TEMA 17 - ENTOMOLOGÍA FORENSE

1. INTRODUCCIÓN A LA ENTOMOLOGÍA FORENSE

¿Qué es "forense"?

- La palabra *forense* proviene del latín *forum*, que hacía referencia al lugar donde se debatían cuestiones públicas. Hoy hace alusión a todo lo relacionado con tribunales o justicia.

¿Qué es la entomología forense?

- Es el **uso de insectos como pruebas científicas** en investigaciones legales, especialmente en contextos donde se debe determinar información clave en un juicio.
- Se divide en tres ramas:
  - **Entomología urbana**: estudia infestaciones en casas u otros espacios urbanos que pueden llegar a litigios.
  - **Entomología de productos almacenados**: cuando aparecen insectos en alimentos o mercancías almacenadas, con implicaciones legales.
  - **Entomología médico-legal**: la más conocida, se centra en el análisis de artrópodos presentes en cadáveres, aportando datos para la resolución de crímenes o muertes dudosas.

Aplicación práctica

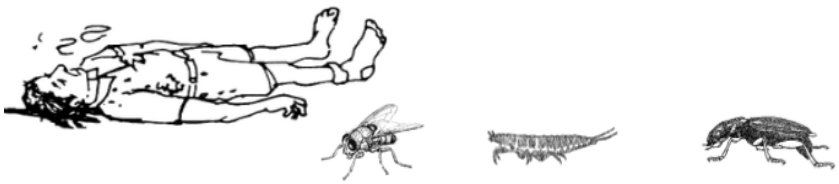
- Se estudian los **insectos presentes en un cadáver** para obtener información que ayude en la investigación judicial. Por ejemplo: momento de la muerte, si el cadáver fue movido, si hubo negligencia, etc.

2. JUSTIFICACIÓN DEL USO DE INSECTOS EN CRIMINOLOGÍA

¿Por qué usar insectos?



1. **Su presencia o ausencia ya aporta datos** sobre la escena.
2. Son los **primeros en acudir** al cadáver tras la muerte.
3. Llegan siguiendo una **sucesión ordenada**, es decir, cada especie aparece en un momento específico del proceso de descomposición.



4. Tras las primeras 72 horas, los insectos se convierten en **la mejor herramienta forense**, por eso es crucial un equipo multidisciplinar: policía, medicina y entomología.

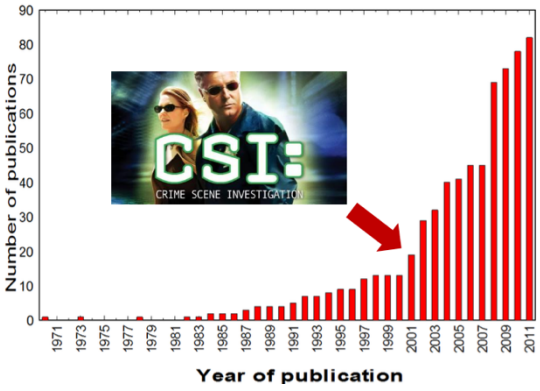


3. ¿CUÁNDO SURGE LA ENTOMOLOGÍA FORENSE?

Evolución histórica

- Aunque el uso de insectos en investigaciones forenses se ha documentado desde hace más de **un siglo**, su desarrollo científico y sistemático se consolida en el **siglo XX**.

- Como se muestra en la imagen, esta serie de libros fueron claves. Publicados desde **1894 hasta 2015**, evidencian cómo la entomología forense ha ido ganando peso y reconocimiento académico con el tiempo.



Publicaciones científicas

- **Hasta 1983 solo se habían publicado 329 artículos** sobre entomología forense.
- A partir de esa fecha, el número de publicaciones crece de manera exponencial. Como se puede ver en la gráfica, se nota un salto importante a partir de **1999**, coincidiendo con la popularización de series como *CSI*.



