



INSECTOS DE INTERÉS FORENSE



Mag. Manuel Castro
Sección Entomología, Facultad de Ciencias.
Montevideo

Entomología Forense

"El estudio de cualquier aspecto relacionado con los insectos, con el propósito de tener información útil para investigaciones legales"

Se clasifica en tres tipos

- Entomología urbana
- Entomología comercial
- Entomología medicolegal

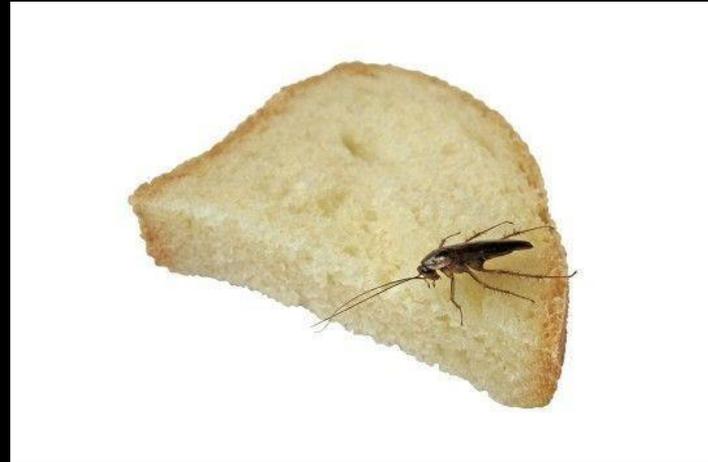
ENTOMOLOGÍA FORENSE

1) La **entomología urbana** o domestica q procesos legales donde intervienen artrópodos que actúan sobre inmuebles y estructuras del ambiente urbano, así como sobre los propios seres humanos o sus animales de compañía



INTRODUCCIÓN

2) **Entomología comercial**, incluyen la interacción de los artrópodos con productos comerciales o industriales desde la alteración, contaminación o destrucción de productos almacenados, hasta la utilización de los insectos como bioindicadores de contaminación industrial.



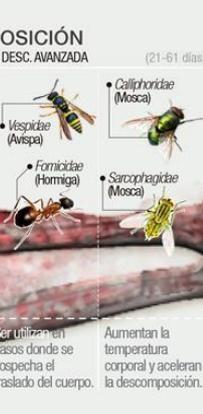
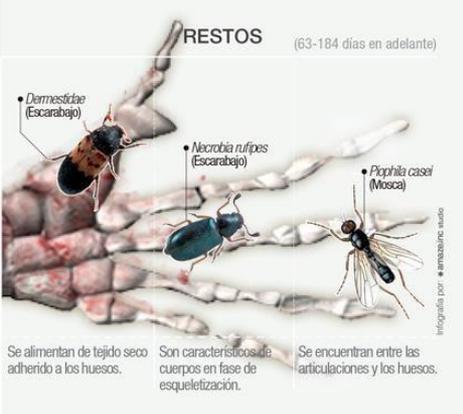
Entomología Forense

3) La entomología medicolegal o “**entomología médico forense**” ahora conocida como entomología médico criminal, dado que los insectos son utilizados como evidencia en la investigación de las muertes principalmente violentas o en casos de negligencia.

El estudio de los insectos asociados a los cadáveres, principalmente se utiliza para determinar el tiempo transcurrido desde la muerte o intervalo postmortem (PMI)

Los más buscados

Unos llegan para alimentarse del cadáver, otros para cazar y algunos, por accidente. Lo cierto es que dependiendo de los bichos que encuentren en la escena del crimen, los forenses determinan el tiempo de muerte de la víctima. Estos insectos tienen las claves de la muerte en Bogotá.

FRESCO (0-2 días)	HINCHADO (3-15 días)	DESCOMPOSICIÓN		RESTOS (63-184 días en adelante)
		DESC. ACTIVA (16-20 días)	DESC. AVANZADA (21-61 días)	
 <ul style="list-style-type: none"> • <i>Calliphoridae</i> (Mosca) • <i>Calliphora vicina</i> (Mosca) • <i>Lucilia eximia</i> (Mosca) <p>Las hembras depositan sus huevos en las partes húmedas.</p> <p>La primera mosca que llega a los cuerpos en Bogotá.</p> <p>Llega a los pocos minutos de la muerte en ciudades como Medellín.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • <i>Sarcophagidae</i> (Mosca) • <i>Muscidae</i> (Mosca) <p>Lanzan sus larvas, no ponen huevos, y estas se alimentan de tejidos que ya han iniciado la fase de putrefacción.</p> <p>Ayudan en la caracterización del lugar de la muerte, ya que algunas se asocian a viviendas, basureros o establos.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • <i>Siphidae</i> (Escarabajo) • <i>Siphidae</i> (Escarabajo) • <i>Vespididae</i> (Avispa) <p>Entierran trozos de tejido blando del cadáver y sobre ellos depositan sus huevos.</p> <p>Se alimenta de las larvas presentes en los cadáveres.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • <i>Formicidae</i> (Hormiga) • <i>Sarcophagidae</i> (Mosca) • <i>Calliphoridae</i> (Mosca) <p>Se utilizan en casos donde se sospecha el traslado del cuerpo.</p> <p>Aumentan la temperatura corporal y aceleran la descomposición.</p>	 <ul style="list-style-type: none"> • <i>Dermestidae</i> (Escarabajo) • <i>Necrobia rufipes</i> (Escarabajo) • <i>Plophila casei</i> (Mosca) <p>Se alimentan de tejido seco adherido a los huesos.</p> <p>Son característicos de cuerpos en fase de esqueletización.</p> <p>Se encuentran entre las articulaciones y los huesos.</p>

(Anderson & VanLaerhoven 1996).

Analizar el origen de la palabra “cadáver”

CAro-DAta-VERnibus

"Carne dada a los gusanos"

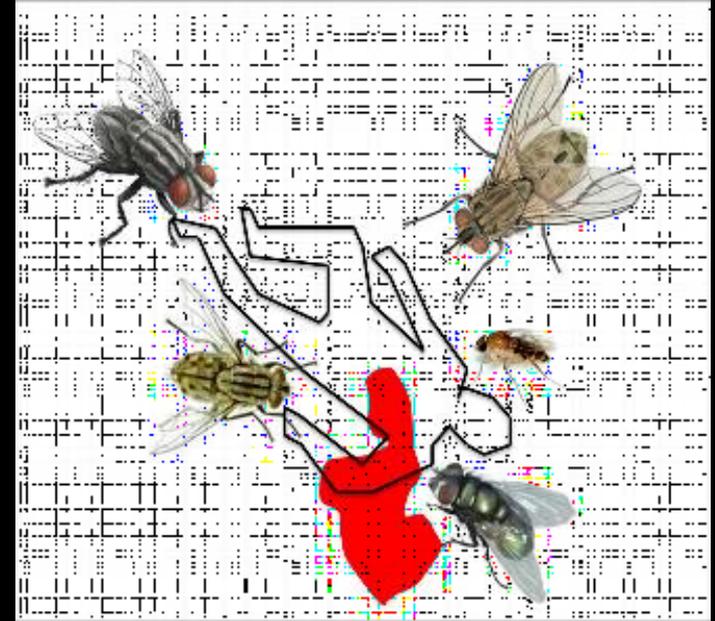
"carnis data vermis"

"Carne-Tiempo-Gusanos"



Entomología médico forense

- ❖ Es el estudio de los insectos y otros artrópodos asociados a un cadáver
- ❖ Establecer el momento de la muerte a través de la estimación del intervalo post-mortem (PMI)
- ❖ Establecer si el lugar de hallazgo coincide con el lugar del fallecimiento y condiciones a las que estuvo el cuerpo previo al hallazgo.



Que es los que nos interesa saber?

Ciclo de vida de los insectos
asociado al cuerpo

Alimentación de los insectos

Quiénes son los primeros en llegar ??

Necrófagos: Dípteros (moscas) de las familias Califóridas, Sarcófagidas, Múscidas, Píofílidas, Fóridas.



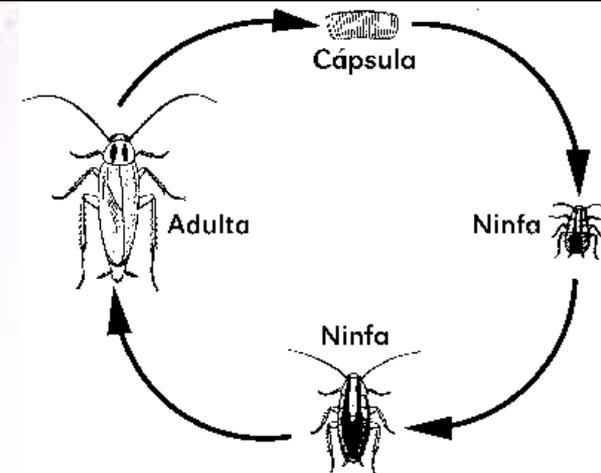
Los primeros insectos que llegan al cadáver son atraídos por los olores de los gases (sulfuro de hidrógeno, putrescina y cadaverina) desprendidos en el proceso de degradación de glúcidos, lípidos y proteínas en un cadáver.

INSECTOS DE DESARROLLO DIRECTO

Sus crías son idénticos al adulto, pero sin alas, se las llama ninfas

A medida que crecen de tamaño, mudan y desarrollan sus alas.

