determinar si una muestra pudo o no haber sido contaminada por polen reciente.

Los registros escritos cuidadosamente deben mantenerse para cada muestra, y deben registrarse en un libro de registro, notaciones precisas de los procedimientos y observaciones para cada paso del proceso de extracción. Es

---

<sup>44</sup> Caro Patricia M.(2004). Manual de Química Forense. Editorial La Roca. Buenos Aires. págs. 157-163.



importante recordar que cada paso de un proceso de extracción y cada observación puede necesitar justificarse, explicarse y defenderse en un tribunal de justicia<sup>45</sup>.

### **Procedimiento:**

EN CUANTO A ROPAS, GASAS O CALZADOS DE TELA, para desprender los granos de polen adheridos a telas, estas se deben sumergir en recipientes con agua bien limpia (preferentemente tamizada previamente o agua destilada) y lavar concienzudamente, raspando la prenda a fin de favorecer el desprendimiento de los granos adheridos a la misma; a continuación se debe retirar la tela del agua y escurrirla, a fin de rescatar finalmente los granos que quedan en el medio líquido de lavado.

### **Separación de los granos de polen del soporte.**

Una vez obtenida el agua de lavado de las prendas o las gasas, se hace necesario rescatar de dicha agua todo el material suspendido, en el que se hallan los granos de polen. Para ello se utilizará una serie de tamices, de malla decreciente, para retener las partículas de acuerdo con su tamaño y asegurar que en el último, de malla más fina, queden en lo posible solo las partículas microscópicas del tamaño de los granos de polen, eliminando en los anteriores las partículas minerales provenientes de la tierra.

Los tamices de elección serán de mallas de 300 o 297 micrones (n°50), de 37 micrones (n°400) y de 25 micrones (n°500), rescatando solo el material retenido en este último, el cual será transvasado a un vaso de precipitados, lavando minuciosamente el tamiz ayudados con una pizeta. El material recogido de esta

---

<sup>45</sup> Guzmán, Carlos A. (2011). Manual de criminalística. segunda edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos Aires. Págs. 209-231.



manera contiene diatomeas, biolitos, polen, minerales, limo fino, arcilla, y debe estar contenido en un volumen de agua suficiente para llenar un tubo de centrifuga.

### **Aislamiento de los granos de polen.**

- a) Centrifugación.- Centrifugar el contenido del tubo y separar el sobrenadante, tomando un sedimento que idealmente no debe sobrepasar de la parte cónica del tubo.
- b) Eliminación de carbonatos.- Para eliminar el contenido de carbonatos orgánicos e inorgánicos en el sedimento obtenido, se deberá incorporar al mismo una solución de ácido clorhídrico al 10%, con agregados lentos, hasta que termine la efervescencia, centrifugando nuevamente y separando el sobrenadante.
- c) Eliminación de materia orgánica.- Para suelos muy ricos en materia orgánica, se hace necesaria su eliminación, para lo cual se deberá someter el material a tratamiento con alguna de las mezclas que se describen a continuación:
  - Mezcla de Schulze. Dos partes de ácido nítrico puro y una parte de clorato de potasio en solución saturada, disueltas en caliente.
  - Mezcla de Luber. Mezcla de ácido nítrico puro con gotitas de ácido clorhídrico, dejado en reposo durante cinco minutos.

Se agrega al contenido del tubo de centrifuga alguna de las dos mezclas descritas, se agita, se deja reposar 15 minutos, observando que por la oxidación de la materia orgánica amorfa el material queda amarillo, centrifugando nuevamente.

- d) Lavados.- El sedimento se lava con carbonato de potasio al 10%, agregado poco a poco, ya que produce efervescencia, hasta que se observa que la efervescencia llega al fondo. Se centrifuga nuevamente, se retira el sobrenadante y se lava con agua limpia, volviendo a centrifugar.



e) Flotación de los granos de polen.- Se prepara una solución de cloruro de zinc de densidad  $1,9\text{g/cm}^3$ , para lo cual se pesan 114 gramos de cloruro de zinc y se disuelven en 77 ml de agua (confirmar que se obtuvo la densidad deseada). con dicha solución se llena el tubo de centrifuga, removiendo todo el material sedimentado en el fondo del tubo con una varilla.

Esta solución provoca la flotación de todo el material de menor densidad que la misma, en la cual se encuentran los granos de polen. Al centrifugar nuevamente, se observaran partículas flotando en la superficie del líquido, además del sedimento de las partículas más densas, el que se deberá descartar.

f) Separación de los granos.- Mediante una pipeta Pasteur se levantan aproximadamente 2 ml del líquido superficial del tubo, que contiene todo el material flotante y se transvasa a otro tubo de centrifuga.

A partir de este punto, se hace necesario bajar la densidad del líquido en el que flotan los granos, a fin de poder separarlos nuevamente por centrifugación, para lo cual se completa el tubo con agua y se centrifuga, repitiendo la operación hasta que no se observa más material flotante, lavando finalmente con agua una o dos veces más, centrifugando entre lavado y lavado, para finalmente realizar un último lavado con etanol y una última centrifugación, de la que ya se recuperaran del fondo del tubo los granos de polen aislados.

g) Coloración.- Al sedimento de la última centrifugación se agrega una pizca de una solución de fucsina preparada disolviendo una punta de aguja de dicho colorante en etanol.

h) Montaje.- Tomar 2-3 gotas del sedimento coloreado, colocar en un portaobjetos y secar a la llama. Cortar cubitos del medio de montaje (que se describe a continuación), colocar sobre el porta y calentar sobre llama,



mezclando con una agujita. Cubrir con un portaobjetos, dejar enfriar, pegar el portaobjetos con esmalte de uñas transparente y observar a microscopio.

- i) Medio de montaje: preparación.-Se disuelven 15 gramos de gelatina sin sabor en 55 ml de agua caliente, agregando luego 50 ml de glicerina y 0,5 gramos de fenol fundido por calentamiento en una cucharita. Se mezcla bien y se deja enfriar a temperatura ambiente, guardando luego den heladera para su uso, cortado en cubitos.

### **Estudio microscópico.**

Los granos de polen aislados de esta manera, coloreados y montados, son observados al microscopio, siendo útil el empleo del microscopio comparador, sobre todo para el profesional poco avezado en la distinción específica, ya que la observación simultánea de las muestras a cotejar permitirá afirmar si en ambas existe polen del mismo vegetal.

Una vez observados los preparados, los soportes se pueden conservar por tiempo indefinido, pasando a engrosar el archivo de muestras correspondiente a la causa<sup>46</sup>.

A su vez la Ing. Sánchez, Carina<sup>47</sup> aporta que a toda muestra recolectada se le aplica el método de acetólisis, el cual utiliza reactivos como ácido acético, ácido sulfúrico y anhídrido de acético. Dicho proceso lo que hace es eliminar todas aquellas sustancias orgánicas que contienen las muestras, quedando solamente polen y esporas, para una mejor identificación a la hora de pasar a la microscopía donde se va a consultar a la palinoteca y bibliografía para poder establecer especies vegetales y correspondencia entre las muestras dubitadas e indubitadas. Es por ello

---

<sup>46</sup> Caro Patricia M.(2004). Manual de Química Forense. Editorial La Roca. Buenos Aires. pág. 157-163.

<sup>47</sup> Ing. Sánchez, Ana Carina. (2016). Laboratorio de palinología de la Universidad Nacional de Jujuy. Prov. de Jujuy.



que cabe aclarar que palinoteca es una colección de preparaciones microscópicas de polen y de esporas para su observación.<sup>48</sup>

La palinoteca, o colección de referencia de muestras de polen, facilita la identificación taxonómica de los diferentes granos de polen y esporas. Está formada por muchas preparaciones de palinomórfos actuales organizados por familias y géneros. Los diferentes taxa son recolectados durante su floración y sometidos a un proceso químico (acetólisis) que permite eliminar el contenido celular y observar los granos de polen y esporas con la misma estructura y estado de conservación que los fósiles.<sup>49</sup>

Conforme a esto se expone el Método de acetólisis en profundidad:

El método acetolítico propuesto inicialmente por Erdtman en 1969 consiste en suspender el material polinífero en ácido acético glacial, centrifugar a 2500 r.p.m y se decanta. Al sedimento se le añaden 5ml de mezcla acetolítica (una parte de ácido sulfúrica y nueve partes de anhídrido acético puro). En una campana de gases, esta mezcla se calienta al baño María hasta ebullición, procurando agitarla con una varilla de vidrio. De dos a cuatro minutos después de alcanzar la temperatura de ebullición del agua, se detiene el calentamiento y durante cinco minutos se centrifuga. Posteriormente se decanta y se le añaden 5ml de ácido acético glacial para eliminar los restos de mezcla acetolítica. Tras un nuevo filtrado y decantado, se lava la muestra dos o tres veces. A continuación, (con el fin de evitar el desarrollo de microorganismos) se añade a los granos acetolizados 12 gotas de mezcla de glicerina y agua destilada a partes iguales, se agita y se deja en reposo durante 15 minutos. Se centrifuga y finalmente se decantan los tubos.

---

<sup>48</sup> Sáenz Lain, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa* 25: 93-112.

<sup>49</sup> Instituto pirenaico de ecología. Colecciones de IPE. España. Descargado el día 19 de septiembre de 2016. Disponible en <http://www.ipe.csic.es/lugares-de-estudio>



Para montar las preparaciones sobre un portaobjetos se transfiere un poco de sedimento polínico y sobre una placa calefactora se deja que se evapore el agua de la muestra. Posteriormente se le añade una gota de glicerogelatina y se coloca el cubreobjetos. Las preparaciones hay que mantenerlas boca abajo durante al menos 24 horas y posteriormente sellarlas con laca de uñas para su conservación indefinida<sup>50</sup>.

### **INDICIO, EVIDENCIA O ELEMENTO MATERIAL PROBATORIO (EMP).**

El término indicio proviene de latín “indicium”, que significa signo aparente y probable de que existe alguna cosa, y a su vez es sinónimo de señal, muestra o indicación. Por lo tanto, es todo material sensible significativo que se percibe con los sentidos y que tiene relación con un hecho delictuoso.

Desde el punto de vista criminalístico, se entiende por indicio todo objeto, instrumento, huella, marca, rastro, señal o vestigio, que se usa y se produce respectivamente en la comisión de un hecho, sin importar cuán pequeño sea. Su estudio nos puede ayudar a establecer la identidad del perpetrador o la víctima de un hecho, a establecer la relación entre éstos y las circunstancias en que se consumó el crimen. Al decir material sensible significativo se entiende que está constituido por todos aquellos elementos que son aprehendidos y percibidos mediante la aplicación de nuestros órganos de los sentidos.

---

<sup>50</sup> Aseginolaza Telleria, Isabel y Bastarrika Sarasola, Mikel (2003). Análisis del polen corbicular recolectado durante los años 2002 y 2003 en los colmenares de estudio ecológico de oñati y goizueta. Pág. 18.



Cuando se comprueba que el indicio está íntimamente relacionado con el hecho que se investiga, se convierte ya en evidencia. Una vez integrado al proceso penal se convierte en prueba<sup>51</sup>.

Los indicios pueden localizarse en:

- El lugar del hecho.
- En el cuerpo de la víctima.
- En el cuerpo del victimario.
- En las zonas aledañas.