Pioneros

- En EE.UU. destaca **M. Lee Goff**, uno de los principales expertos, quien también asesoró en la serie *CSI*.
- En Europa, la *European Association for Forensic Entomology* se establece en **2004**.
- En España, trabajan en esta disciplina instituciones como:
  - Universidad de Murcia
  - Universidad de Alicante
  - Universidad del País Vasco
  - Universidad de Alcalá
  - Instituto Anatómico Forense
  - Instituto Nacional de Toxicología y Ciencias Forenses
  - Comisaría General de Policía Científica
  - Instituto Universitario de Investigación en Ciencias Policiales (*Iuicp*)



4. <u>INSECTOS QUE INTERVIENEN ¿POR QUÉ MOSCAS Y ESCARABAJOS?</u>

Insectos y cadáveres humanos



- En cadáveres humanos, **el 85% de los insectos** encontrados pertenecen a **unos pocos órdenes de los 32 que existen**.
- Los más importantes son los **necrófagos** y los **necrófilos**.

¿Qué son los insectos necrófagos?

- Son los **primeros en acudir al cadáver**.
- Se alimentan de **materia en descomposición**.
- Son esenciales para el **reciclaje de la materia orgánica**.
- Ejemplo: **moscas califóridas** (Calliphoridae), como Lucilia sericata o Calliphora vicina.

¿Y los necrófilos?

- No se alimentan directamente del cadáver, sino que son **depredadores o parásitos** de los necrófagos.

- Ejemplo: ciertos escarabajos depredadores que se alimentan de larvas de mosca.

👃 ¿Por qué son tan eficaces?

- Por su **olfato extremadamente desarrollado**:
  - Les permite detectar el cadáver a gran distancia en muy poco tiempo.
  - Algunos diferencian el grado de descomposición, lo que determina la **sucesión ecológica** (orden de llegada de especies).



🧬 CARACTERÍSTICAS CLAVE DE LAS MOSCAS FORENSES:

CARACTERÍSTICA	RELEVANCIA FORENSE
Tienen ciclos de vida cortos	Permite estimar el intervalo postmortem (IPM)
Muchas crías por puesta	Asegura la presencia masiva y rápida
Adultos polífagos	Se alimentan de muchos sustratos
Larvas necrófagas	Se alimentan específicamente del cadáver
Preferencia por ambientes humanos (*antropofilia*)	Facilita su uso en contextos judiciales urbanos o domésticos

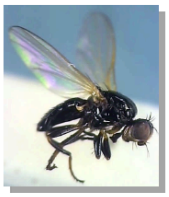
- Los grupos principales son:
  - **Califóridos** (moscas verdes metálicas)
  - **Sarcofágidos** (moscas grises de la carne)
  - **Múscidos** (moscas comunes)
  - **Piofílidos** (pequeñas moscas necrófagas)
  - **Fóridos** (moscas de ataúd y ambientes cerrados)



CALIFÓRIDOS


SARCOFÁGIDOS

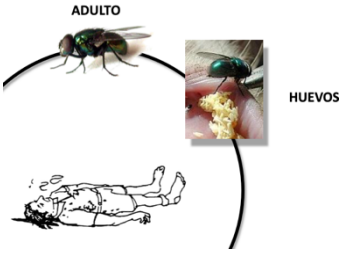

MÚSCIDOS


PIOFÍLIDOS


FÓRIDOS

📘 5. CICLO DE VIDA DE LAS MOSCAS FORENSES Y SU UTILIDAD

🔄 Etapas del ciclo de vida



Las moscas forenses pasan por una **metamorfosis completa**, con las siguientes fases:

1. **Huevo**
2. **Larva de primer estadio (L1)**
3. **Larva de segundo estadio (L2)**
4. **Larva de tercer estadio (L3)**
5. **Larva migratoria (L3M)**
6. **Pupa (pupario)**
7. **Adulto**



🥚 Fase huevo

- Depositan los huevos en zonas húmedas del cadáver, como orificios naturales o heridas.
- Pueden verse a simple vista y su aspecto se muestra en la *página*

Fase larvaria (L1 a L3)

- La larva se alimenta del cadáver y crece rápidamente.
- Las larvas se diferencian por tamaño y desarrollo de estructuras.
- Puede haber distintas familias de larvas: califóridos, sarcofágidos, piofílidos, etc.