Cuando tienen alas se los considera adultos Ej: cucarachas, langostas, grillos

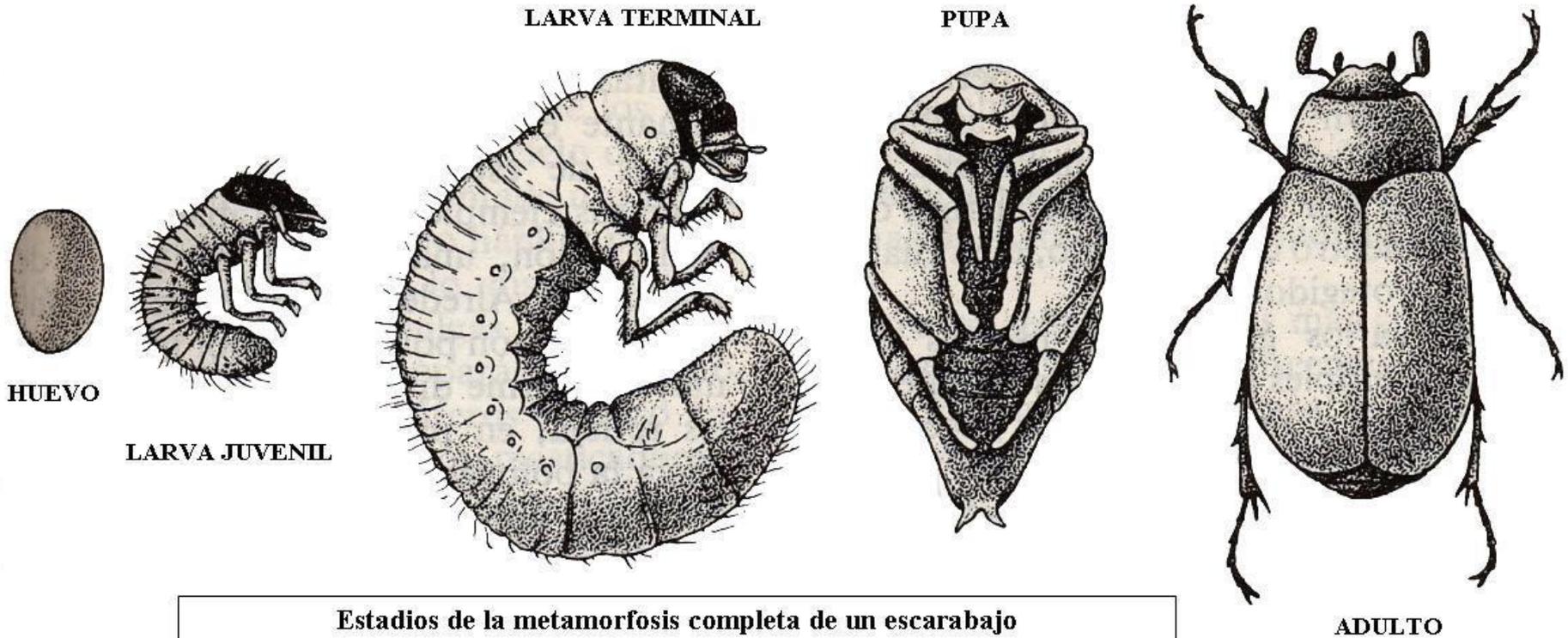


INSECTOS DE DESARROLLO INDIRECTO

Sufren una metamorfosis

Pasan por estadios inmaduros que en ocasiones pueden ser muy diferentes al adulto

Además del huevo, los estadios posibles son tres: larva, pupa y adulto



Estadios de la metamorfosis completa de un escarabajo

Modificado de Robert D. Barnes. *Zoología de los Invertebrados. Interamericana. McGraw-Hill. 1989.*
(Según Ross, H. H., 1965: *A Textbook of Entomology*, 3a. ed. John Wiley and Sons, N. Y.)



larva ápoda



larva oligopódica



larva polipódica



larva eucéfala



larva acéfala



pupa obtecta



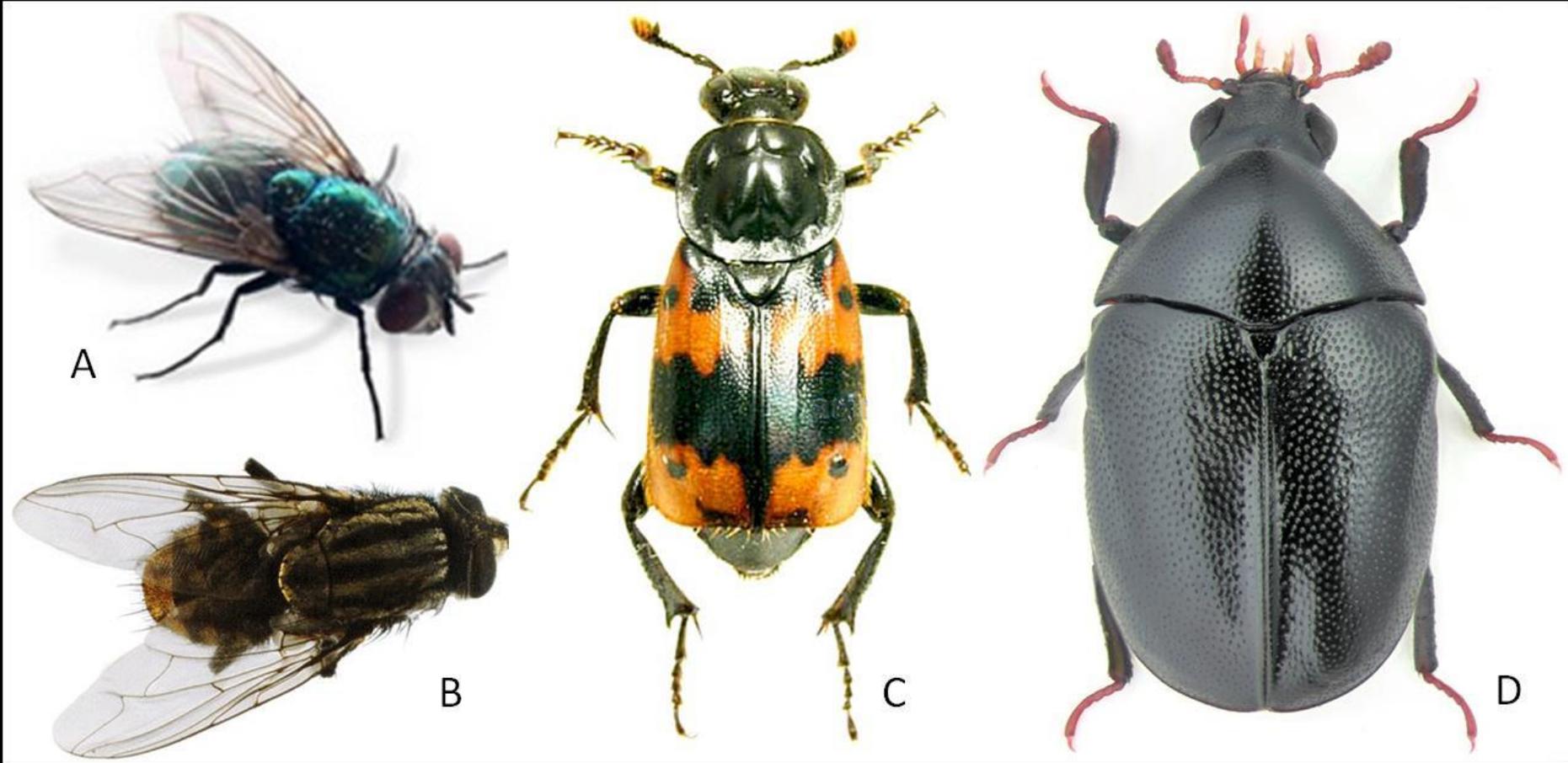
pupa exarata



pupa coarctata

ALIMENTACIÓN DE LOS INSECTOS

Especies necrófagas: Son los insectos que se alimentan del cuerpo. Incluyen dípteros y coleópteros como los pertenecientes a las familias Silphidae y Dermestidae



Estos insectos son de mucha relevancia para datar el intervalo postmortem mínimo

Especies necrófilos: (depredadoras y parásitos): son un grupo de insectos que no tienen una relación directa con el cuerpo, sin embargo depredadores de las larvas y pupas de las especies necrófagas



The life cycle of a blowfly

It never takes these insects long to make their way to a decomposing body, and the first thing they do when they get there is lay eggs. This timeline is based on a constant temperature of 70 degrees.

ACTUAL
SIZE



DAY 1

Adult fly lays eggs on body.

TWO WEEKS

Emergence of adult fly.



Their measured life cycle allows **forensic entomologists** — bug specialists — to roughly calculate when a victim died based on the developmental stage of the blowflies when the body is discovered.

DAY 2

Eggs hatch and larvae emerge.

DAYS 8-9

Prepupation. Larva forms a hard, cocoonlike shell and begins developing adult features.