Clasificación de los indicios:

Por el momento de su producción pueden ser:

- Antecedentes. Los generados antes del hecho.
- Concomitantes. Los que se generan durante el hecho.
- Consecuentes. Los que se generan con posterioridad al hecho.

Por su relación con los hechos se clasifican en:

- Indicios determinados. Son aquellos que requieren solamente un análisis minucioso a simple vista o con lentes de aumento y que guarden relación directa con el objeto o persona que los produce.
- Indicios indeterminados. Son aquellos que requieren de un análisis completo para el conocimiento de su composición y estructura de acuerdo con su naturaleza física, pues de otra forma no estaríamos en la posibilidad de definirlos.

---

<sup>51</sup> Monter Coria, Roberto Paulo (2012). Introducción a la Criminalística de Campo y de Laboratorio. *Ciencia Forense.cl Revista On-Line de Criminalística*. pág.5.



- Indicios asociativos. Los que corroboran y guardan relación directa con el hecho que se investiga.
- Indicios no asociativos. Se localizan en el lugar del hecho o del hallazgo, pero no están relacionados íntimamente con el caso que se investiga.
- Indicios microscópicos. Son aquellos que por su naturaleza se requiere de algún instrumento óptico (lupas o microscopios) para su observación (pelos y fibras).
- Indicios macroscópicos. Los que se observan a simple vista (manchas, armas, etc.)

Atendiendo a su visibilidad:

- Latentes visibles: Aquellos que se ven a simple vista.
- Latentes invisibles: Aquellos que no se ven sin mediar un proceso de revelado físico y químico.

Según su composición:

- Orgánicos: Aquellos que son de procedencia animal o vegetal.
- Inorgánicos: Aquellos que no tienen esa condición.

Atendiendo a su objetivo criminalístico:

- Reconstructores: Los utilizados para establecer la secuencia de los hechos en el sitio del suceso.
- Identificadores: Aquellos que sirven para determinar, y como su nombre lo indica, identificar su naturaleza extrínseca como su origen.
- Indicios trasladables. Son aquellos que por su naturaleza, forma, volumen, peso o cualidades inherentes, se pueden sacar del lugar de investigación y se pueden preservar de forma adecuada para trasladarse al laboratorio para el estudio respectivo.



- Indicios no trasladables. Son aquellos que por su naturaleza, forma, volumen, peso o cualidades inherentes, no pueden moverse del lugar de investigación ya que alterarían sus condiciones originales<sup>52</sup>.

## **COLECCIÓN DE EVIDENCIAS.**

Todo indicio debe colectarse, pues representa la posibilidad de descubrir al autor del presunto hecho delictivo, o de vincularlo al crimen, es la recolección, el levantamiento de los indicios encontrados dentro de la escena del crimen, teniendo un valor probatorio, para la solución del dilema.<sup>53</sup>

Esta técnica tiene aplicación práctica después que el sitio del suceso ha sido estudiado y fijado. Posteriormente de realizar un examen meticuloso y una selección previa de todas las evidencias, se procede al levantamiento utilizando las técnicas que correspondan, se embalan y se etiquetan enviándose al Laboratorio de criminalística.

Los métodos de recolección de indicios están dados según las características de cada uno, pero hay aspectos generales que comparten todos los indicios.

Los instrumentos para cada una de las evidencias son determinados por el respectivo laboratorio que siguiendo las recomendaciones criminalísticas tradicionales y su propia experiencia, definen éstos, así como el procedimiento por seguir.

El manual de investigaciones criminalísticas del Ministerio Público, indica que debe tenerse en cuenta que para cada evidencia hay una técnica científica específica, que evita la destrucción o alteración del indicio y que por ende resguarda la confianza en la información que del mismo desea extraerse. Dominar los diversos

---

<sup>52</sup> Monter Coria, Roberto Paulo (2012). Introducción a la Criminalística de Campo y de Laboratorio. *Ciencia Forense.cl Revista On-Line de Criminalística*. pág.6.

<sup>53</sup> Félix Méndez, Ana Verónica (2014). Metodología para la recolección y embalaje de los indicios dentro de la escena del crimen. Tesis de grado, licenciatura en investigación criminal y forense, facultad de ciencias jurídicas y sociales, Universidad Rafael Landívar. Huehuetenango. pág. 32.



tipos de técnicas y saber en qué momento deben aplicarse es fundamental frente a cualquier investigación criminal, ya que se pretende reconstruir un hecho sucedido con anterioridad, con el fin de determinar una eventual responsabilidad de carácter penal.<sup>54</sup>

## **PRESERVACIÓN, EMBALAJE Y ETIQUETADO DE EVIDENCIAS.**

**PRESERVACIÓN:** Los elementos, rastros y/o indicios que corran peligro de deterioro o pérdida por la acción del tiempo, el clima o labor del personal actuante, deben ser protegidos con criterio utilizando cubiertas adecuadas que no permitan su modificación, alteración, contaminación o destrucción.<sup>55</sup>

Se debe mantener el indicio en las condiciones adecuadas que aseguren su conservación e inalterabilidad, mediante métodos específicos y detallados, una fijación por descripción, comparación, fotográfica, video grabación o cualquier otro idóneo.

Si ha de ser trasladado a un laboratorio o lugar específico, se deberá utilizar el recipiente adecuado para su embalaje, temperatura adecuada y un ágil proceso metodológico de laboratorio.<sup>56</sup>

Una vez que la evidencia física es trasladada por el o los funcionarios colectores, deberá ser almacenada en el área de resguardo correspondiente, en las

---

<sup>54</sup> Monzón Soto, Blanca Aracely (2012). La cadena de custodia de las evidencias en el proceso penal guatemalteco. Tesis Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Pág. 75.

<sup>55</sup> Ministerio de justicia y derechos humanos presidencia de la nación. Manual de procedimiento para la preservación del lugar del hecho y la escena del crimen. pág. 48.

<sup>56</sup> Gobierno Federal- Moreno Saénz, Francisco Manuel (2012). Mecanismo de protección y preservación de evidencia: cadena de custodia. Estados unidos Mexicanos. Pág.32.



condiciones idóneas de seguridad y ambiente, según la naturaleza de la misma que permita realizar los análisis forenses y/o criminalísticos respectivos<sup>57</sup>.

## EMBALAJE.

Es el procedimiento técnico, utilizado para preservar y proteger en forma adecuada los elementos materia de prueba y evidencia física hallados y recolectados en el lugar de los hechos, lugares relacionados y en las diferentes actuaciones de policía, con el fin de ser enviados a los respectivos laboratorios o bodegas de evidencia.<sup>58</sup>

Criminalísticamente se entiende por embalaje “la maniobra que se hace para guardar, inmovilizar, proteger y preservar un indicio, dentro del algún recipiente protector. El fin primordial del embalaje es individualizar y garantizar la integridad del elemento probatorio material y una vez que se procedió a su respectivo levantamiento se protege en recipiente adecuado para evitar algún tipo de contaminación o alteración, de manera que los resultados que se obtengan de los mismos no puedan ser objeto de algún tipo de cuestionamiento.

El embalaje debe presentar la siguiente estructura:

- Embalaje interno: tiene como objetivo que la evidencia material no sea objeto de algún tipo de contaminación, pérdida, alteración de sus características las cuales van a ser objeto de análisis pericial.

---

<sup>57</sup> Ministerio Publico de Venezuela (2012).Manual único de procedimientos en materia de cadena de custodia de evidencias físicas. Editorial Latina. Venezuela.

<sup>58</sup> Arboleda, Murillo H., Arias, Doralba Parra y Bocanegra, Salomon Espitia (2007).Cadena de custodia, su trascendencia y aplicación en sistema penal acusatorio durante 2005-2006. Tesis de grado de la Universidad de Manizales, facultad de derecho. Manizales Caldas. Pág. 14.



- Embalaje externo: se le denomina embalaje final el cual debe estar sellado o lacrado para que constituya una garantía de la integridad legal de la evidencia física (indicio). Otro aspecto de gran importancia en el embalaje, es que debe adherirse al mismo por medio del uso de cinta adhesiva o un cordón de manila (con nudos atados en forma segura para evitar su fácil remoción) cuando el tamaño de la evidencia resulta incómodo, la llamada boleta de cadena de custodia, en donde debe quedar consignado el nombre y la firma de cada uno de los que tuvieron contacto (en los distintos procedimientos) con la evidencia material, además la hora, fecha, el número único, nombre del despacho judicial, así como una descripción breve de la evidencia física. Por otra parte debe tenerse presente que cada boleta de cadena de custodia debe ir adherida en forma separada en cada uno de las evidencias recolectados en el sitio del suceso.
- Lacrado o sellado: es la operación de sellado del embalaje externo. Es importante el uso de una cinta adhesiva de manera que se pueda realizar escritura sobre la misma.

La cinta debe ser colocada en cada una de las aberturas del recipiente, sea caja, bolsa, sobre, entre otros. En la cinta que se hace mención, se escribe el nombre de la persona que se encargó de realizar el levantamiento del indicio material. Es importante que la escritura abarque tanto la cinta como la estructura del recipiente protector y demás para efectos de seguridad que el empaque no sea violentado, se debe colocar un trozo de cinta adhesiva transparente como medio de protección de la mencionada escritura.

- Etiquetado: por medio de este procedimiento se logra identificar e individualizar la evidencia material.



Finalmente se considera que el embalaje tiene como fin primordial: "Individualizar y garantizar la integridad sustancial del elemento probatorio, motivo por el cual debe ser de tal calidad que evite su alteración o destrucción, ya sea por la manipulación natural de la cual es objeto, o bien por las condiciones de temperatura y humedad que puedan afectar o alterar las cualidades del contenido. También, el embalaje tiene como objetivo evitar que terceras personas puedan alterar o sustituir su contenido. El embalaje está integrado por el empaque, el sellado y el etiquetado. En consecuencia, cualquiera de los tres que sea inconsistente probablemente aquejaría la totalidad del embalaje y la confianza absoluta que se requiere, pudiendo afectarse la identidad del indicio que se protege.<sup>59</sup>

Todo lo descripto de las acciones de preservación, colección, embalaje y resguardo de elementos materiales probatorios forman parte de la denominada cadena de custodia, la cual se conoce como el tratamiento y cuidado adecuado que se le da a las piezas de convicción desde el momento de su obtención en el lugar del hecho, documentando todas las transferencias a que es sometida; recolección, análisis, experticia hasta llegar ante la autoridad competente que conoce de la causa.

## **MUERTE.**

Se define muerte como "el cese definitivo e irreversible de las funciones vitales, respiratoria, cardiovascular y nerviosa", conocido también bajo la denominación de trípode de bichat.

---

<sup>59</sup> Monzón Soto, Blanca Aracely (2012). La cadena de custodia de las evidencias en el proceso penal guatemalteco. Tesis Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de San Carlos de Guatemala. Guatemala. Págs. 78-79.



## **MUERTE DE CAUSA DUDOSA.**

Se denomina "*muerte de causa dudosa*" a aquella en la que de los antecedentes obtenidos de los familiares o de la policía y del examen externo, no surge de manera indubitable la causa de la muerte. Tanto en esta circunstancia como en los casos de muertes violentas, es perentoria la intervención policial con la pertinente práctica de la autopsia médico legal. En la muerte de "causa dudosa", una vez realizada la autopsia se estará en condiciones de determinar si la muerte se produjo por causas naturales o por algún factor violento (traumático o tóxico)<sup>60</sup>.