- En la imagen se presentan las **masas larvarias**, agrupaciones de larvas L3 que generan calor por metabolismo colectivo.

Larvas migratorias

- En la fase L3M, dejan el cuerpo para pupar en zonas protegidas: bajo alfombras, muebles, grietas…
- Esta migración es clave para estimar el momento en que **la larva terminó de alimentarse**, lo cual fija un tope en el intervalo post-mortem (IPM).





Pupario



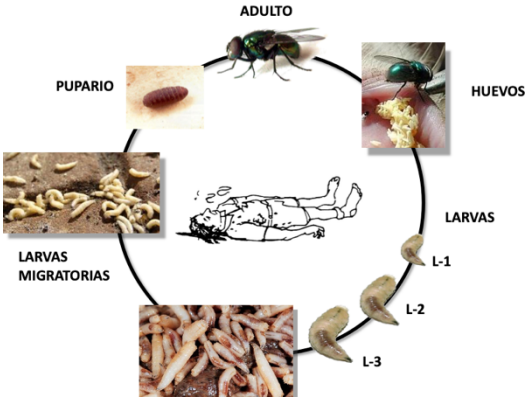
- La larva forma una cubierta rígida donde ocurre la metamorfosis.
- Aspecto variable según la especie.
- De aquí emergerá el adulto.


Bajo los muebles


En la ropa


Bajo los electrodomésticos


En la alfombra



¿Por qué es útil en entomología forense?

- Cada fase tiene una duración determinada que depende de la **temperatura ambiental**.
- Si se conoce la especie, la fase en la que está, y la temperatura desde la muerte hasta el hallazgo, se puede **estimar el momento de la muerte**.
- Esta es la base del **Intervalo Post-Mortem mínimo (IPM mínimo)**.

6. PROCESO DE DESCOMPOSICIÓN Y COLONIZACIÓN POR INSECTOS



¿Qué ocurre durante la descomposición?

La descomposición de un cadáver es un proceso biológico complejo que favorece la **sucesión de insectos**. Se divide en **5 fases principales**, cada una con características físicas y tipos de insectos dominantes:

FASE	CARACTERÍSTICAS	INSECTOS PREDOMINANTES
Fresco	Autolisis celular, sin olor	Moscas califóridas (ponen huevos muy rápido)
Hinchado	Gases por bacterias, piel tensa	Aumento de actividad larvaria, adultos siguen llegando
Descomposición activa	Ruptura de piel, licuefacción de tejidos, fuerte olor	Larvas de L2 y L3 en grandes masas
Descomposición avanzada	Pérdida de biomasa, reducción de tejidos blandos	Escarabajos, necrófilos, queratófagos
Restos esqueléticos	Solo hueso, pelo y tejidos secos	Derméstidos, ácaros, escarabajos especializados

⇒ **ILUSTRACIÓN DE CÓMO CAMBIAN TANTO EL CADÁVER COMO LAS CONDICIONES TÉRMICAS Y LA BIOMASA DISPONIBLE.**



🧪 Factores que aceleran el proceso:

- **Autolisis**: digestión interna por enzimas celulares.
- **Putrefacción**: bacterias liberan gases malolientes.
- **Insectos**:
  - Diseminan bacterias.
  - Comen tejidos blandos.
  - Liberan enzimas digestivas que aceleran la descomposición.

🐜 Función ecológica de los insectos forenses:

- Reciclan la materia orgánica.
- Aceleran los cambios químicos y físicos del cadáver.
- Su **orden de llegada** y desarrollo permite establecer cronologías (clave en la estimación del IPM).