DAYS 3-7

SOURCE: Michigan State University
Dept. of Entomology

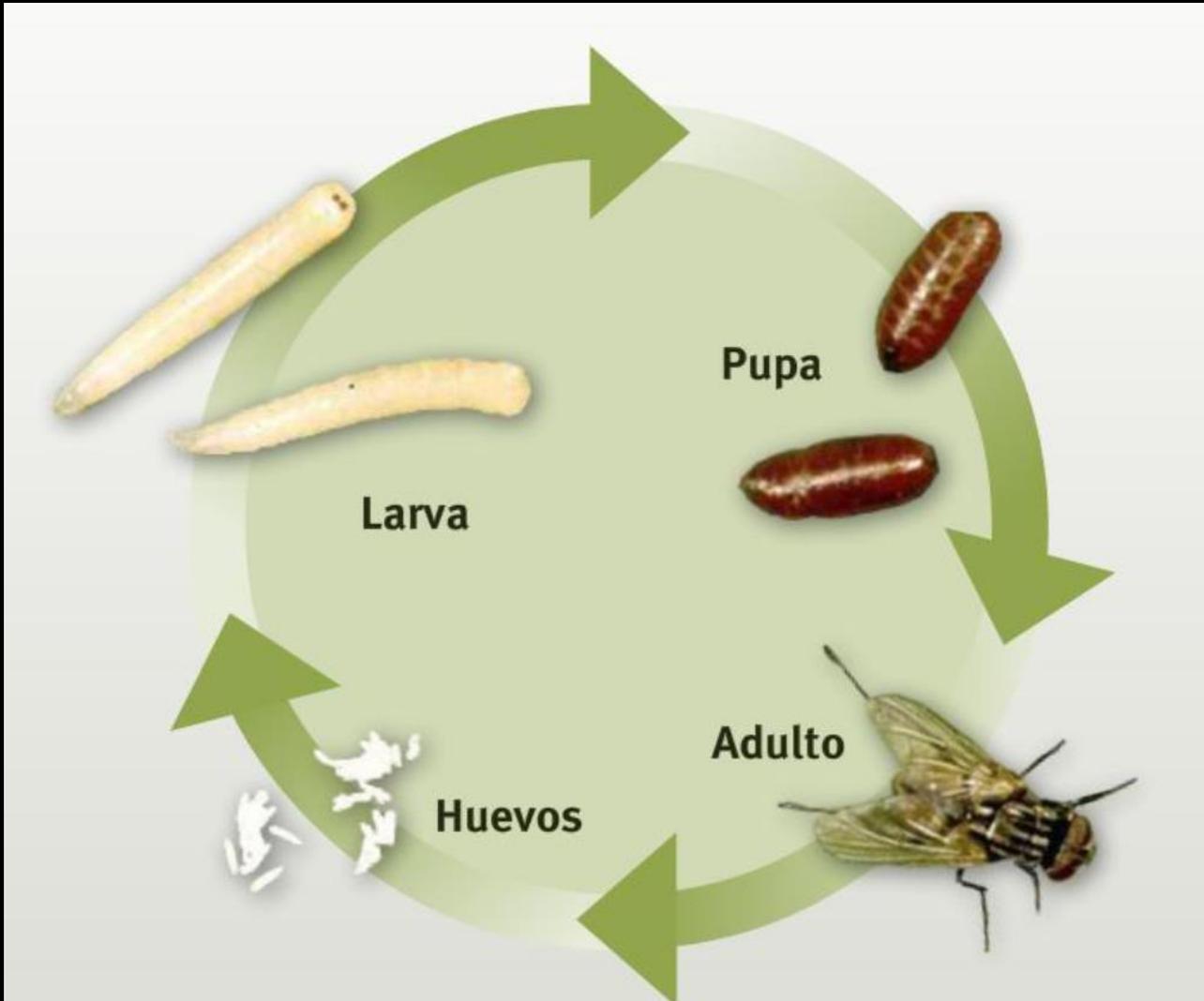
THE PLAIN DEALER

Determinación del intervalo post-mortem en base a:

- Análisis de la edad y tasa de crecimiento larval.

Intervalo post-mortem

De los insectos hallados sobre un cadáver, tienen más importancia los que se desarrollan sobre dicho cadáver.



Metamorfosis completa.

intervalo post-mortem

Utilizando la edad y tasa de desarrollo de las larvas

El tamaño de las larvas de las primeras especies colonizadoras de los cadáveres, son útiles para estimar el intervalo postmortem mínimo, es decir el tiempo aproximado de muerte.

Una larva de mayor tamaño indica más días de vida del insecto, por lo tanto mayor tiempo de muerte de la persona.

Para la determinación del intervalo postmortem mínimo, existen curvas de crecimiento y desarrollo de diferentes especies de moscas asociadas a cadáveres.