En criminalística el uso del término origen, no solo hace referencia a la causa de muerte, si también al lugar geográfico del hecho delictivo propiamente dicho.

---

<sup>60</sup> Patitó, José Ángel (2000). Medicina Legal. Ediciones Centro Norte. Buenos Aires. Argentina.



### **3.3- MARCO METODOLÓGICO**

El presente trabajo en función a la problemática y objetivos planteados, utilizó como sustento metodológico para el desarrollo del mismo al paradigma interpretativo, el cual expone que la realidad social, es una realidad construida con base en los marcos de referencia de los actores<sup>61</sup>.

Posicionado en este paradigma, el estudio se enmarcó en el enfoque cualitativo, el cual se basa en comprender y profundizar los fenómenos, explorándolos desde la perspectiva de los participantes en un ambiente natural y en relación con el contexto<sup>62</sup>; Como así también es de mencionar que el trabajo es del tipo descriptivo el cual hace referencia a especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis<sup>63</sup>. Constituyendo así una investigación cualitativa-interpretativa-descriptiva, en la que se buscó conocer, comprender mediante las opiniones, experiencias del personal de criminalística, la realidad en la que se encuentra la palinología en relación a la aplicación de los procedimientos de recolección y preservación de muestras en casos de muertes de orígenes dudosos.

De acuerdo a esto se tomó como universo de investigación al personal de la dirección de Criminalística de la Unidad Regional I (UR1) ubicado en calle Alvear 412, segundo piso de la ciudad de San Salvador de Jujuy, prov. De Jujuy.

---

<sup>61</sup> Rodríguez Martínez, Jorge (2011). Metodología de la investigación cualitativa. *Silogismo de investigación* N°8. Pag.9.

<sup>62</sup> Sampieri Hernández, Roberto-collado Fernández, Carlos- Lucio Baptista, María del Pilar (2010). Metodología de la investigación. Quinta edición. Ediciones Mcgraw-HILL/interamericana editores. México. pág. 364.

<sup>63</sup> Sampieri Hernández, Roberto- Collado Fernández, Carlos- Lucio Baptista, María del Pilar (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Ediciones Mcgraw-HILL/interamericana editores. México. Pág. 102.



La totalidad actual del personal de criminalística es de 41 personas, ordenados según su jerarquía policial y título profesional que poseen:

Director de la dirección de Criminalística- Comisario inspector.

Sub director de la dirección criminalística-Comisario Inspector.

Jefe de División de Accidentología- Comisario.

Jefe de división de Papiloscopía- Comisario.

Jefe de división de reconstrucción- Comisario Inspector.

Licenciados en criminalística una totalidad de 6 personas.

- 1 Comisario Inspector.
- 1 Comisario.
- 2 Sargentos.
- 2 Cabos.

Peritos en Criminalística: 2 Comisarios.

Licenciados en Química: 1 comisario Inspector.

Licenciados en papiloscopía: 1 oficial principal.

Bioquímicos: 3 oficiales principales.

Perito calígrafo público nacional: 1 oficial ayudante.

Sub Oficiales: 22 efectivos.

De toda esta población solamente fueron objeto de análisis (4) cuatro licenciados y (1) un perito en criminalística dado de que estos profesionales poseen conocimientos en la materia, están en contacto directo con el lugar de los hechos en un presunto hecho delictivo, saben la metodología y técnicas a utilizar dependiendo el caso. A su vez también se incluye (1) Lic. En química y (1) bioquímico, dado de que ellos son los encargados de efectuar los análisis de laboratorio sobre las muestras que son colectadas y remitidas del lugar de los hechos. Y se agregaron (2) dos sub oficiales, de los más antiguos en la dirección de criminalística, ya que por su



experiencia en dicho sitio, pueden brindar información de interés, tener nociones de cómo desenvolverse en el lugar de los hechos e incluso conocer distintos casos de muertes de origen dudosas ocurridas en la provincia de Jujuy.

Habiendo definido la población a investigar en este trabajo, se recolectaron los datos utilizando técnicas propias del método cualitativo tales como la entrevista, la cual es una reunión para conversar e intercambiar información entre una persona (el entrevistador) y otra (el entrevistado) u otras (entrevistados). En la entrevista, a través de las preguntas y respuestas, se logró una comunicación y la construcción conjunta de significados respecto del tema. De los diferentes tipos de esta se optó por la entrevista semiestructurada, que es aquella que se basa en una guía de asuntos o preguntas donde se tuvo la libertad de introducir preguntas adicionales para precisar conceptos u obtener mayor información sobre los temas deseados (es decir, no todas las preguntas estuvieron predeterminadas)<sup>64</sup>.

Como se aprecia, la primera técnica de recolección empleada fue la entrevista, cabe decir al respecto que la negociación de entrada al campo fue una tarea sencilla; se concurrió a la dirección de criminalística de la ciudad de San Salvador de Jujuy, hubo una conversación con el director de la división criminalística, explicándole los detalles de la investigación y solicitándole la posibilidad de efectuar estas conversaciones con parte del personal, del cual la respuesta fue positiva y el acceso siempre estuvo abierto.

Conforme a esto se procedió a conversar con los sujetos a entrevistar, en algunos casos no fue necesario acordar una cita, dado de que al momento de

---

<sup>64</sup> Sampieri Hernández, Roberto- Collado Fernández, Carlos- Lucio Baptista, María del Pilar (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Ediciones McGraw-HILL/interamericana editores. México. Pág. 18.



visitarlos presentaban disponibilidad de tiempo, ánimos para colaborar y así lo hicieron. Con otros si se programó un encuentro para la correspondiente entrevista, los cuales respetaron el día y horario pautado.

Para las entrevistas se confeccionaron dos guías de interrogantes, una para licenciados, peritos en criminalística y sub oficiales que trabajan en la dirección, y otra guía para el bioquímico y licenciado en química. Todas las entrevistas fueron grabadas con el consentimiento de las partes y las mismas fueron respondidas con amabilidad, e interés sobre el tema en cuestión. (Ver anexo N°1)

Además de esta técnica también se optó por el uso de la observación la cual implica adentrarse en profundidad a situaciones y mantener un papel activo, así como una reflexión permanente, se debe estar atento a los detalles, sucesos, eventos e interacciones. Es de mencionar que el observador tiene un papel muy activo en la indagación cualitativa. Asimismo, su rol puede adquirir diferentes niveles de participación (regularmente más de uno), en este caso fue no participativo<sup>65</sup>.

Posteriormente se acudió a la búsqueda, lectura, análisis de documentos, escritos, expedientes y materiales diversos que pueden ayudar a entender el fenómeno central de estudio y van a servir para conocer los antecedentes de un ambiente, las experiencias, vivencias o situaciones y su funcionamiento cotidiano<sup>66</sup>.

Se obtuvieron nuevos casos donde la palinología sirvió para aclarar hechos delictivos, se amplió la parte teórica buscando en sitios científicos, vía internet y con

---

<sup>65</sup> Sampieri Hernandez, Roberto- Collado Fernandez, Carlos- Lucio Baptista, María del Pilar (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Ediciones Mcgraw-HILL/ interamericana editores. México. Pags.411 y 417.

<sup>66</sup> Sampieri Hernandez, Roberto- Collado Fernandez, Carlos- Lucio Baptista, María del Pilar (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Mcgraw-HILL/ interamericana editores. México. Pág. 433.



respecto a la obtención de expedientes penales de casos donde la palinología podría haber estado presente en la provincia de Jujuy, se tornó una labor difícil, dado de que se trataban de hechos en los cuales hay personas fallecidas, la justicia tiende a ser cuidadoso con esos escritos, por lo que implican; se acudió a tribunales, a la sala en lo criminal N°2, donde se obtuvieron hechos pero que no referían a la investigación, se optó por tres casos resonantes en la provincia que podrían reunir características a fines con el trabajo, tal como el hecho de Pedro Colque (2013), Romina Aramayo (2014) y Carola Solano (2016), para poder tener acceso a los expedientes de estos hechos se presentó un escrito avalado por la universidad al tribunal superior de justicia de la provincia, donde en su respuesta informaron en donde se hallaban actualmente los expedientes y que me remitiera allí, al ministerio de la acusación, fiscalía de investigación N°1,3y 6, donde se consultó y al pasar bastante tiempo, la fiscalía N°3 comunica vía teléfono que se niega el acceso al documento, sin mayores explicaciones. Con respecto al expediente del año 2016 no se obtuvieron respuestas hasta el momento. (Ver anexo N° 3)

El caso de Pedro Colque, expediente N° 100/15, se encuentra en etapas finales del proceso (recursos apelativos), con lo cual se solicita obtener copia de la sentencia al Tribunal en lo criminal N°1, Vocalía N°3, donde negaron su préstamo; sin embargo por otros medios se logra tener acceso a parte del expediente y a la requisitoria de calificación legal.

En el caso de las entrevistas, observaciones, como así también los demás documentos, expedientes, escritos fueron sistematizados siguiendo las categorías teóricas seleccionadas tanto el problema como en los interrogantes de investigación.



#### **4- RESULTADOS Y DISCUSION.**

A partir de la escucha y examen minucioso de las conversaciones entabladas con el personal de criminalística seleccionado, se delimitaron cuatro (4) categorías de análisis, cada una con sus respectivas subcategorías, como se detalla a continuación:

- 1- Relación palinología y protocolo.
  - Ausencia.
  
- 2- Significado de palinología.
  - Desconocimiento.
  - Noción.
  
- 3- Procedimiento para recolección.
  - General.
  - Aproximación.
  - Otra opción (Sangre).
  
- 4- Modo de tratamiento de muestras.
  - Análisis. (Ver anexo N°2)



### **Categoría de análisis 1: Relación palinología y protocolo.**

La criminalística como ciencia, estudia las evidencias materiales para investigar un hecho delictivo, en la búsqueda de las pruebas materiales que demuestren la culpabilidad o inocencia de los presuntos responsables<sup>67</sup>.

Su contenido se nutre entre otras ciencias de la palinología, la cual estudia las paredes de esporas y granos de polen sin tener en cuenta el interior vivo<sup>68</sup>. Estos restos microscópicos que se mencionan se convierten en un elemento material probatorio no solo en casos de muertes de orígenes dudosos sino también en hechos de otras características. Tal es así que a la hora de actuar en el lugar de los hechos el personal de criminalística emplea protocolos para tener una actuación coordinada y estructurada, desenvolviéndose de manera correcta en el mismo evitando la producción de errores.

Estos procedimientos que se emplean marcan los pasos a seguir desde el primer momento que el personal criminalístico se apersona al lugar del hecho en cuestión, indica como preservarlo en el caso que no lo estuviese, los tipos de fijación a realizar ya sea del lugar físico como de las evidencias, hablamos de la fijación fotográfica, fílmica y planimétrica; técnicas que a su vez se subdividen; la metodología a emplear para recorrer el sitio sea abierto o cerrado, realizar la señalética de evidencias, el levantamiento de muestras en este caso palinológicas, cómo y con qué elementos colectarlas, la forma de embalaje correcto para evitar contaminaciones, el sellado, lacrado, etiquetado con las características de la

---

<sup>67</sup> Murillo arboleda H, Arias Parra D. y Bocanegra Espitia S. (2007). Cadena de custodia, su trascendencia y aplicación en sistema penal acusatorio durante 2005-2006. Tesis de grado de la universidad de Manizales facultad de derecho. Manizales caldas. Pág. 13.