📘 7. Estimación del IPM (Intervalo Post-Mortem)

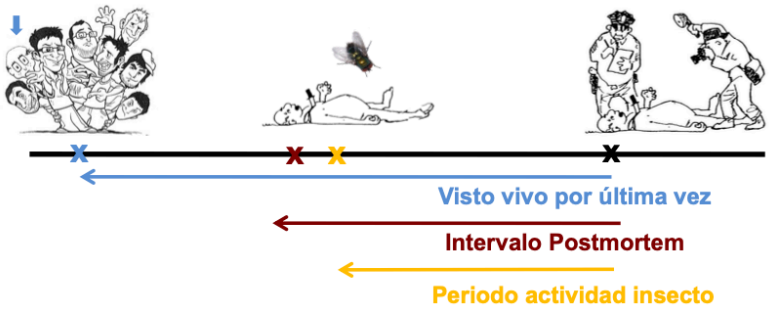
🕰️ ¿Qué es el IPM?

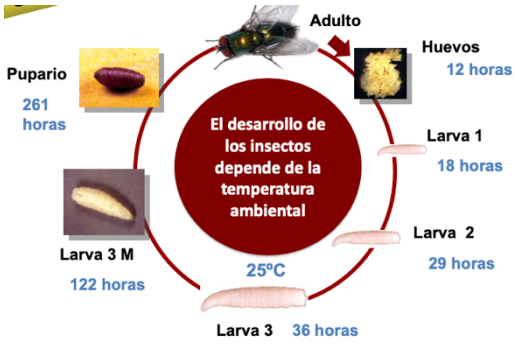
- **IPM** = tiempo transcurrido desde la muerte hasta el hallazgo del cadáver.
- En fases iniciales se usan signos clínicos (rigidez, temperatura corporal…), pero **a partir de las 72 horas, la entomología forense es la herramienta más precisa**.

📊 Cómo se estima el IPM con insectos

Se parte de **tres supuestos clave**:

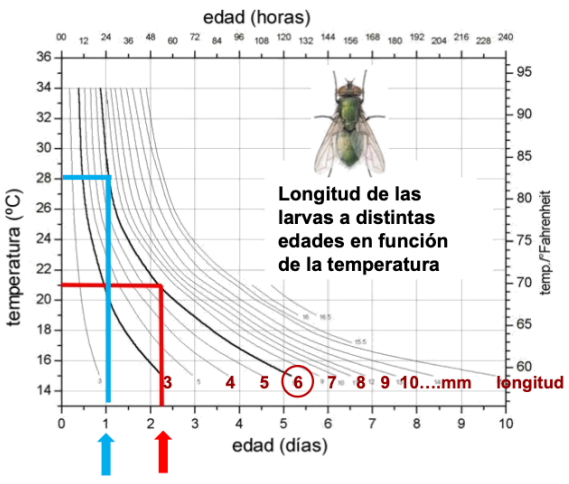
1. Los insectos encuentran el cadáver **poco después de la muerte**.
2. Ponen los huevos **inmediatamente** después de encontrarlo.
3. Se puede estimar la edad de la larva más avanzada hallada.