intervalo post-mortem

Cálculo PMI

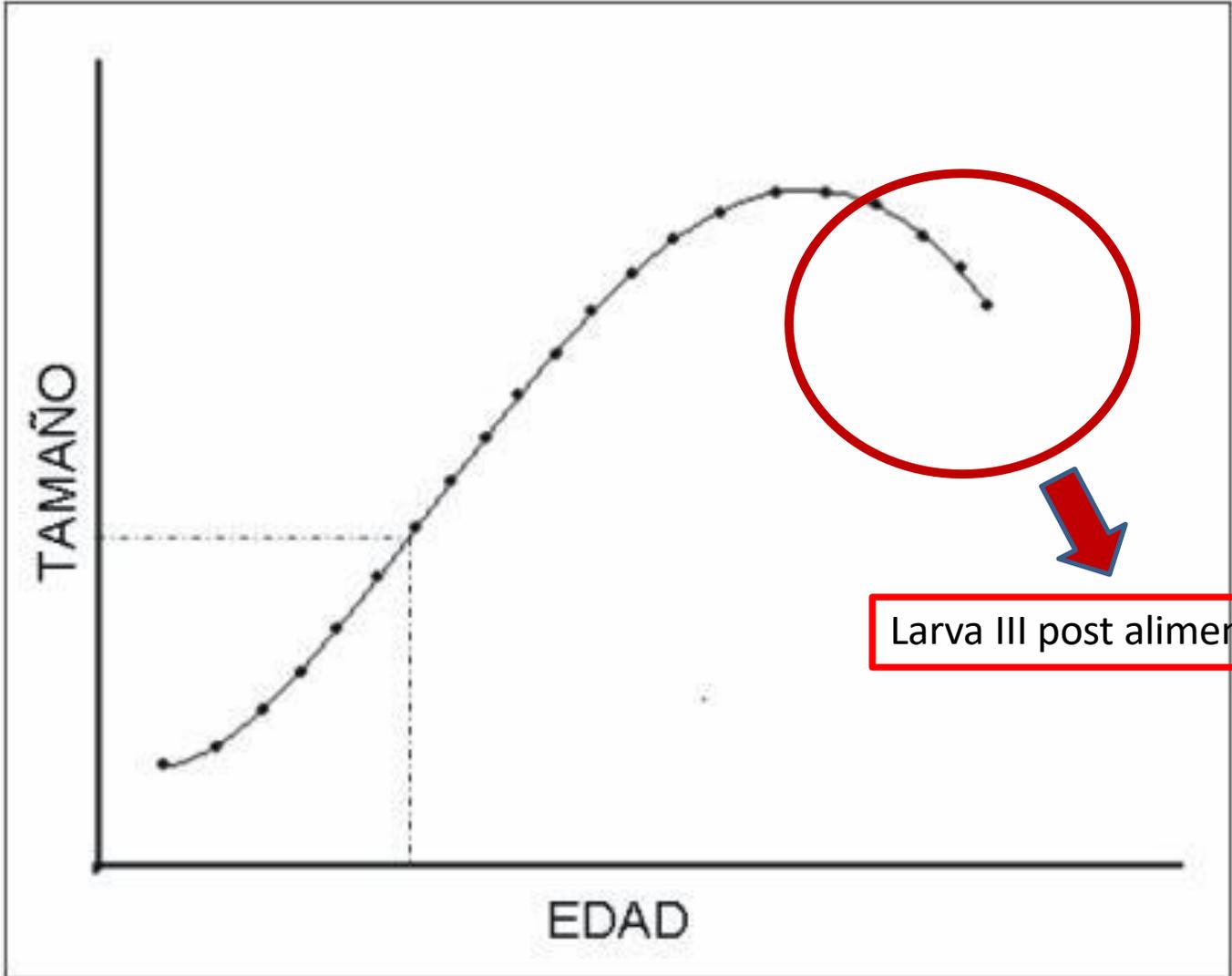
Ciclo vital moscas



**Grado de desarrollo
De la fauna = PMI**

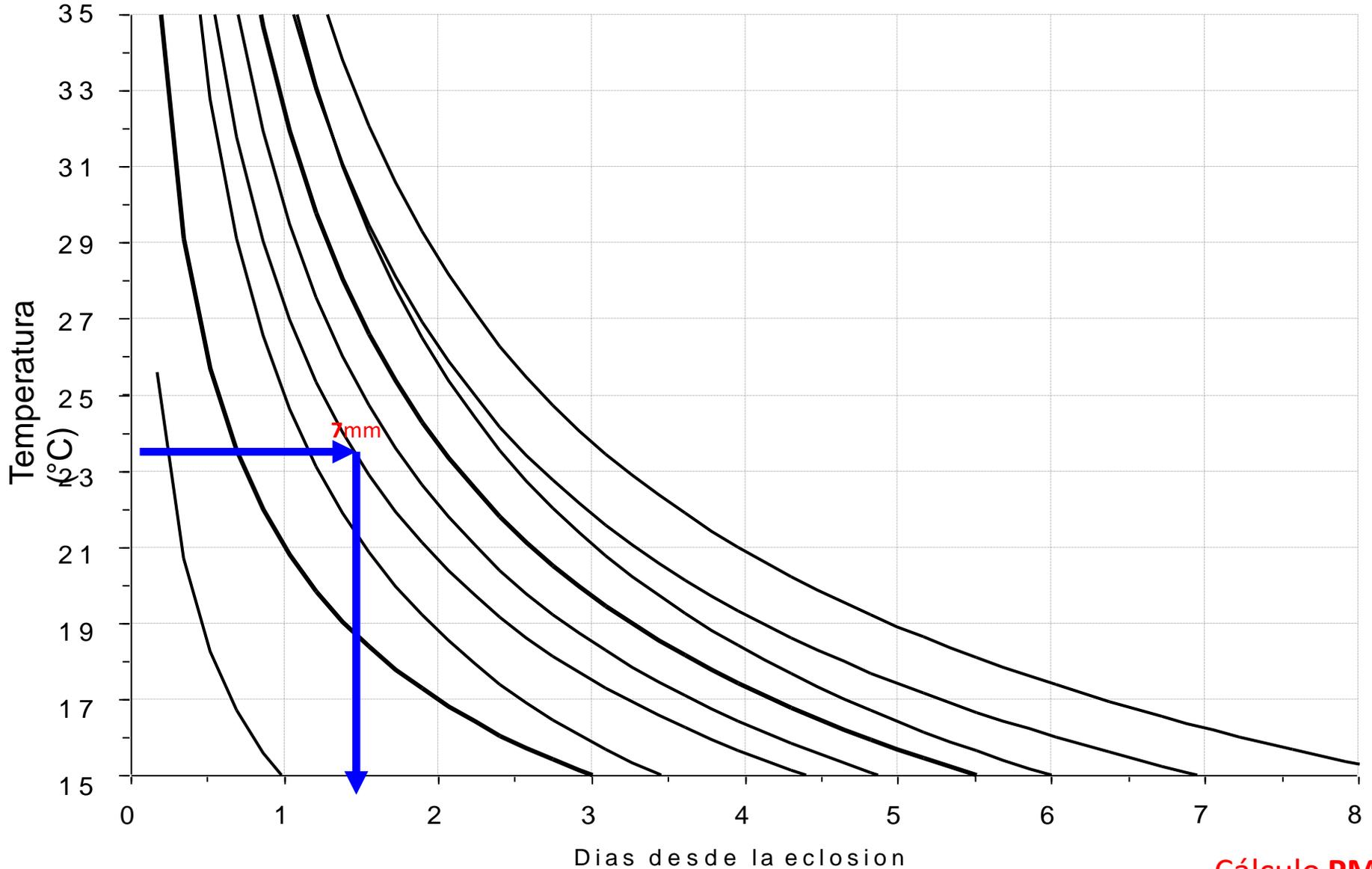
Tiempo para culminar ciclo

El tamaño de las larvas encontradas en el cuerpo se compara con los tamaños reportados en las curvas de crecimiento para esa especie, obteniéndose el tiempo mínimo de muerte.

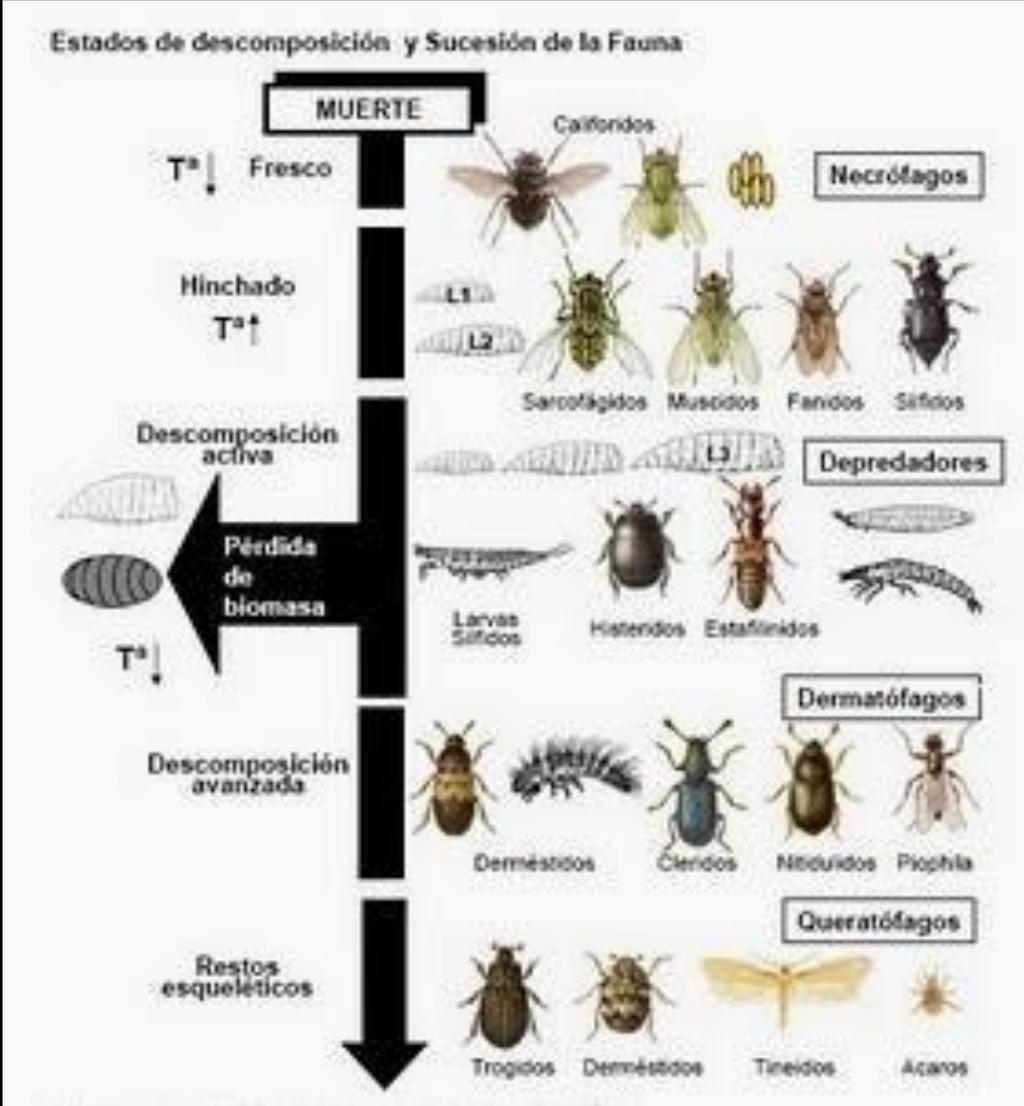


Isomegalendiagramas

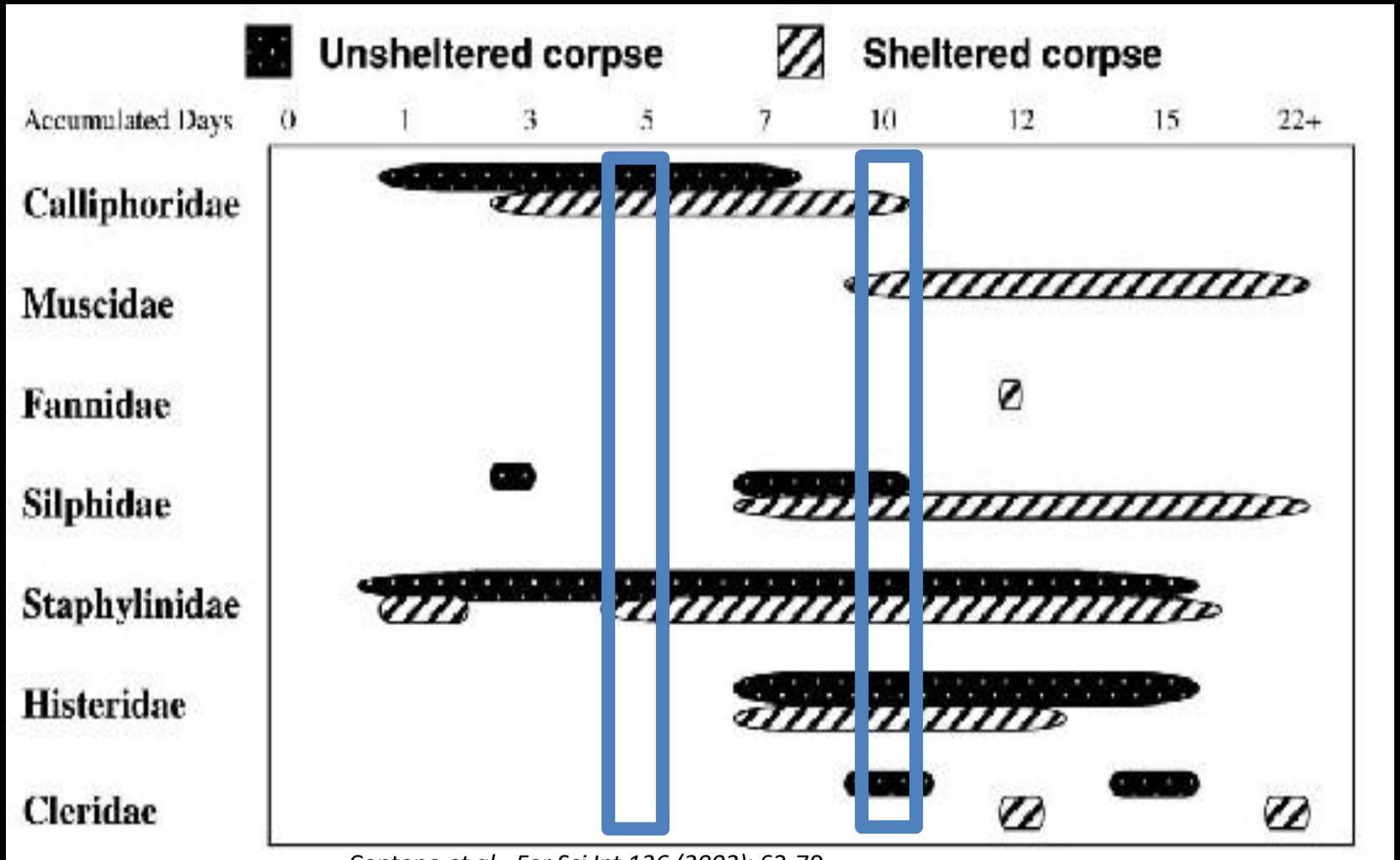
P. sericata: Grassberger & Reiter 2001. *For Sci Int* 120: 32-36.