<sup>68</sup> Ramírez, Johan Kelber h. (2012). Caracterización y variabilidad palinológica de ocho especies de cactáceas de la universidad nacional de Colombia sede Palmira y de la universidad del valle sede Meléndez. Proyecto de trabajo de grado de la universidad del valle, facultad de ciencias naturales y exactas. Santiago de Cali- Colombia. Pág. 6.



muestra colectada, lugar específico de su colección, número de evidencia, firma de testigos que presencien el proceso de colección de las muestras, acompañadas de un acta de levantamiento de evidencias que avalen el mecanismo realizado, y la conformación de la cadena de custodia con todos los detalles del EMP, las personas que actuaron, su remisión al laboratorio y su correcto resguardo para posteriormente ser analizado.

Como se distingue el empleo de protocolos a la hora de preservar el sitio, colección, embalaje, etiquetado, resguardo, acta, cadena de custodia, son los fundamentos para que ese indicio que es levantado del lugar del crimen se convierta en una futura prueba a la hora del juicio.

Dentro de esta categoría se determinó 1 subcategoría de análisis que se desarrolla y discute a continuación:

- Ausencia.

Se utiliza este término dado de que es una característica que se observa en las entrevistas realizadas a los profesionales en criminalística, los cuales declararon al respecto lo siguiente:

*“No!”.*

*“Si nos dieron para muestras biológicas, que oséa lo común!. Pero..., lo que es..., esté muestras palinológicas, no!” (Lic. En criminalística)*

*“no hay..., protocolos que hablen sobre eso”.*

*“No!, porque no es algo que lo trabajen acá. No, creo que no deben ni conocerle..., no lo deben ni conocer, digamos”. (Lic. En criminalística)*



*“Ménos!”.*

*“no tenemos protocolos”. (Lic. En criminalística)*

*“Nosotros no tenemos protocolos, he tenemos tan solo el protocolo nuestro que es para levantar indicios en el lugar del hecho, no tenemos específicamente eso”. (Perito en criminalística).*

Esta propiedad y la que veremos posteriormente no varía según el grado de profesionalismo, sino apreciamos como respondían los sujetos empíricos:

*“NO, no hay, no hay”.*

*“No!, no tenemos actualmente, pero sería bueno obtenerlo”.  
(Comisario inspector).*

*“No, no porque como te digo ese, esa, ese tema no se conoce, no se utiliza acá en la dirección (...). Acá como, por empezar por la carencia de personal, por la carencia de material, se trabaja con lo básico, salvo pedido expreso que muchas veces algunas veces ellos pueden enviar a alguien que si bien no sea un profesional, puede ser alguien idóneo, pero no, nosotros no, y tampoco es como, te puedo decir que estamos capacitados, todo se va adquiriendo con la práctica”.  
(Sub oficial).*

Como se puede observar todas las respuestas en principio son negativas, lo cual evidencia la falta de protocolos en lo que respecta a la palinología, es decir no poseen el sustento teórico-técnico-científico de cuál es el modo o la forma correcta principalmente de coleccionar, embalar y resguardar elementos materiales probatorios de esa índole seleccionados del lugar de los hechos. A su vez esa ausencia de



protocolos para muestras palinológicas se le atribuye a la no utilización de esta ciencia en su lugar de trabajo, como así también a que por parte de fiscalía tampoco se la solicita, seguramente, porque desconocen de dicha ciencia. Además de lo expresado es notable mencionar el interés por parte de los entrevistados por incorporar nuevos conocimientos dado que la criminalística va avanzando, mutando no solo con la tecnología, sino también por el modo de actuar de los delincuentes, por lo cual siempre se debe estar un paso más adelante siendo la palinología una buena opción.

### **Categoría de análisis 2: significado de palinología.**

Actualmente, la palinología no se entiende simplemente como la parte de la botánica que se encarga del estudio de pólenes y esporas, aunque este es su objetivo principal, sino que es mucho más, es la ciencia que estudia los palinomórfos, entendiéndose por tales a los restos microscópicos de origen orgánico que aparecen junto con los pólenes cuando éstos son extraídos de una muestra para su estudio.

Los palinomórfos pueden tener origen vegetal o animal, están formados básicamente por esporopolenina, quitina o compuestos relacionados y son extremadamente resistentes a la degradación química, excepto la oxidación, por lo que soportan bien tanto el paso del tiempo como el agresivo tratamiento químico al que rutinariamente se someten las muestras para la extracción del polen<sup>69</sup>.

Dentro de esta categoría de análisis se obtuvieron 2 subcategorías, las cuales se analizan a continuación:

- Desconocimiento.

---

<sup>69</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense: ignorada fuente de evidencias policiales. *Ciencia Policial*, 110: 93-94.



Dicha peculiaridad tiene una marcada connotación en la mayoría de las entrevistas, hay una falta de información o comprensión de la naturaleza o concepto de palinología.

En este sentido varios de los sujetos entrevistados, han manifestado lo siguiente:

*“Es la primera vez que escucho el termino palinología”.*

*“y!, si me hubieras dicho paleontología tengo una idea, pero palinología no”.*

*“Estudio referente a qué?, es la palinología”.*

*“Te puedo decir que ésta, yo lo escu., yo este..., no es que lo haya visto en mi carrera, porque en criminalística no se vio nunca eso, es una gran realidad!, lo mismo que la entomología, tendría que haberse visto aunque sea cuatrimestralmente, pero tampoco se vio!. Yyy aplicándolo así profesionalmente, no”. (Lic. En criminalística)*

*“Pali...,”.*

*“ ..., No tengo idea!”.*

*“No!..., por eso te preguntaba de que trataba, no!, la verdad que no. Palinología” (Lic. En criminalística).*

*“..., No, la verdad escuche nombrarla como disciplina dentro de la criminalística, pero este de allí en más debido a que acá no la empleamos (...) no la..., en pocas palabras la escuche cuando estudiaba, de ahí en más no!”*



*“(...) por lo mismo que te decía, escuche nombrar la ciencia..., pero de allí en mas no la ponemos en práctica, no tenemos protocolos, no levantamos, ni colectamos muestras, no hacemos NADA relacionado con la palinología”. (Lic. En criminalística).*

*“Sobre la que?”*

*“Palinología, no!, no sé lo que es”.*

*“Es que no sé qué significa”. (Bioquímico).*

*“La?”*

*“Palinologia!, desconozco”.*

*“¿Qué es la palinología?”*

*“ha! estudios de polen, mira vos!, no sabía que se llamaba así..., hem..., no conozco mucho de ese tema, del tema de..., del estudio del polen”.(Lic. En química).*

*“Bueno, realmente no tenía idea de la de esta área de la, pero no la usamos nosotros normalmente acá, no tiene presencia en criminalística”. (Comisario inspector).*

*“...,...,..., eso es lo referente a..., vos estas trabajando con el tema de..., de lo que es el traslado de las muestras de..., por medio de, de los insectos? O”.*

*“..., como te digo yo recién ahora estoy escuchando (...) de ese tema sí”. (Sub oficial).*



Claramente por las respuestas citadas de los entrevistados se denota un total desconcierto y desconocimiento de lo que es específicamente la palinología, tanto su significado, como de que se trata, que involucra y como pueden llegar a relacionar a esta ciencia con la criminalística. Esa ignorancia sobre el tema puede deberse principalmente a que en la formación académica de los profesionales en criminalística no la hayan visto o bien no en profundidad, como así también puede deberse a que no hay una actualización e incorporación constante de información de nuevas ciencias, disciplinas, técnicas que se pueden adicionar a su zona de trabajo, ya sea de manera personal a cargo de cada individuo, como así también de los encargados de la dirección, la falta de interés en capacitar al personal para que estos sean aptos de proceder en distintas áreas que involucra la criminalística.

En fin esa carencia de conocimiento que poseen sobre la palinología constituye un freno para la aplicación de esta ciencia a la hora de investigar hechos delictivos que hay que subsanar lo antes posible, porque no solo implica no saber el concepto de palinología, sino no saber en qué hechos la puedo tener en cuenta, cuáles son las muestras donde se localizan estos elementos, como coleccionarlas, embalarlas, y resguardarlas para su posterior análisis; análisis que se debería comprender en líneas generales.

- Noción.

Con respecto a esta subcategoría hubo dos profesionales que presentaron un conocimiento básico del tema, refiriéndose al mismo de la siguiente manera:

*“Es la primera vez que escucho ese término”.*

*“ Ahora sí!, ahora sí!, si, eso lo conozco como, ósea no con ese término de palinología, si no como los elementos que se estudian a través de pericias biológicas o pericias aero., aerográficas, aerografas*



*o aerograficas, que en Jujuy hubo un caso en el que se hizo una pericia de esa naturaleza”.*

*“(…) Pericias aeróbicas, así se las tituló en ese tiempo, así en Santiago se las conoce a lo que vos denominas paleolologia”.*

*“Palinología, este en Santiago lo denominan los biólogos, pericias aeróbicas”.(Lic. En criminalística).*

*“De que se trata bien, no sé. Nociones de muchas cosas las puedo tener, pero así, en síntesis la palabra no”.*

*“Ahora, si!, bueno eso si nosotros lo hemos estudiado en medicina legal en la carrera que hemos tenido, por supuesto nosotros hemos estudiado fuera de la provincia”.(Perito en criminalística).*

Es este caso se aprecia que a ambos sujetos les parece extraña la palabra palinología, sin embargo al introducirlos brevemente en el concepto de esta ciencia, muestran saber de la misma y les resulta familiar la palabra diatomeas, las cuales son un tipo de palinomórfos específicamente algas microscópicas que habitan tanto en aguas dulces como saladas<sup>70</sup>, elemento que también comprende la palinología.

Aquí hay un acercamiento de los profesionales en criminalística con el tema en cuestión, si bien no tienen un concepto formado de lo que es la palinología, saben que en base a la misma se puede determinar el lugar típico de muerte de una persona en determinado hecho, y hacen mención a las vías respiratorias como el lugar de donde se puede extraer estas muestras y no profundizan más allá de eso debido a que no la ponen en práctica.

---

<sup>70</sup> Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense el delator olvidado: la "huella polínica" como evidencia policial. Cuaderno de la guardia civil número XLVI, 2º época, págs. 1-13.



### **Categoría de análisis 3: Procedimiento para recolección.**

Recolección de la evidencia es una actividad relacionada con el proceso de trabajo de la escena del crimen, mediante la cual se recogen las evidencias o muestras para ser analizadas, valoradas y trasladadas a un almacén de resguardo, y luego, se valoran las que serán sometidas a estudios en laboratorios.<sup>71</sup>

Para esta tarea los profesionales en criminalística emplean distintas técnicas adquiridas por medio de la práctica, adecuadas a los principios y métodos propios de su ciencia y a los sustentos legales que hacen validos dichos movimientos en la colección, es decir en la extracción, levantamiento de las evidencias en casos de muertes de orígenes dudosos.

Dentro de esta categoría se obtuvieron 3 subcategorías de análisis que versan a continuación:

- General.