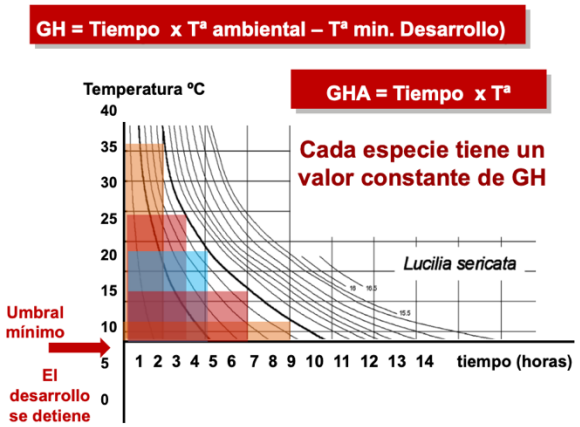




🧬 Métodos para estimar la edad de las larvas

1. **Longitud de la larva**
   - Relación entre edad y tamaño.
   - *Ejemplo*: a 25 °C, una larva de 17 mm indica una edad de unas 86–180 horas según especie y condiciones.
2. **Gráficas Isomegalen** (*pág. 46*)
   - Relacionan tamaño, edad y temperatura.
   - Son específicas por especie.
3. **Grados Hora Acumulados (GHA)**
   - Cálculo que mide la energía térmica necesaria para que una especie complete su desarrollo.





Grados Horas Acumulados (GHA)
necesarios para completar el ciclo de desarrollo en distintas especies

	Grados Horas Acumulados	Tª mínima desarrollo (ºC)
Calliphora vicina	7239	5
Calliphora vomitoria	10516	8
Chrysomya albiceps	4922	6
Lucilia sericata	4585	10
Phormia regina	4844	8
Sarcophaga hemorroidalis	5825	6

🧪 Aplicación en laboratorio

- Se recogen larvas, se cultivan a temperatura controlada, y se registra:
  - Duración del desarrollo.
  - Momento de aparición de adultos.
- *Ejemplo*: seguimiento de pupas y adultos emergentes día a día, a 25 °C.
- A partir del total de GHA necesarios, se calcula cuántas horas transcurrieron **antes** de capturar las larvas.

Fecha	Nº de pupas		Nº de adultos	
	Cabeza	Tórax	Cabeza	Tórax
29 agosto	19	30		
30	**127**	**163**		
31	11	0		
1 Septiembre	1	2		
2				
3				
4			107	149
5			51	44
6			0	0
7			0	0
8			0	0
9			0	1
10			0	1

📘 8. CASO REAL Y MODELO EXPERIMENTAL EN LA UNIVERSIDAD DE ALCALÁ

🔬 Caso real: uso de Lucilia sericata

- Hallazgo del cadáver: **26 de agosto a las 16:00**, con temperatura ambiental de **22 °C**.
- Especie identificada: *Lucilia sericata* (mosca verde metálica), cuyas larvas se recogieron y cultivaron en laboratorio a **25 °C**.

🧪 Desarrollo en laboratorio

- Se obtuvo la siguiente secuencia:
  - Larvas puparon, luego emergieron como adultos tras **188 horas**.
  - A esa temperatura (25 °C) y con una Tª mínima de desarrollo de 10 °C, se acumularon **2820 GH** en el laboratorio.
- Como *Lucilia sericata* requiere **4585 GHA** para completar el ciclo:
  - Faltaban **1765 GH** en el momento de capturar las larvas.
  - A 22 °C (ambiente), esto equivale a unas **147 horas ≈ 6 días** desde que fueron depositados los huevos.

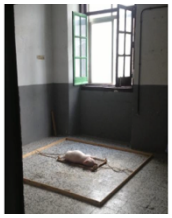
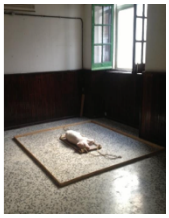
Conclusión: la mosca puso los huevos alrededor del **20 de agosto**, lo que permite acotar la fecha de la muerte en torno a esa fecha.

🧪 Validación experimental con modelos animales

La Universidad de Alcalá ha realizado estudios con **modelos animales (cerdos domésticos)** en:

- Ambientes **urbanos**, **periurbanos** e **interiores**.
- En **todas las estaciones del año**.