• La sucesión de los artrópodos durante el proceso de descomposición



Patrón de sucesión de insectos



Centeno et al., *Fore Sci Int* 136 (2002): 63-70

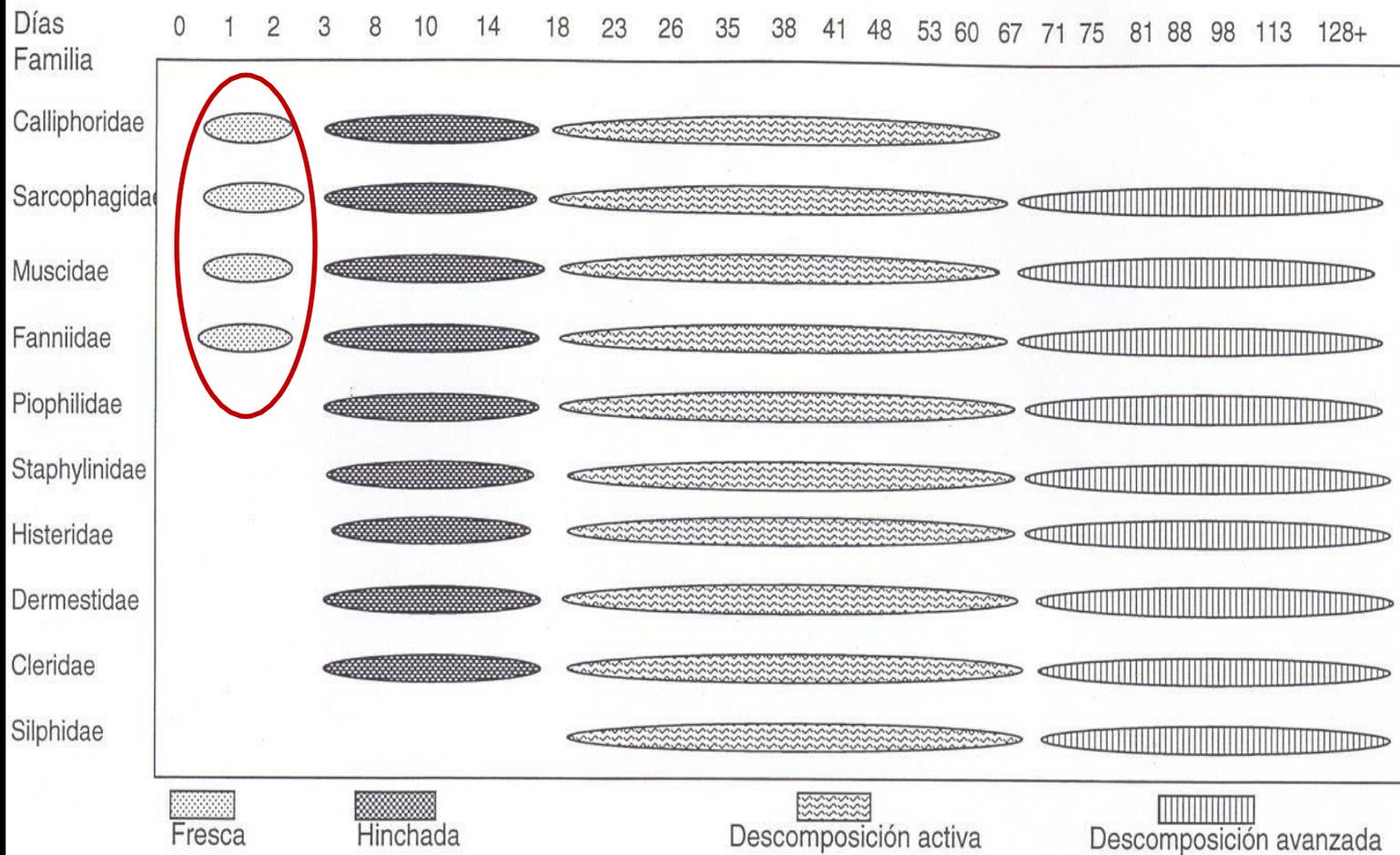


Tabla IX: Sucesión de familias de interés forense en las distintas etapa de descomposición.

Cultivos permanentes

- **Basa su estimación en la comparación con insectos de edad conocida obtenidos de cultivos permanentes realizados a temperatura ambiente**
- **Es sencillo y rápido, no utiliza temperaturas medias**
- **Deben cultivarse todas las especies habituales en casos forenses**
- **Su utilización queda restringida a los hechos ocurridos en regiones cuyos patrones de temperatura sean semejantes a los del área de cultivo**

Otros aportes: contexto de la sucesión cadavérica

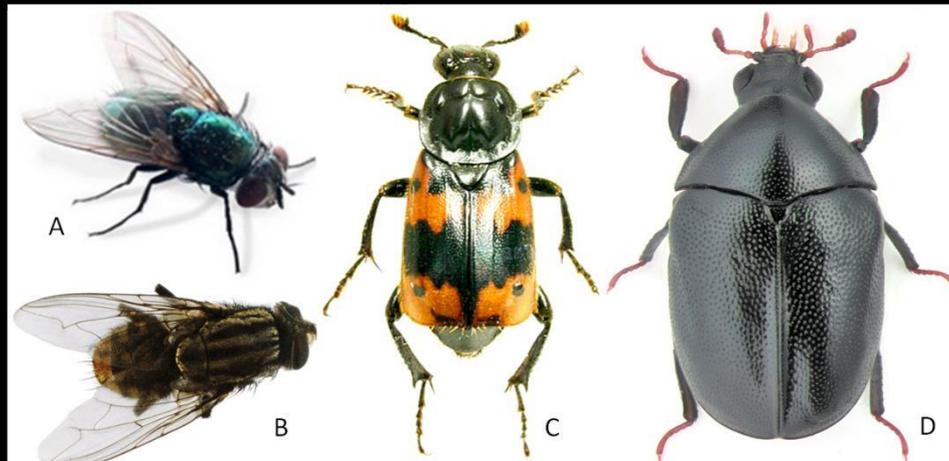
- Para poder establecer si la fauna cadavérica hallada se corresponde al lugar del hecho y a las condiciones del cuerpo, debe contarse con información acerca de cuales son la especies se presentan en el área y en las condiciones mencionadas
- Debe tenerse en cuenta la sinantropía y diversidad de las Calliphoridae y otras moscas involucradas, así como de los coleópteros hallados

Planteamiento del problema

- Gran variación de la sucesiones debido a los distintos factores bióticos y abióticos



- Vacío en el conocimiento de las especies locales que participan en las distintas etapas de la sucesión de descomposición cadavérica, en Uruguay



Ante un crimen o muerte dudosa

¿Qué se preguntan los investigadores?

- *¿Quién?*
- *¿Cómo?*
- *¿Cuándo?*
- *¿Dónde?*

¿Qué puede realizar la EF para responder estos interrogantes?



Quién

- No puede suministrar información directa,
- El *quién* puede eventualmente ser contestado por la suma de indicios entre los que se cuentan los entomológicos y que pueden apuntar al autor del hecho



ADN humano ???





Se diseñaron experiencias de laboratorio para averiguar si sería posible encontrar en larvas que se alimentaran de la víctima de una agresión sexual, el ADN del agresor.

El estudio Enero-Marzo, 2014 se realizó preparando muestras de 100 gramos de hígado a las que se añadió semen y huevos de *Phaenicia sericata* que se dejaron evolucionar.