En relación a este asunto las conversaciones efectuadas no fueron detalladas o específicas sobre alguna evidencia en particular, sino que mencionan a grandes rasgos el procedimiento a aplicar, tal como se observa en los ejemplos que se citan seguidamente:

*“Los protocolos..., he primero antes que nada la protección con elementos de bioseguridad, guantes, barbijos, he una cofia, y luego procedés dependiendo de lo que se trate, he mm vas a emplear los elementos ya sea pinzas con puntas protegidas..., tijera, hisopos embebidos o no en solución fisiológica, lo vas a aplicar y todo eso va a ir esté ensombrados, ensobrados, en sobres de papel, las muestras*

---

<sup>71</sup> Policía nacional(2012).Manual de tratamiento de la evidencia y cadena de custodia. Managua, Nicaragua. Pág. 103.



*que necesiten llevar formol, bueno van a llevar formol, las que no, no!. Luego a eso lo rotulás con la fecha, hora, personas que intervienen..., el hecho..., comisaria..., (...) Y después ya la cadena de custodia y bueno todo el protocolo que continua”.*

*“Como las resguardamos?(...)..., y generalmente esas muestras biológicas las resguarda el bioquímico..., ellos se encargan, ya sea en heladera, en..., en lugares en los que no estén expuestos al sol..., ellos se encargan de esa parte de conservación”. (Lic. En criminalística)*

*“Y el protocolo es ese el que te cuento, era como entrar al lugar del hecho, delimitar, resguardar las zonas, fijar el lugar de donde ingresan, por donde se va a mover el personal, con el fin de evitar que se altere el resto, hemm! Nosotros nos movemos con cadena de custodia, que la cadena de custodia ahora es como lo que le da fidelidad a las muestras levantadas del lugar, se busca testigos, se realizan todas las actas que se deben tener..., protocolos así en realidad...,”*

*“Ha bien!, bueno por eso te digo, He..., se armó como un grupo de trabajo y se está tratando de que a la hora de casos así, de muertes dudosas, de muertes violentas, ingrese un personal completo. Que quiere decir eso, es más que vaya el bioquímico y el haga el levantamiento como, si bien vos también vas a estar habilitado para hacerlo, pero bueno como se está trabajando he en forma coordinada con todos los profesionales que existen, entonces justamente se busca que todos a la hora del hecho estén presentes y colaboren”.*



*“(...) Y bueno, eso más que nada, en cuanto a la validez del indicio y de la muestra colectada es eso justamente, se busca testigos principalmente, que es igual con cualquier muestra que vos recolectes del lugar, necesitas un testigo con el fin de que de veracidad o sea quien a la hora de ponéle el caso se dude de esa muestra, se quién te dé como confiabilidad de esa muestra”. (Lic. En criminalística).*

*“Primero y principal..., la documentación que tiene que ser parte de la investigación, respecto de la fijación del lugar del hecho, si? Tanto de la víctima como de los elementos que esta persona tenía en su poder, de allí en más por ejemplo si encontramos..., heee a una persona, a un occiso que aparentemente se quitó la vida mediante he asfixia mecánica por estrangulación por ejemplo, si? Por ahorcadura..., tenemos que tener el resguardo siempre de tener un testigo si?, que atestigue sobre el trabajo que nosotros estamos realizando. Hemm sobre todo por ejemplo a la hora de quitar ese elemento constrictor del cuello de la víctima si?, heee de allí en mas como esta por ejemplo describirlo lo más certero posible si? Y sintético a la vez, para qué? Para que de allí en más colectarlo dentro de un sobre de papel o de una caja de cartón, si?, cerrarlo debidamente si?, hacer el rótulo y de allí en más labrar el acta de colección de ese elemento y confeccionar la cadena de custodia, si? Siempre en presencia de un testigo, con los datos filiatorios de los testigos y las firmas de los testigos, si?”. (Lic. En criminalística)*

*“Hee, bueno se las localiza, se las identifica, se las gráfica, se las fotografía, se las documenta donde he se las encontró, se hace un acta respectiva, se procede a la extracción, se las embala, se las*



*embala en un soporte, en un sobre de madera, de, dependiendo de las sustancia que estemos secuestrando y se las remite bajo constancia de firma y con acta correspondiente, acta de extracción con testigos hábiles y se las muestra, se las remite al laboratorio químico para las determinaciones correspondientes". (Comisario inspector)*

En líneas generales sin hacer mención sobre cómo manipular algún indicio determinado, se presenta las medidas de bioseguridad básicas a la hora de trabajar en el lugar del crimen, las técnicas de fijación habituales, elementos y materiales que usualmente se pueden llegar a emplear.

Hay un cierto hincapié en las cuestiones legales, lo cual es muy importante para dar veracidad a las evidencias que se colecten, hablemos del acta de colección con sus respectivos testigos hábiles y la cadena de custodia que es aquella que permite garantizar la identidad e integridad de las indicios recogidos en la escena del hecho y que serán sometidos a un estudio o análisis. Dicha cadena se inicia en el lugar donde se obtiene o colecta cada evidencia, continúa con todos los traslados y movimientos, tanto internos como externos, y finaliza por orden de la autoridad competente<sup>72</sup>.

Estos documentos citados no solo garantizan el trabajo efectuado por el criminalista sino también el estado de la muestra que se colecta con todos sus detalles, que posteriormente se va a remitir al laboratorio para su procesamiento, donde se debe verificar que la misma guarde esas condiciones y sirva para arribar a una conclusión categórica.

---

<sup>72</sup> Grupo iberoamericano de trabajo en la escena del crimen (gitec), (2012). Manual de buenas prácticas en la escena del crimen. Edición instituto nacional de ciencias penales. Estados unidos mexicanos. pág. 41.



En función de esto los profesionales poseen incorporados las cuestiones primordiales de la criminalística en el momento de proceder, sin embargo hay escases de detalles de la colección, embalaje y resguardo que es lo que varía según la naturaleza de la evidencia y características del hecho que se investiga.

- Aproximación.

Así como anteriormente se expuso de manera genérica el proceso de colección, aquí hay un acercamiento del trato de algunos elementos relacionados con la palinología. Posteriormente se cita lo que enunciaron dos personas interrogadas; la primera:

*“Y si se trata de un vegetal obiamente que va a ser, este si no está embebido con otra sustancia ajena o sustancia biológica va a ser este..., resguardado en sobres de papel madera y si para el caso tuviera la adherencia de otra sustancia en tubos de ensayo”. (Lic. En criminalística)*

Este testimonio fue un intento de relacionar la palinología con la criminalística, si bien no se menciona la manera en que colectaría dicho vegetal, entendiendo por tal a una planta, semillas, floraciones, hojas, sin embargo expone recipientes donde colocaría dicha evidencia, que no están muy errados de lo que se debe hacer, dado que en vez de almacenar la muestra en un sobre de papel lo haríamos en una bolsa limpia, nueva, esterilizada, con cierre hermético, o en un envase de vidrio con las mismas características. Cabe destacar que dichos índicos son importantes para la palinología y se los puede hallar adheridos a prendas de vestir, calzado, pelos, entre las manos e incluso adherida a las secreciones biológicas en el cuerpo.

La segunda persona refiere a lo siguiente:



*“bueno en cuanto a la preservación del lugar eso no lo hacemos nosotros, eso lo hace el personal de la comisaria, nosotros lo que bueno, yo por lo menos en mi caso siempre tengo preparado sobres de papel, cualquier papel porque, como te digo a nosotros no nos proporcionan el material entonces tenemos que ingeniarnos, hem..., cual., en el caso de la tierra en sobres pequeños de papel o si algunas veces tenemos suerte en frascos ya sea de vidrio o de plástico y yo siempre tengo también este..., una pinza de depilar..., para realizar el levantamiento de cualquier material que necesite y también no me faltan los hisopos; para la tierra bueno es un..., con lo que encuentre, generalmente yo tengo una cuchiyita o un pedazo de yile que también me sirve para realizar algún corte o algo que tenga que hacer, entonces con eso, eso utilizo como material para levantar..., bueno el ensobrado, el rotulado siempre he yo consulto antes de, he realizar el levantamiento porque tiene, tengo que tener testigos, entonces si me au., me dicen que tienen que firmar un testigo entonces le pido al oficial que se encargue de hacer eso y si no se realiza el levantamiento, siempre bajo el consentimiento del coordinador del lugar (...) y después de allí, bueno yo firmo todos los sobre que..., que hago el levantamiento de muestras, yo firmo con fecha, hora, el lugar, hem el tiempo como estaba nublado, despejado, mi firma y bueno si están, la firma de los testigos y qué tipo de muestra estoy levantando y la numeración, lo principal del sobre que he (...) para comenzar la cadena”. (sub oficial/entrevistado empírico).*

Aquí se menciona a la tierra la cual es un valioso elemento contenedor de polen, sin embargo es algo que esta persona desconoce, pero la colecta en ciertos



hechos de la forma que describe. No obstante para la palinología esa no es la manera correcta de hacerlo, ya que no se puede utilizar cualquier elemento para su levantamiento, generalmente se emplea una cuchara o pala pequeña esterilizada en cada extracción, y no se guardan en sobres de papel como alude sino que si la tierra esta seca en bolsas esterilizadas con cierre hermético o bien si se trata de barro en bolsas similares pero que a la hora de remitirse al laboratorio requiere ciertos condiciones para su secado sin contaminación, estas y demás reglas son las que carece el personal para poder abordar a la palinología en su profesión.

- Otra opción (Sangre).

Desde el punto de vista químico la sangre se considera un coloide donde su fase dispersante (solvente) es el plasma y su fase dispersa (solute) son los elementos figurados. También es considerada un tejido, o sea un conjunto de elementos constituyentes que cumplen una serie de funciones biológicas, perfectamente diferenciadas de otros tejidos<sup>73</sup>.

Esta se considera un elemento material probatorio que generalmente se halla en el lugar de los hechos en casos de muertes de orígenes dudosos como en tantos otros, es por ello que uno de los entrevistados cita a la misma en su dialogo:

*“Bueno, nosotros en el caso de levantar digamos una sustancia de sangre seca en el lugar del hecho, adherida al, a la tierra, entonces se hace la recolección, primeramente nosotros con guantes sí?, se levanta eso con un, con un bisturí o con un elemento que puedas levantar tanto la mancha o la sustancia de sangre seca en el piso, se ingresa en un tubo, ese tubo se sella, se lacra y se etiqueta. Posteriormente hacemos la inspección y*

---

<sup>73</sup> Universidad Católica de Salta (2014). Apuntes de cátedra química legal. Ciudad de S. S de Jujuy. Prov. De Jujuy.



*decimos de donde se lo levanto, tené en cuenta también que antes de hacer el levantamiento, nosotros lo fijamos fotográficamente y hacemos un croquis a mano alzada en el lugar del hecho”.(Perito en Criminalística).*

Se puede observar en lo enunciado por el perito como con claridad expresa la manera en que se colecta una mancha de una sustancia de color rojo, presuntamente sangre en estado seco del piso de la escena del crimen; sus procedimientos para tal muestra son correctos y al igual que los demás entrevistados cita las cuestiones básicas de la inspección ocular, fijación, colección, embalaje y etiquetado. Con lo cual se demuestra que es algo que lo tienen bastante incorporado ya sea por la teoría y la práctica, cuestión que les falta en relación a la palinología.

#### **Categoría de análisis 4: Modo de tratamiento de muestras.**

La presente categoría habla sobre la manera en que se procesan, los distintos análisis a los que se someten las evidencias colectadas correctamente del lugar de los hechos específicamente en casos de muertes de orígenes dudosos, una vez que estas muestras son recepcionadas en el laboratorio de la dirección de criminalística.