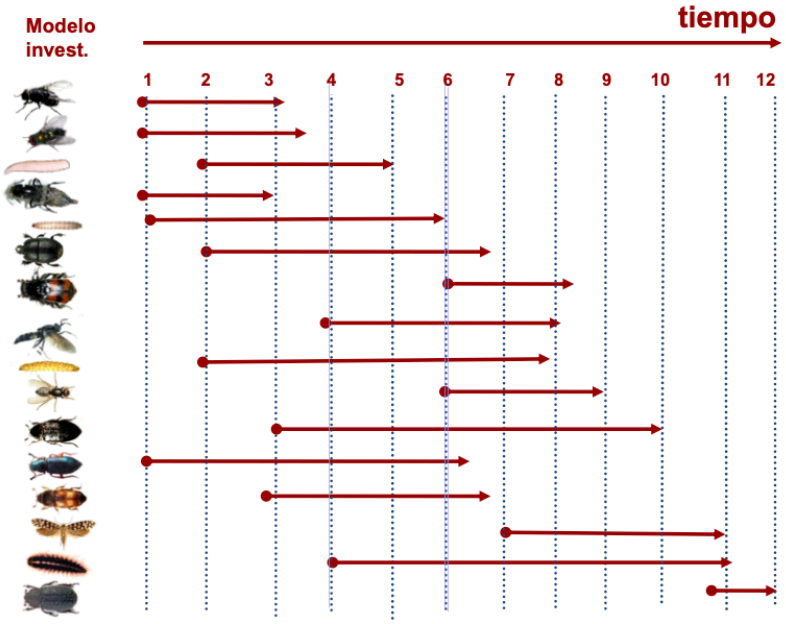
- Con **3 habitaciones idénticas** para control ambiental.
- Se recogen datos diarios de:
  - Temperatura
  - Peso
  - Fauna entomológica sobre y bajo el cadáver.

En laboratorio:

- Se separa, cría e identifica todo el material entomológico.
- Se procesan los datos para generar una **base de datos de sucesión de especies**.

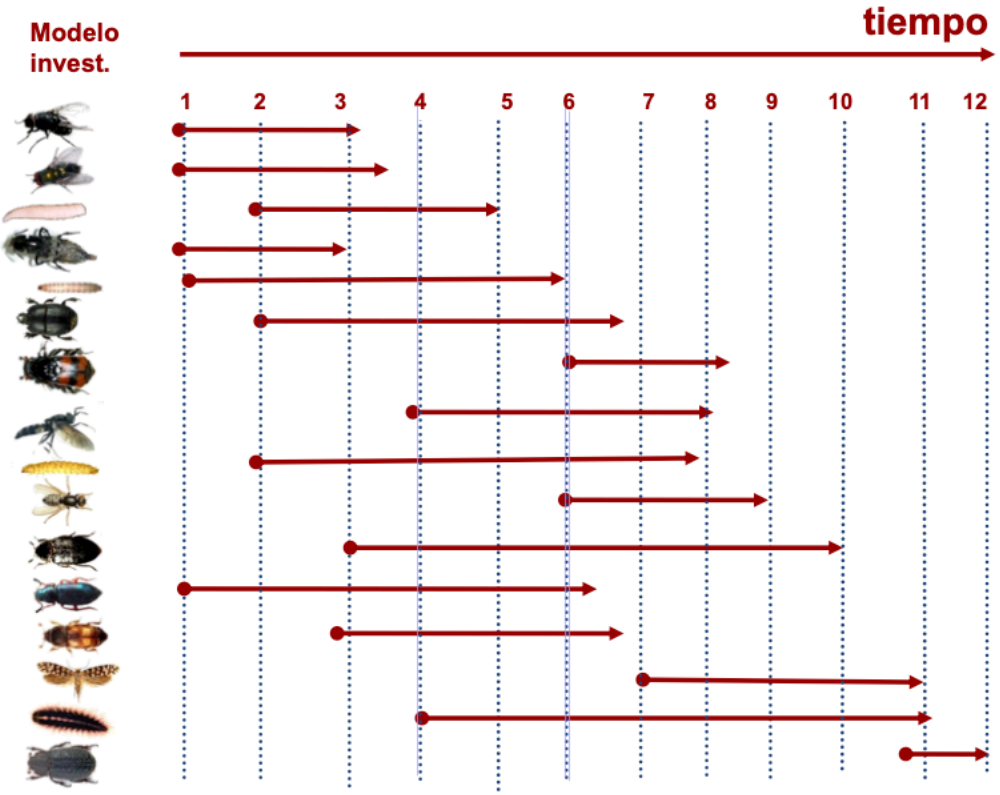
BASE DE DATOS: Sucesión de insectos sobre el cadáver:



Resultado de la confrontación

- Se compara el caso real con los modelos experimentales.
- Si coinciden las especies, etapas y tiempos de desarrollo, se valida la hipótesis del IPM estimado.
- Como se ve en los esquemas, se sitúa el caso real dentro de los márgenes observados experimentalmente: el mínimo y máximo coinciden con la estimación dada por los GHA.

BASE DE DATOS: Sucesión de insectos sobre el cadáver:



📘 9. FACTORES QUE ALTERAN LA SUCESIÓN

Distintos elementos pueden modificar el patrón habitual de llegada y desarrollo de los insectos:

FACTOR	EFECTO
Lugar	Interiores vs. exteriores alteran la temperatura, humedad y acceso de insectos
Aridez	Puede causar **momificación**, que retrasa o impide la colonización
Humedad extrema	Puede provocar **saponificación**, formación de *adipocira* (grasa cerosa que preserva tejidos)
Constitución física del cadáver	Más grasa corporal puede favorecer la saponificación
Salud o enfermedades previas	Alteran la química del cuerpo y pueden modificar la atracción de insectos
Traumatismos ante-mortem	Pueden abrir vías de entrada para insectos o acelerar la descomposición
Toxicología	Drogas o venenos afectan al desarrollo de los insectos
Temperatura ambiental	Afecta directamente al ritmo del ciclo vital de los insectos

💀 Procesos especiales





- **Momificación**: ocurre en climas secos o fríos; el cadáver se seca sin descomponerse completamente.



- **Saponificación**: en ambientes húmedos y sin aireación, se forma adipocira, conservando partes blandas incluso por años.
- La saponificación protegió el cuerpo de Diana Quer y dificultó tremendamente la investigación.

⇒ **NOTICIAS DE LA PRENSA DE CASOS REALES:**

Los insectos hallados en el cuerpo de Blanca revelan que lleva muerta desde el día 25

- La Policía concluye que Blanca Fernández Ochoa tuvo una "desaparición voluntaria con resultado de muerte"
- La Policía sospecha que Blanca intentó subir a La Peñota un día antes de desaparecer

Los insectos han ayudado a la Policía a resolver 150 casos en últimos 10 años

EFE 18.07.2010 - 11:11H

- Los insectos son los primeros en llegar a la escena del crimen.
- Han ayudado a resolver 150 casos en los últimos diez años.
- Dan información en asesinatos, tráfico de drogas, robos o terrorismo.

🧪 Aplicaciones avanzadas

1. **Movimiento del cadáver**:
   - Si los insectos presentes corresponden a un entorno distinto del lugar del hallazgo, puede indicar que el cuerpo fue trasladado.
2. **Tráfico de drogas**:
   - Algunas sustancias alteran el crecimiento de las larvas; se pueden detectar en tejidos larvarios.
3. **Toxicología entomológica**:
   - El análisis de las larvas permite detectar **sustancias tóxicas** que estaban presentes en el cuerpo.
4. **Identificación mediante ADN mitocondrial**:
   - Se puede identificar al sujeto fallecido a través de ADN extraído de restos o de los propios insectos si han ingerido material humano.
5. **Negligencia o abandono**:
   - La presencia de ciertos grupos de insectos (coprófagos, miásicos) puede indicar falta de cuidados o higiene en casos de ancianos, niños o enfermos.