Después se tomaron muestras de larvas a diferentes tiempos. Los resultados indican que se obtiene **positivo en antígeno prostático** y se consigue la amplificación de SRTs del cromosoma Y

Cuándo

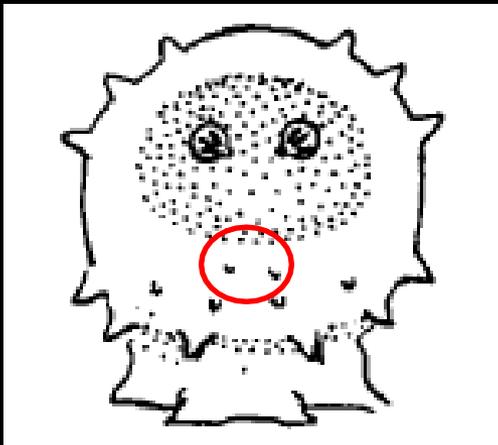
- Estimando el intervalo Postmortem (PMI) o data de muerte a partir de la edad del organismo más antiguo hallado en el cuerpo o en el lugar del hallazgo

Familia: Calliphoridae
SubFamilia: Calliphorinae
Calliphora vicina

Espiráculos posteriores pequeños a moderados, extremo posterior cóncavo, papilas accesorias bajo las placas espiraculares. (Subfamilia Calliphorinae)



Peritrema saliente en forma de dos picos.



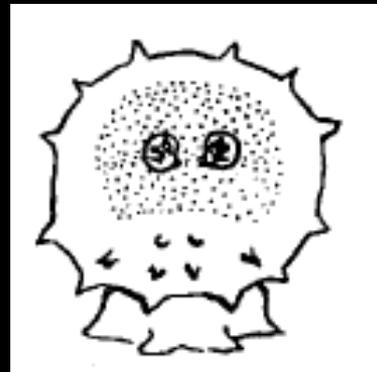
Familia: Calliphoridae

Genero: *Phaenicia* (*Lucilia*)

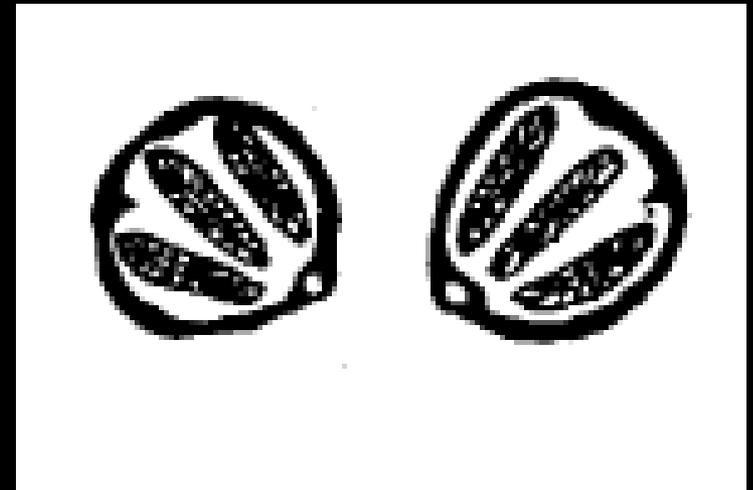
P. Sericata



Peritrema forma un pico hacia adentro entre la hendidura media y la inferior



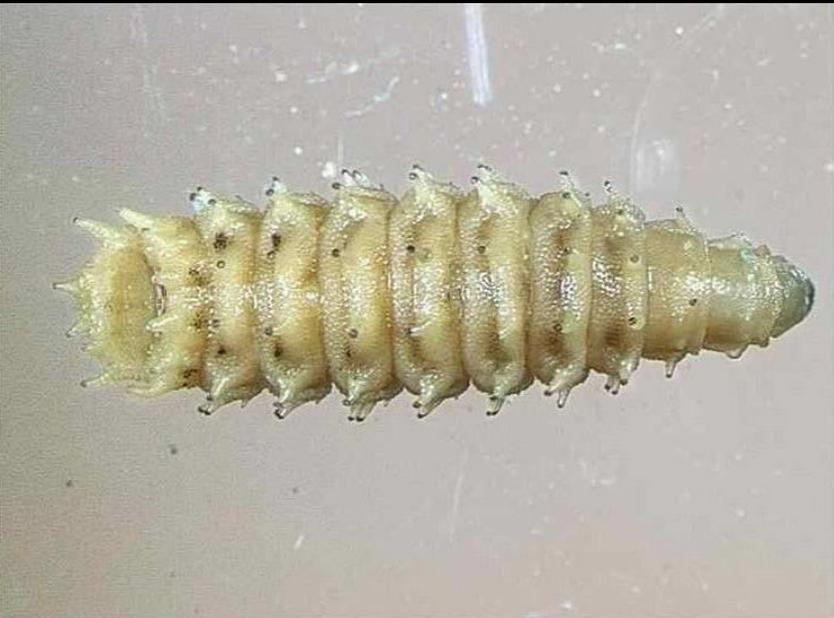
Papilas cónicas igual tamaño, las sup equidistante



Cómo

- Uso de venenos, tóxicos
- Evidencia de drogas ilegales, cómo la cocaína u otras
- Evidencia de heridas traumáticas

Familia: Calliphoridae
Chrysomya albiceps



Espiráculos posteriores grandes y juntos,
excavación posterior profunda (*Chrysomya*)

Grandes papilas cónicas, aspecto espinoso

1era oleada.

Dónde

- En algunos casos la fauna cadavérica puede diferir del sitio donde fue hallado el cuerpo y asociarlo con otro sitio
- Puede evidenciarse si el cadáver estuvo encerrado, enterrado, o sometido a circunstancias distintas a las del lugar del hecho

Piophilidae



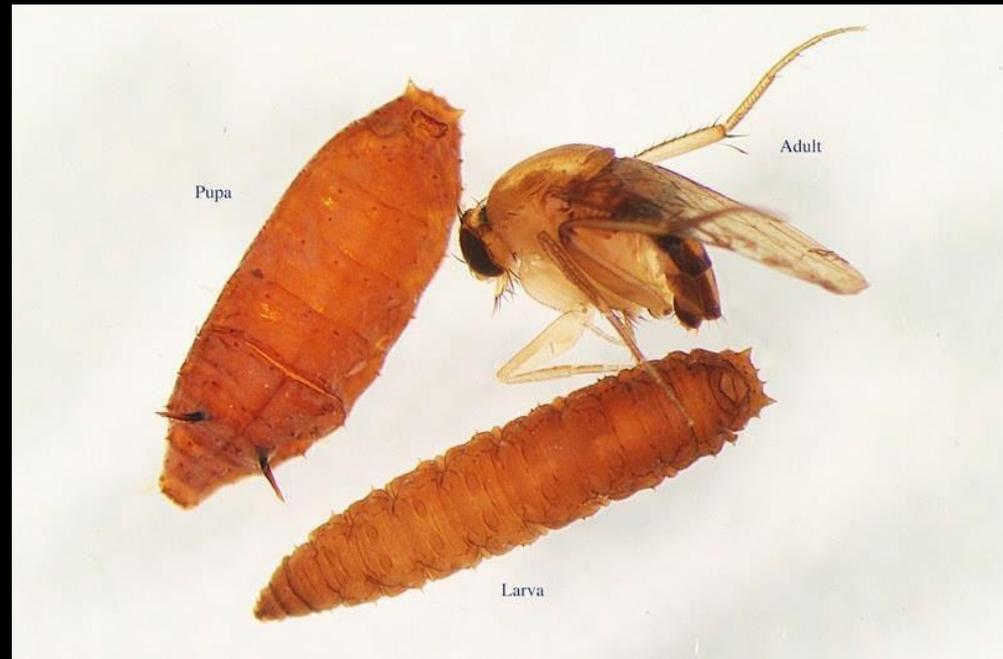
Larvas vivas capaces de saltar, espiráculo posteriores sobre tubérculos redondeados