En esta categoría se encontró una única subcategoría de estudio que hace alusión a lo siguiente:

- Análisis.

Se refiere al examen químico de una muestra orgánica o inorgánica, que consiste en determinar la naturaleza y proporción de las sustancias que la componen.

En este sentido los entrevistados revelaron lo siguiente:



*“A esas evidencias, se las remite..., acá, al laboratorio y permanecen en resguardo..., si?, según lo que ordene el fiscal digamos que está en la causa, permanecen en resguardo y si no se las procesa, si? el procesamiento que se les hace para determinar en el caso de sangre si es sangre humana y en el caso que sea sangre humana se le determina el grupo y factor, y también se puede resguardar para hacer un posible ADN si es que se solicita. En el caso que sea semen, también se hace ese, un análisis de fosfatasa ácida para..., determinar si la mancha co., porque uno levanta la muestra, si?, los rastros, levanta los rastros y después tiene que determinar si es lo que uno creía que era, si era semen o no, hay muchas manchas que pueden ser parecidas al semen digamos..., pero al momento en el lugar del hecho hay que levantar, después llegar al laboratorio y ahí determinar si es semen o no..., si? Puede ser que la mancha no era semen; en el caso de pelo también lo mismo, determinar si el pelo corresponde haa..., de origen humano o origen animal, si es de origen humano si es de una mujer, si es de un hombre, todo eso se puede diferenciar”. (Bioquímico)*

*“el tratamiento más frecuente..., el, el, el camino que recorre la muestra es; una vez que extraída si?, debe ser inmediatamente conservada, una vez conservada, ya sea, por el perito que tomo la muestra, oséa el médico o remitirlas inmediatamente al laboratorio para su conservación y resguardo. A partir de ahí, se espera si?, la..., orden de análisis, ya sea emitida por la fiscalía o la..., he, comisaria interviniente, depende he quien lo haga si?. A partir de de ahí se empieza a realizar el análisis, se hace un escrining, que es un*



*escrining?, un escrining es, se realizan distintos tipos de análisis por ejemplo para psicofármacos, para he drogas de abuso, para plaguicidas, para metales si?, distintos tipos de análisis para ver cuáles pueden o no! estar presentes, si?; una vez identificado el tóxico lo que tenemos que hacer es cuantificar, ver qué cantidad hay de ese tóxico y si es factible que haya producido la muerte, o no?, o está presente, pero no produjo la muerte si no que la muerte fue producto de otra cosa (...), de viejito por ejemplo, como persona pero bue! tenía algún toxico en su organismo”. (Lic. En química)*

Conforme a lo expuesto por estos profesionales las muestras que generalmente se remiten al laboratorio son de carácter biológico tales como sangre, pelos, semen, orina, viseras, humor vítreo las cuales se someten tanto a análisis químicos, ya sea para determinar su origen, sexo entre otros... como así también se someten a análisis toxicológicos para revelar la presencia de tóxicos o sustancias extrañas en el organismo de las personas en cuestión. Estos son los estudios que actualmente se realizan en el laboratorio de criminalística, muy importantes por cierto, pero en relación a la palinología no se llevan adelante exámenes de polen u otros palinomórfos, tarea que cabe aclarar no les corresponde al bioquímico o químico, sino más bien a un biólogo, personal que la división no presenta.

## **ANALISIS DE DOCUMENTOS**

Se realizó la búsqueda de hechos en la provincia de Jujuy donde la palinología pudo haber estado presente y ser prueba en casos penales de muertes de orígenes dudosos en el periodo de 2010 a 2016 teniendo en cuenta las características generales de los acontecimientos, es decir que se involucre lugares abiertos, con vegetación circuncidante, es así donde se halló el hecho criminal del



“joyero Colque”<sup>74</sup>, evento ocurrido entre la noche del día 29 de agosto del año 2013, y la madrugada del día siguiente, 30 de agosto del mismo año, entre las 22:30 y 02:00 horas aproximadamente, en circunstancias en que la víctima, Pedro Anacleto Colque, tras retirarse de la joyería de su propiedad, ubicada en calle Necochea N°186, del barrio centro de la ciudad de San Salvador de Jujuy, a horas 22,30, aproximadamente se dirigió en su camioneta pick up Toyota Hilux dominio GYD-065, a las cercanías de la ex terminal de colectivos, del Barrio Gorriti, sin advertir que era seguido desde calle San Martín, por una camioneta utilitaria, marca Peugeot Partner, color blanco, conducida por el imputado, Pablo Arroyo, en compañía de Sergio Ríos, y por dos personas a establecer, y por una camioneta marca Volkswagen, Modelo Saveiro, color negra, conducida por el imputado, Carlos Haedo. Que en cercanías de dicha ex estación de colectivos, y tras estacionar su vehículo, la víctima, fue interceptado, neutralizado e introducido por la fuerza por sus ocupantes a la camioneta Peugeot, Partner color blanca, y con la víctima en su interior, fue despojado de las llaves de la joyería, y de las del vehículo, para luego entregárselas al inculpado Haedo, que se encontraba esperando unos metros más adelante. A partir de ese momento, ambos vehículos toman rumbos diferentes. La camioneta Volkswagen, Saveiro, de color negra, conducida por el imputado Haedo, se dirige hacia el centro de la ciudad, a la calle independencia, entre calles Lavalle y Necochea; donde estaciona el vehículo (saveiro, color negro), y se dirige caminando una cuadra más adelante, es decir, a calle independencia entre Necochea y Balcarce, donde lo espera una camioneta color negra, marca Jeep, la cual era conducida por el imputado Agüero quien se encontraba en compañía de dos personas de sexo masculino a establecer.

---

<sup>74</sup> Expediente N°100/15, caratulado “Agüero Edgardo Gustavo, Arroyo Pablo Daniel, Haedo Pablo Francisco, Rios Pedro psa. De homicidio criminis causa”. Superior tribunal de justicia. San salvador de Jujuy.



Desde allí, se dirigen hacia la zona de la ex terminal donde se encontraba estacionada la camioneta Hilux de la víctima, a fin de que el encargado Haedo, la condujera hacia calle San Martín, para dejarla estacionada entre las arterias Necochea y Lavalle, frente a una sucursal del Banco Macro S.A y la Escuela Normal “Juan Ignacio Gorriti”, y dirigirse hacia la joyería objeto del robo. En tales circunstancias el imputado Haedo, ingresa a la joyería, utilizando las llaves que le fueron sustraídas a la víctima, también ingresan dos personas de sexo masculino a establecer, que se encontraban a bordo de la camioneta conducida por el imputado Agüero. Ya en el interior de la joyería, lograron la sustracción de joyas de oro, plata, piedras preciosas como zafiros, rubíes entre otros y dinero en efectivo (euros, dólares y pesos argentinos) que se encontraban en la joyería.

Una vez perpetrado el robo cuya duración no excedió los 30 minutos, el inculcado Haedo junto con los dos masculinos a establecer, salieron de la joyería, dándose a la fuga en la camioneta conducida por Agüero, quien esperaba en las inmediaciones de calle Necochea, dirigiéndose hacia la vivienda sita en calle Juan Carlos Dávalos N°196 del barrio Los Perales, propiedad de Agüero, a repartir entre los partícipes, alguno de los objetos que se había logrado sustraer de la joyería. Por su parte el vehículo, marca Peugeot, Partner, color blanca conducido por el imputado Arroyo, se dirigió a la localidad de “Palo Blanco”, departamento de San Pedro de Jujuy, donde para facilitar, consumir y ocultar, asegurar o procurar la impunidad del robo de la joyería; la víctima Colque, fue ultimado salvajemente con diferentes golpes en su cuerpo, por los ocupantes del utilitario, color blanco, causándole la muerte, la que se produjo por politraumatismos graves recibidos, con traumatismo craneo encefálico grave, el que fue hallado parcialmente cubierto por el agua estancada en el lugar, con el cráneo envuelto con cinta adhesiva plástica color negro a modo de venda que cubría sus ojos y su boca, con tres precintos plásticos



de color negro en las manos y los pies atados con cinta adhesiva plástica color negro, en el lote de Palo Blanco al que se accede por ruta N°34, cerca de un canal de riego existente en el lugar, y cuya data de muerte se estipula a horas 02,00am de la madrugada del día 30 de agosto de 2013.

Este relato de los hechos ocurridos pudo armarse debido a la investigación efectuada y a la pruebas presentes en el caso, tales como:

- Croquis ilustrativo del lugar de los hechos (joyería).
- Declaraciones testimoniales.
- Croquis ilustrativo del lugar de los hechos (palo blanco).
- Informe de autopsia, fotografía.
- Acta de levantamiento, conservación y cadena de custodia de indicios o muestras forenses.
- Declaraciones testimoniales.
- Informe de la empresa T.V Music House Jujuy S.R.L.
- Informe de la empresa magi-estant
- Informe de la división de mantenimiento de informática de la policía.
- Informe de la división de balística forense.
- Informe de la empresa Max deportes.
- Informe del Banco macro.
- Informe Nortelevisa.
- Inspección ocular técnica de la joyería Colque.
- Informe de papiloscopía.
- Informe de laboratorio químico de la policía de la provincia.
- Informe de estudios preliminares del laboratorio de genética forense.
- Informe toxicológico.
- Análisis histopatológico de muestras obtenidas de la víctima.



- Informe de desgravaciones de cámaras de seguridad.
- Informe de empresas de telefonía movistar, personal y claro.
- Informe pericial de la dirección de telemática.
- Informe de criminalística.
- Informe de la división papiloscópica.
- Declaraciones testimoniales.
- Informe de la empresa Telecom.
- Informe de la facultad de ciencias naturales de la universidad nacional de salta, y del CIF de la provincia de Salta.
- Y demás constancias obrantes en autos...(ver anexo N°4)

Con respecto a esta última prueba incorporada, resulta de interés para el trabajo ya que aquí se demandó levantamiento de restos térreos del lugar de hallazgo del cuerpo de la víctima en la localidad de Palo Blanco, San Pedro, por parte la unidad criminalística de la ciudad de San Salvador de Jujuy; lo cual se cotejo con los restos térreos localizados en el calzado y campera de la víctima, muestras resguardadas en el laboratorio de genética forense de la ciudad de san salvador de Jujuy.

Las muestras fueron remitidas al centro de investigaciones fiscales de Salta (CIF) y posteriormente analizadas en el laboratorio de sedimentología de la carrera de geología, facultad de ciencias naturales de la Universidad Nacional de Salta, donde la solicitud consistió solo en la determinación de las características granulométricas de las muestras recogidas, para establecer una relación entre ambas evidencias. (Ver anexo N° 5)

De acuerdo al análisis de la requisitoria de calificación legal, cuerpo 1y2 del expediente, documentos donde versan las pruebas efectuadas, se observó que en el proceso de investigación penal preparatoria, en virtud de las partes actuantes, no



hubo solicitud y realización de pericia palinológica o aerobiológica que puedan generen aportes alrededor de la muerte de la víctima.

En este caso en particular de haber sometido muestras orgánicas como trozos de pulmón, vías respiratorias de la víctima a un análisis palinológico, es decir extraer el polen alojado allí, identificarlo y cotejar con muestras de control, es decir polen que se halla en el suelo del lugar de hallazgo del cadáver, vegetación adyacente, podría haber permitido determinar si la persona estaba con vida, falleció allí o se encontraba muerto y solo lo descartaron en dicho sitio, demostrando que hubo un traslado del cuerpo.

Además se citan otros hechos resonantes, a los cuales se intentó por varios medios tener acceso a la etapa de prueba, arrojando un resultado negativo, sin embargo es de conocimiento público lo siguiente:

#### CASO ROMINA ARAMAYO<sup>75</sup>.

La desaparición de la joven de Ledesma, Romina Magali Aramayo de 25 años de edad, quien además era madre de una niña de 8 años, se produjo entre el viernes 4 y sábado 5 de abril del año 2014, luego de que la víctima junto a una amiga, identificada como Jesica Pantoja, abordaran un colectivo desde Libertador hacia nuestra ciudad.

La intención de ambas muchachas era buscar trabajo, según familiares de la víctima, algo que Romina realizaba con habitualidad para sustentar económicamente su vida y la de su hija.

---

<sup>75</sup> Expediente N° P-070495/14, caratulado "Personas a establecer psa de Homicidio Calificado agravado por la Violencia de Género; Pantoja Jesica Andrea psa. De falso testimonio, los molinos". Fiscalía de investigación N°3. Ministerio de la acusación. San salvador de Jujuy.



Justamente el último contacto telefónico que habría mantenido con su pareja, se habría realizado durante la mañana de ese sábado 5 de abril.

De allí que al pasar las horas, al no conocer nada de la joven, su pareja y padre de su hija se contactó con la amiga con quien había viajado, y le dijo en dos oportunidades que Romina había salido a las 10 de la mañana de ese último sábado y que no había regresado al hotel “Ranis”, colindante a la ex Terminal de Ómnibus, donde se encontraban alojadas.

A partir de allí su concubino se puso con contacto con los familiares de la joven y denunciaron públicamente su desaparición ante la Policía provincial y por intermedio de redes sociales. Esto hizo que la fiscalía de investigación penal de turno, a cargo del fiscal Carlos Enrique Farfán, ordenara su búsqueda.

Así pasaron los días, hasta que en la mañana del jueves 10 un grupo de operarios, pertenecientes a la Dirección de Recursos Hídricos, quienes realizaban trabajos en el predio del dique Los Molinos, hallaron entre la maleza, próxima a un canal derivador, el cuerpo de una joven que poseía un tatuaje sobre su espalda<sup>76</sup>, el mismo estaba con sus prendas de vestir colocadas y en estado de descomposición.

A partir del hallazgo del cuerpo, se procedió a su reconocimiento e identificación de la misma, resultando ser la mujer desaparecida por lo cual se realizaron pruebas pertinentes tales como la autopsia judicial, cuyos resultados fueron contundentes en cuanto a la violenta muerte de Romina Aramayo. Se deslizó que el deceso habría sido ocasionado por algún elemento contundente, sumado a los golpes en todo el cuerpo, especialmente en el rostro y la cabeza, al punto de sufrir una fractura de cráneo, como también se habría confirmado el abuso sexual<sup>77</sup>.

<sup>76</sup> <http://www.eltribuno.info/hallan-el-telefono-celular-que-era-romina-aramayo-n396257>

<sup>77</sup> [http://policialesdejujuy.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=74:caso-romina-aramayo-fue-golpeada-y-abusada-antes-de-morir&catid=21&Itemid=101](http://policialesdejujuy.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=74:caso-romina-aramayo-fue-golpeada-y-abusada-antes-de-morir&catid=21&Itemid=101)



Se conoce por medios de comunicación que se realizaron varios allanamientos a sitios donde se localizó el teléfono celular de la víctima, pedido de registro de cámaras de seguridad que por declaraciones del Fiscal de investigación N°3 Carlos Farfán, no grababan, solo filmaban.

También hubo declaraciones testimoniales, entre ellas la más interesante de su amiga Jesica Pantoja quien habría dicho mentiras, y en el año 2015 se le imputa por “POR SUPUESTA AUTORÍA DEL DELITO DE “PARTICIPE SECUNDARIO DE HOMICIDIO CALIFICADO POR VIOLENCIA DE GÉNERO”, y actualmente la causa sigue en periodo de investigación, no obteniendo más pruebas, como así tampoco autores del delito.

De acuerdo a las características del hecho, la palinología en este contexto hubiera contribuido a establecer si la víctima fue ultimada en el sitio de hallazgo o en una zona distinta, analizando vías aéreas de la misma; como así también si fue abusada en el sitio, mediante el análisis palinológico de hisopados vaginales, por su puesto respetando en primer lugar las determinaciones bioquímicas sobre la muestra.

#### CASO CAROLA SOLANO SANDILLI <sup>78</sup>.

El cuerpo de la joven de 29 años de edad fue encontrado el mediodía del 22 de julio del año 2016, en el rio Xibi- xibi, luego de estar varios días desaparecida, dado que la última vez que sus familiares la vieron con vida fue el 14 de julio, cuando salió a retirar un certificado de residencia a la comisaria N°4 del barrio cuyaya.

---

<sup>78</sup> Expediente N° P-148287/16, caratulado “Torra Morel Sebastián Ernesto psa. homicidio calificado por la condición de la víctima ciudad”. Fiscalía de investigación N°1- Ministerio de la acusación. San salvador de Jujuy.



Este hecho se encuentra en plena etapa de investigación penal preparatoria, donde hasta el momento se conocen algunas pruebas efectuadas, tales como autopsia judicial la cual revelo que el cuerpo no presentaba signos de abuso sexual, se realizaron hisopados vaginales, los cuales presuntamente contienen material seminal, resultantes de una relación consentida, declaraciones testimoniales, allanamientos, uno de ellos del único sospecho quien sería el ex novio de la víctima, donde en su vivienda se localizó el celular de la perpetrada y este individuo se halla detenido acusado de ser el supuesto autor de “homicidio agravado por la condición de la víctima”, al celular se lo remitió para realizar las correspondientes pericias informáticas.

Al respecto se debe hacer mención de la utilidad, determinaciones y nuevas líneas de investigación que puede brindar la palinología con relación a este suceso, primero que nada establecer si la muerte de la joven se produjo en el sitio donde se la halló, si hubo traslado post-mortem; esto se establece como se menciona en los hechos precedentes mediante el estudio de las vías respiratorias de la fallecida; si la relación sexual fue consumada en dicho sector, mediante el examen de hisopados; análisis polínico sobre el celular secuestrado de la morada del ex novio de la víctima, para determinar si ese objeto guarda relación con el sitio de hallazgo del cuerpo, si lo tenía consigo en tal zona.

### **TRIANGULACIÓN DE DATOS.**

Estos tres hechos que se describen tienen en común la circunstancia de que el sitio de hallazgo de los cadáveres ha sido en lugares abiertos, tales como palo blanco, departamento de san pedro; dique los molinos y cercanías del rio Xibi-Xibi, zonas alejadas, donde hay un follaje de vegetación circuncidante.



De acuerdo a las averiguaciones realizadas sobre las pruebas incorporadas en dichos crímenes, en ninguno de ellos se ha efectuado la realización de una pericia que involucre a la palinología, más precisamente para determinar si el lugar típico de la muerte se corresponde con el lugar de hallazgo, o alguna de sus variantes.

Esta ausencia de la palinología como prueba que se plantea en las investigaciones de hechos delictivos, vinculándolo con los datos recolectados en las entrevistas generadas al personal de criminalística, evidencian el general desconocimiento del sector judicial (jueces, fiscales, personal de criminalística) de la ciencia denominada “palinología forense”, para que sirva, en que hechos puedo tenerla en cuenta, como emplearla, entre otros.

Lo que expone realmente porque no se emplea dicha ciencia como una manera de obtención de pruebas en investigaciones criminales que subyacen en la provincia.



## 5- CONCLUSIONES.

La investigación mostró que los profesionales en criminalística que desempeñan su labor en la dirección de criminalística de la UR1, perteneciente a la policía de la provincia de Jujuy, no poseen protocolos principalmente de como manipular evidencias palinológicas.

Además de esta ausencia, hay un desconocimiento de algunos profesionales en criminalística de la ciencia palinología forense, por lo tanto desconocen su significado, su relación con la criminalística, los elementos que pueden ser contenedores de material polínico, su colección, embalaje y resguardo.

Esto mismo pudo comprobarse a través de los estudios de casos vertidos precedentemente: no existe un protocolo para el análisis palinológico y un total desconocimiento del tema en la población estudiada.

Por otra parte, hubo un sector que presentó una breve noción de lo que implica la ciencia en cuestión, desconociendo su nombre en principio, pero asociándola con un palinomórfo en específico y una determinación a la que se puede arribar en criminalística utilizando la palinología. Sin embargo indagando en profundidad, no se diferenciaron del resto, en lo que refiere a colección de dicho material.

También se denotó que en líneas generales los especialistas en criminalística tienen incorporados los procedimientos que se deben seguir a la hora de trabajar en el lugar de los hechos en casos de muertes de orígenes dudosos; las medidas de bioseguridad a adoptar, métodos de fijación, métodos de búsqueda de evidencias, colección de indicios, en este caso hacen referencia a las evidencias que normalmente se levantan, como ser, sangre, pelos, semen, prendas de vestir,



vainas, balas, cartuchos, objetos diversos, entre otros, cuyo embalaje y etiquetado conocen bien; pero por sobre todo tienen muy en claro los recaudos legales a emplear para que su trabajo y los elementos materiales probatorios recogidos sean válidos.

A su vez surgió una aproximación hacia la manera de extraer indicios que puedan relacionarse con la palinología, tal como un vegetal, cuyo proceso de levantamiento que se describe, es más que nada una relación con el modo de colección que se emplea habitualmente con otro tipo de indicios, no muy alejada de la forma correcta de hacerlo.

Por otro lado se menciona a restos térreos como evidencia y la manera usual de colectarlos, desconociendo principalmente su potencial polínico, y por lo tanto no tomando los recaudos técnicos en el procedimiento para que esas muestras luego sean factibles de someterse a un análisis palinológico.

Así es como también se reveló que los tratamientos a los que se someten los elementos materiales probatorios colectados y remitidos al laboratorio de criminalística, a petición de jueces o fiscales son para la realización de análisis del tipo químico, toxicológico y bioquímico, a efectuarse en muestras de sangre ya sea para determinar si efectivamente es sangre, determinar su naturaleza humana o animal, factor y grupo sanguíneo; determinación de alcohol, drogas de abuso, psicofármacos; en muestras de semen, determinar si es semen, su naturaleza humana o animal.

En muestras de pelo, si es de naturaleza animal o humana, si fue cortado arrancado o caído, en pool de viseras se buscan tóxicos, plaguicidas; sobre prendas de vestir solo se examinan máculas de fluidos biológicos.



En cuanto a análisis del tipo palinológico en la dirección no se efectúan, primero que nada porque jueces o fiscales no lo expiden, como se pudo apreciar en las pruebas aportadas en los casos criminales desarrollados y por otra parte si así lo hicieran en la división criminalística no hay un profesional biólogo que lo practique.

En fin la relación actual que tienen los profesionales en criminalística con la palinología es escasa, casi nula y en el caso de que jueces o fiscales soliciten que a las muestras colectadas como ser restos térreos, prendas de vestir, pelos, vegetales se sometan a un posterior análisis palinológico no sería factible dado que a consecuencia de lo anteriormente descrito las muestras no estarían colectadas, embaladas y resguardadas apropiadamente, cayendo así la posibilidad de un estudio de esta naturaleza.