Phoridae

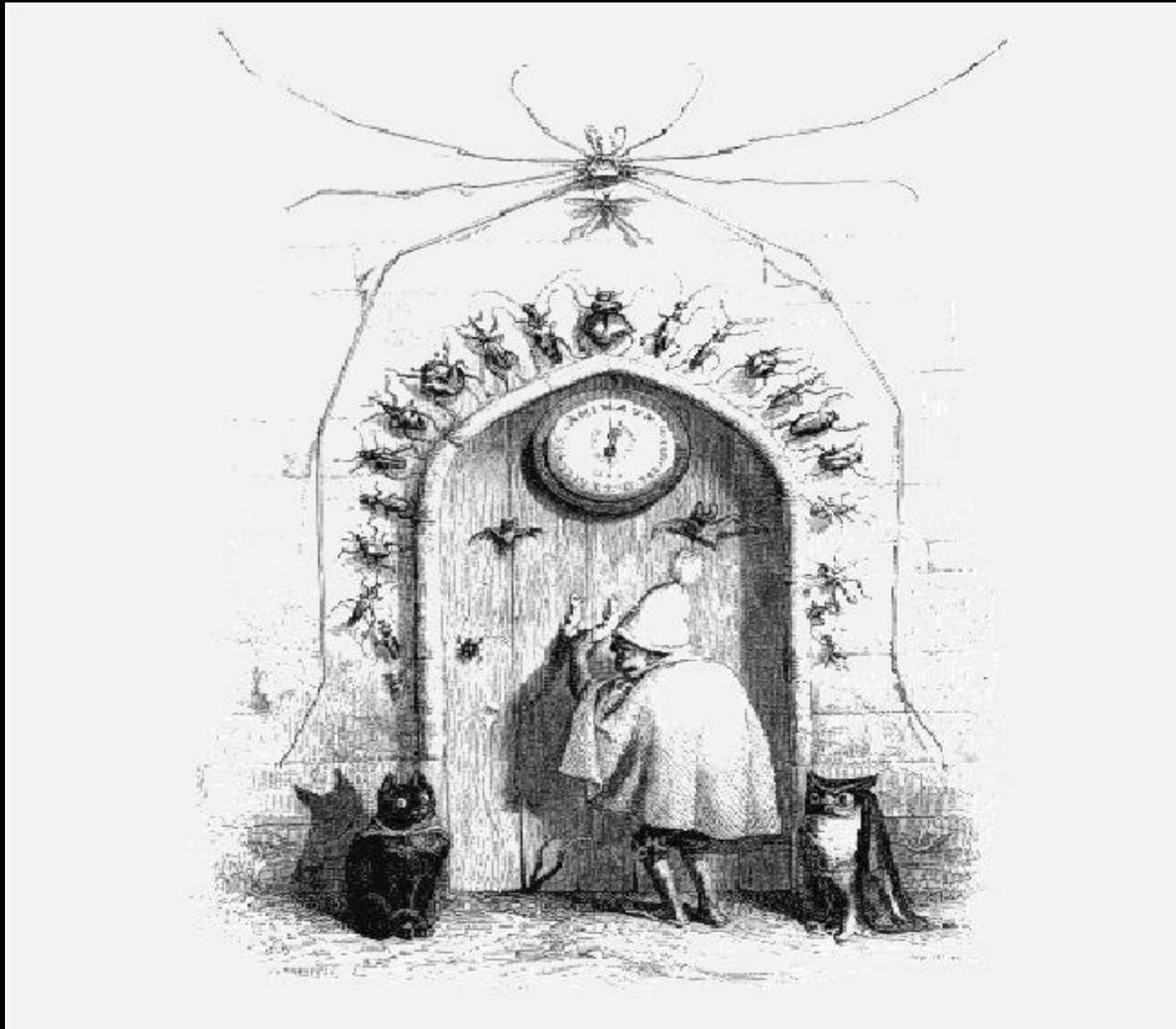


Larvas con papilas cónicas, espiráculos posteriores sobre papilas redondeadas poco elevadas.



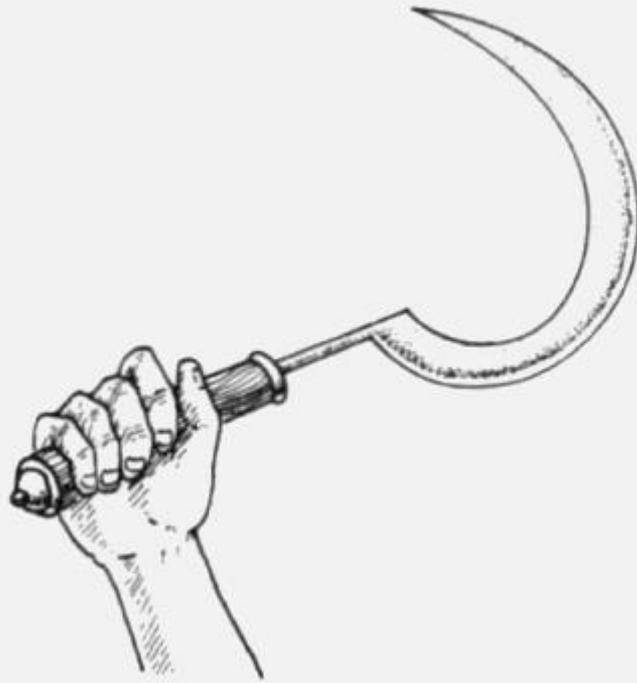
Cadáveres donde excluyen moscas primarias, inhumación, encierro.

UN POCO DE HISTORIA



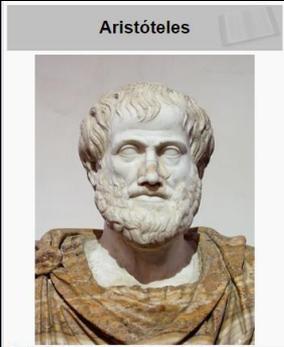
La primera cita de un trabajo escrito sobre Entomología Forense data de 1235 y es del investigador forense Chino Sung Tz'u, escrito en un manual de Medicina Legal chino llamado "Hesi Yuan Lu"(traducido por McKnight 1981)

El texto describe la investigación de un homicidio de un granjero degollado por un hoz:



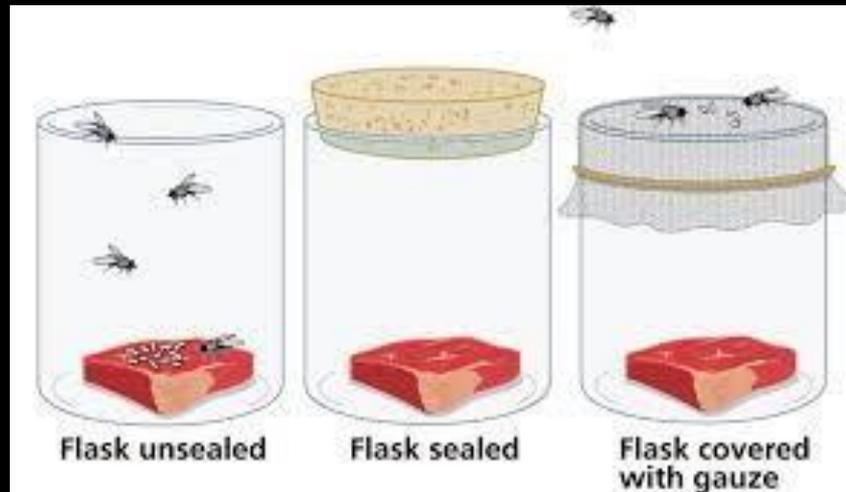
“Un buen día apareció un campesino muerto en un arrozal y, como suele ocurrir en estos casos, nadie sabía nada. Cuando el magistrado local comprobó el cuerpo pudo determinar que el arma homicida había sido una hoz como las que utilizaban para recolectar el arroz. Reunió a todos los campesinos del pueblo, los puso en fila y les ordenó que todos pusiesen en el suelo y junto a ellos su hoz. Al cabo de un rato, señaló a uno de los campesinos como culpable del crimen... sobre su hoz estaban revoloteando las moscas. Aunque las hoces estaban todas limpias, las moscas se sintieron atraídas por los restos de sangre.”

Teoría de la generación espontánea



La teoría de la generación espontánea fue una teoría que sostenía que ciertas formas de vida (animal y vegetal) surgen de manera espontánea a partir de materia orgánica, inorgánica o de una combinación de las mismas

Los insectos jamás podrían nacer de la putrefacción



(1626-1697)

Francesco Redi

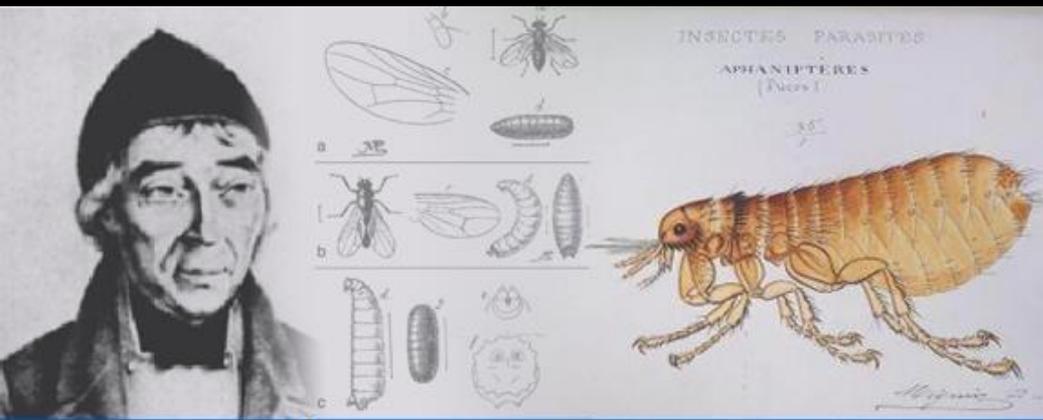


A mediados del siglo XIX en Europa comenzó el uso en la Ciencia Forense

En el año 1850 Bergeret hizo la primera determinación del tiempo de muerte en un cadáver, basándose en el desarrollo de las larvas y pupas que se encontraban en el mismo. Este fue uno de los primeros casos en que la evidencia entomológica fue admitida en un tribunal de justicia



1887 Megnin



Caracterizó la sucesión de artrópodos que aparecen en cada estado de descomposición publicando “La Faune des Tombeaux” (La fauna de las Tumbas)

El entomólogo norteamericano Jerry A. Payne en 1965

- Establece una metodología usando cerdos muertos como modelo de cadáver
- Describió seis etapas de la descomposición.

3 hr



72 hr



En Argentina Capital Federal, la Dra. Adriana Oliva, especialista en coleópteros colabora en caso con la justicia. Fue ella quien 1993 realizó las primeras pericias de entomología forense (Caso Carrasco 1994)



Así, pudo determinarse que el cuerpo de Carrasco llevaba aproximadamente unos 25 días sin vida y que, si bien fue encontrado en el campo al aire libre, en realidad el cadáver estuvo oculto durante un tiempo y luego fue plantado en el lugar donde finalmente fue encontrado.





Las larvas se encontraron al final de su desarrollo, sabiendo que provenían de un lugar como Zapala en esa época del año, indicaba que el tiempo del deceso no podía ser inferior a 12 o 15 días.