Por ello resulta de vital importancia la capacitación del personal criminalístico, fiscales, jueces, en lo que respecta a la palinología forense, garantizando un beneficio personal y profesional para ellos, como así también para la justicia de la provincia.

Como aporte final podemos decir que este trabajo ofrece las bases para la conformación de un protocolo de actuación en lo que refiere a la colección de muestras para palinología forense.



## 6- BIBLIOGRAFIA

- ❖ Accorsi, C.A., Forlani L., Rossi, L., Del Borrello, E., Trevisan, G. y Cicognani, A. (2009). Palinología y toxicología en un caso asesinato con gran interés forense. *GEA (giornale europeo di aerobiologia medicina ambientale e infezioni aerotrasmesse)*, 2, 34-38.
- ❖ Arboleda, Murillo H., Arias, Doralba Parra y Bocanegra, Salomón Espitia (2007). Cadena de custodia, su trascendencia y aplicación en sistema penal acusatorio durante 2005-2006. Pág. 13 y14. Tesis de grado de la Universidad de Manizales, facultad de derecho. Manizales Caldas.
- ❖ Aseginolaza Telleria, Isabel y Bastarrika Sarasola, Mikel (2003). Análisis del polen corbicular recolectado durante los años 2002 y 2003 en los colmenares de estudio eco-etológico de oñati y goizueta. Pag. 18.
- ❖ Breglia, Gustavo (2015.). Palinología forense. Curso de Capacitación en Ciencias Forenses. Universidad Nacional de La Plata. Cipolletti – Rio Negro. Págs. 1-13.
- ❖ Caro Patricia M. (2004). Manual de Química Forense. Editorial La Roca. págs. 157-163. Buenos Aires.
- ❖ Cottier, Marcelino L. (2011). Criminalística e Investigacion criminal. Buenos Aires. Argentina.
- ❖ Cuerpo de investigaciones de salta. Guía para el envío de muestras al cuerpo de investigaciones fiscales del ministerio público de salta. Pag.19.
- ❖ EcuRed conocimiento con todos y para todos. (2013). Cuba. Descargado el 15-09-16. Disponible en <http://www.ecured.cu/index.php?title=Polen&oldid=1967255>



- ❖ El grano de polen: morfología, estructura y diversidad. Aerobiología y polinosis en castilla y león. Págs. 15-26. Descargado el día 08 de abril de 2016. Disponible en [www.saludcastillayleon.es/sanidad/cm/ciudadanos/images?locale=es\\_ES](http://www.saludcastillayleon.es/sanidad/cm/ciudadanos/images?locale=es_ES)
- ❖ Expediente N° P-070495/14, caratulado “Homicidio Calificado por Violencia de Género”. Fiscalía de investigación N°3. Ministerio de la acusación. San salvador de Jujuy.
- ❖ Expediente N° P-148287/16, caratulado “Torra Morel Sebastián Ernesto psa. homicidio calificado por la condición de la víctima ciudad”. Fiscalía de investigacionN°1- Ministerio de la acusación. San salvador de Jujuy.
- ❖ Expediente N°100/15, caratulado “agüero Edgardo Gustavo, Arroyo Pablo Daniel, Haedo Pablo Francisco, Rios Pedro psa. De homicidio criminis causa”. Superior tribunal de justicia. San salvador de Jujuy.
- ❖ Facultad de ciencias físicas, exactas y naturales. Estudio del polen: conceptos básicos. Universidad nacional de Córdoba. Descargado el 04 de junio de 2016. Disponible en [www.efn.uncor.edu/departamentos/.../otras/.../MELISO%20para%20Etnobotánica](http://www.efn.uncor.edu/departamentos/.../otras/.../MELISO%20para%20Etnobotánica)
- ❖ Félix Méndez, Ana Verónica (2014). Metodología para la recolección y embalaje de los indicios dentro de la escena del crimen. pág. 32. Tesis de grado, licenciatura en investigación criminal y forense, facultad de ciencias jurídicas y sociales, Universidad Rafael Landívar. Huehuetenango.
- ❖ Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense: ignorada fuente de evidencias policiales. *Ciencia Policial*, 110, págs. 93, 94, 96 y 101.



- ❖ Giner Munuera, Manuel y García Carrión, José S. (2012). Palinología forense el delator olvidado: la "huella polínica" como evidencia policial. Cuaderno de la guardia civil número XLVI, 2º época, págs. 1-13.
- ❖ Globo Sao Pablo (2013). Bajado el día 21 de noviembre de 2016. disponible en <http://g1.globo.com/sao-paulo/noticia/2013/03/entenda-o-caso-merciana-nakashima.html>
- ❖ Gobierno Federal- Moreno Saénz, Francisco Manuel (2012). Mecanismo de protección y preservación de evidencia: cadena de custodia. Pág.32. Estados Unidos Mexicanos.
- ❖ Grupo iberoamericano de trabajo en la escena del crimen (gitec), (2012). Manual de buenas prácticas en la escena del crimen. Edición instituto nacional de ciencias penales. Estados Unidos Mexicanos. pág. 41.
- ❖ Guzmán, Carlos A (2011). Manual de criminalística, 2da edición. Editorial B de F. Montevideo-Buenos Aires. págs.3, 5, 209, 217, 218 y 231.
- ❖ Guzmán, Carlos A. (2008). Manual de Criminalística. Ediciones La Rocca. Buenos Aires. pág.37.
- ❖ [http://policialesdejujuy.com.ar/index.php?option=com\\_content&view=article&id=74:caso-romina-aramayo-fue-golpeada-y-abusada-antes-de-morir&catid=21&Itemid=101](http://policialesdejujuy.com.ar/index.php?option=com_content&view=article&id=74:caso-romina-aramayo-fue-golpeada-y-abusada-antes-de-morir&catid=21&Itemid=101)
- ❖ <http://www.tribuno.info/hallan-el-telefono-celular-que-era-romina-aramayo-n396257>
- ❖ Ing. Sánchez, Ana Carina. (2016). Laboratorio de palinología de la Universidad Nacional de Jujuy. Prov. de Jujuy.
- ❖ Instituto pirenaico de ecología. Colecciones de IPE. España. Descargado el día 19 de septiembre de 2016. Disponible en <http://www.ipe.csic.es/lugares-de-estudio>



- ❖ Juárez Barrientos, Elisa M. (2006). Atlas palinológico de las especies más abundantes de la sucesión vegetal en la Zona de Influencia de la Ecorregión Lachuá. Universidad de San Carlos de Guatemala, facultad de ciencias químicas y farmacia, escuela de biología. Guatemala.
- ❖ Korejwo, David A., Blakely Webb, Jodi, Willard, Debra A. y Sheehan, Thomas P. (). Pollen Analysis: An Underutilized Discipline in the U.S. Forensic Science Community. Pags. 1-10. Virginia, Estados Unidos.
- ❖ Mariotti Lippi M. y Mercuri, A.M. (2009). Los análisis palinológico aplicados a un caso de secuestro en Italia. *GEA (giornale europeo di aerobiologia medicina ambientale e infezioni aerotrasmesse)*, 2, 34-38.
- ❖ Martínez, Margarita., Sánchez, Santiago y Carrión, José (2008). Palinología y escenario forense. Un caso de estudio del sureste de España. *Anales de Biología* 30: 43-54.
- ❖ Mildenhall D.C (2006). Un aspecto inusual de un tipo de polen común indica la escena del crimen. *Forensic Science International*. Volumen 163, Número 3, páginas 236-240.
- ❖ Mildenhall, D.C (2006). Hypericum polen determina la presencia de ladrones en la escena de un crimen: Un ejemplo de palinología forense. *Forensic Science International*. Volumen 163, Número 3, páginas 231-235.
- ❖ Ministerio de justicia y derechos humanos presidencia de la nación. Manual de procedimiento para la preservación del lugar del hecho y la escena del crimen. pág. 48.
- ❖ Ministerio Publico de Venezuela (2012).Manual único de procedimientos en materia de cadena de custodia de evidencias físicas. Editorial Latina. Venezuela.



- ❖ Monter Coria, Roberto Paulo (2012). Introducción a la Criminalística de Campo y de Laboratorio. *Ciencia Forense.cl Revista On-Line de Criminalística*. pág.5,6.
- ❖ Monzón Soto, Blanca Aracely (2012). La cadena de custodia de las evidencias en el proceso penal guatemalteco. Tesis Licenciatura en Ciencias Jurídicas y Sociales, Universidad de San Carlos de Guatemala. Págs. 75,78 y79. Guatemala.
- ❖ Noro, Pedro R. (2000). Diario la nación. Descargado el 21-11-16. Disponible en <http://www.lanacion.com.ar/24016-hay-10-policias-federales-presos-por-un-homicidio-en-jujuy>
- ❖ Patitó, José Ángel (2000). Medicina Legal. Ediciones Centro Norte. Buenos Aires. Argentina.
- ❖ Policía nacional (2012).Manual de tratamiento de la evidencia y cadena de custodia. Managua, Nicaragua. Pág. 103.
- ❖ Ramírez, Johan Kelber H. (2012). Caracterización y variabilidad palinológica de ocho especies de cactáceas de la universidad nacional de Colombia sede Palmira y de la universidad del valle sede Meléndez. Págs. 6, 7 y 8. Proyecto de trabajo de grado de la Universidad del valle, Facultad de Cs. naturales y exactas. Santiago de Cali- Colombia.
- ❖ Ramos Regalado, Miguel Ángel (2009). Manejo de la evidencia dentro de la escena del crimen y la cadena de custodia en el proceso penal guatemalteco. Tesis de grado de la universidad de san Carlos de Guatemala, facultad de ciencias jurídicas y sociales Guatemala.pags.9-10.
- ❖ Rodriguez Martinez, Jorge (2011). Metodología de la investigación cualitativa. *Silogismo de investigación* N°8. Pag.9.
- ❖ Sáenz Lain, C. (2004). Glosario de términos palinológicos. *Lazaroa* 25: 93-112.



- ❖ Sampieri Hernández, Roberto- Collado Fernández, Carlos- Lucio Baptista, María del Pilar (2006). Metodología de la investigación. Cuarta edición. Ediciones Mcgraw-HILL/interamericana editores. México. Pág. 18, 102,411,417y433
- ❖ Sampieri Hernández, Roberto-collado Fernández, Carlos- Lucio Baptista, María del Pilar (2010). Metodología de la investigación. Quinta edición. Ediciones Mcgraw-HILL/ interamericana editores. México. pág. 364.
- ❖ Universidad Católica de Salta (2014). Apuntes de cátedra química legal. Ciudad de S. S de Jujuy. Prov. De Jujuy.
- ❖ Universidad Católica de Salta, delegación Jujuy (2011). Apuntes de cátedra: inspección ocular técnica y levantamiento de rastros. San Salvador de Jujuy.
- ❖ Universidad Católica de Salta, delegación Jujuy (2011). Apuntes de cátedra: inspección ocular técnica y levantamiento de rastros. San Salvador de Jujuy.
- ❖ Wiltshire, Patricia E.J. y Black, Sue (2006). El enfoque cribiforme a la recuperación de pruebas palinológicas de los cornetes de víctimas de asesinato. *Forensic Science International* 163, número 3, Págs. 224–230.
- ❖ Zajaczkowski, Raúl Enrique (1998). Manual de Criminalística. Ediciones Ciudad Argentina. Buenos Aires. pág.21.