Otros insectos que aparecieron en el cuerpo del soldado fueron escarabajos del género Dermestes, que pueden llegar a un cadáver a los 20 o 25 días

Asimismo, la entomóloga no encontró larvas de mosca más jóvenes ni de otras especies.

Finalmente, se encontró otro insecto en las muestras, conocido como “avispa de chaqueta amarilla”.

Pero como la avispa no se introduce en lugares oscuros,



“la mosca verde está activa bajo la luz, prefiere temperaturas calurosas y, para tener una muestra abundante de moscas verdes y no tener otras especies, yo tenía que pensar que el cadáver había quedado expuesto a la luz por lo menos medio día, pero que después lo habían mantenido en un lugar oscuro porque no habían ido otras moscas al cuerpo”



En Provincia de Bs AS, el Dr Néstor centeno colabora activamente en casos



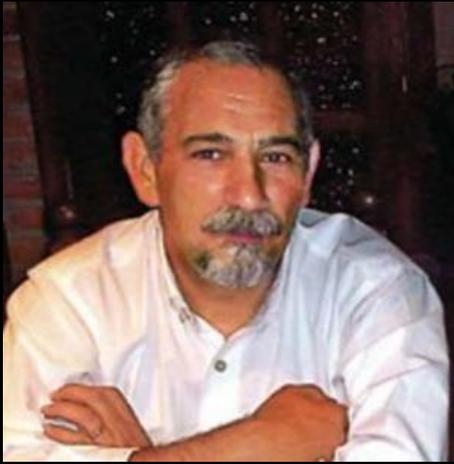
2009 Los Pomar



2017 "Maldonado"



2003 "Marela" Martínez



2007 Cristian Vázquez



2014 Melina Romero

Experimentos



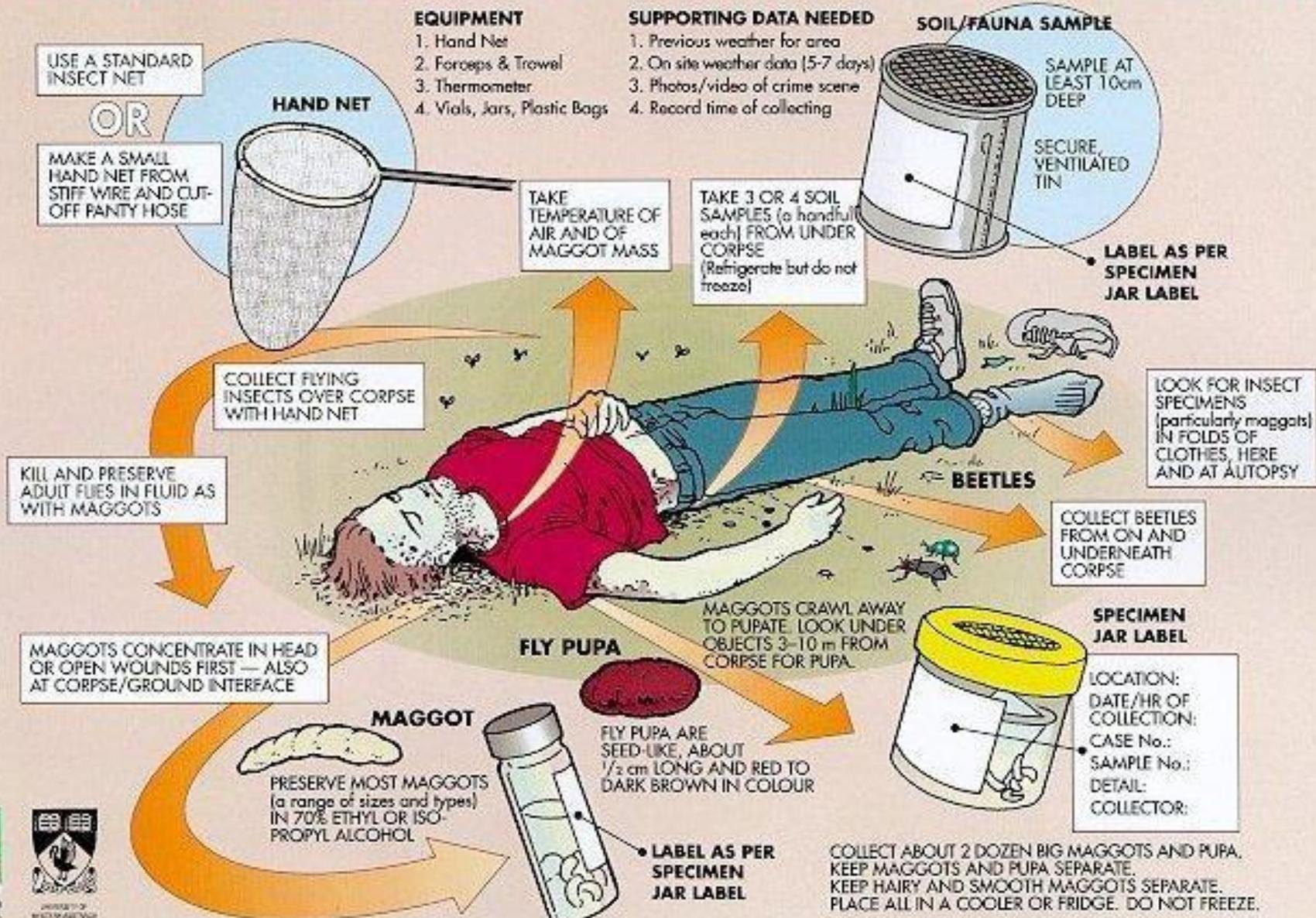




Toma de muestras entomológicas

- Capturar todos los estadios de la fauna presente en el cuerpo, con preferencia los estadios más antiguos
- Revisar bien el cuerpo, puede haber huevos en aberturas naturales
- Capturar también la fauna presente en el lugar del hecho: piso, hendiduras, grietas, etc.
- Si es un ámbito rural o baldío puede tomarse una muestra de suelo de 20 cm

COLLECTING INSECTS FOR FORENSIC INVESTIGATIONS



- Una parte de las larvas de moscas deben ser muertas con agua caliente a 80°/90°C y luego pasarse a un frasco con alcohol 70° y rotularse con una etiqueta de papel vegetal escrita con lápiz
- La otra parte debe preservarse viva en un vasito plástico con un voile y un poco de carne, a temperatura controlada o expuesta a la menor variación posible
- Debe llamarse al entomólogo forense rápidamente

Cultivos de larvas

- Una parte de las larvas, deben ser muertas con agua caliente a 80º/90º C y luego colocarse en un frasco con alcohol 70º rotulándose con lápiz una etiqueta de papel vegetal
- La otra parte, debe preservarse viva en un vasito plástico con un voile y un poco de carne, todo envuelto en papel de aluminio, dejándo un pliegue para que respiren



- Es conveniente tener un termómetro min máx. en el lugar donde se guarden larvas vivas
- Indicar en el rótulo en qué parte del cuerpo fueron colectadas
- Los escarabajos y moscas adultas o cualquier otro artrópodo se colocan en un frasco con alcohol 70º y rotulados de la misma forma

Información del lugar del hecho

- **Condición del cuerpo: expuesto/encerrado en habitación/cubierto*/enterrado**/sumergido* /Otros ****
- **Lugar del hallazgo: rural/ urbano/baldío/ bosque/Otro***
- **Condiciones climáticas: si hay datos de temperatura, exposición a vientos, precipitaciones**

Informe del perito entomólogo

- Identificación al mayor nivel posible de la fauna hallada
- Análisis ecológico de la sucesión cadavérica de acuerdo a las condiciones supuestas del cuerpo
- Estimación de edad de la fauna más antigua
- Establecimiento de un IPM mínimo y máximo de acuerdo a metodologías standards

Estudios de casos, proyectos y tesis

NACIONAL > MONTEVIDEO

Moscas “cadavéricas” atormentan a vecinos del Buceo

La IMM investiga la aparición desde hace casi tres años de moscas del tipo Phoridae y Psychodidae, que nacen de los cuerpos en descomposición del tradicional cementerio

Tiempo de lectura: 1' 
11 de abril de 2011 a las 19:04



La Intendencia Municipal de Montevideo investiga la aparición desde hace casi tres años de moscas del tipo Phoridae y Psychodidae, que nacen de los cuerpos en descomposición del cementerio del Buceo y conforman una parte de lo que se denomina “fauna cadavérica”.

Según relata la crónica del diario El Observador, las moscas empezaron a ser una presencia constante dentro de los hogares del barrio. Las mismas son atraídas por los olores fuertes (como el vinagre o la acetona) y por el calor.

Este tipo de mosca es pequeña y de color amarillento. Este problema motivó que la comisión barrial se reuniera con ediles y legisladores, pero con poco éxito.

Un informe de 2008 de la Defensoría del Vecino dice que la construcción de los nuevos nichos con capacidad para 460 cuerpos no tuvo el permiso de construcción del Servicio de Contralor de Edificación. Cuando se denunció esta situación, cesaron las inhumaciones.

Además, el defensor del Vecino observó que la ampliación del cementerio se dispuso sin un estudio de impacto ambiental. “Por la disposición de los nuevos nichos se potencia la acumulación y dificulta el proceso de descomposición de los cuerpos (...) Es un gran habitáculo de varios pisos, sin reparticiones horizontales, lo que permite el goteo entre los féretros”, decía el informe.

La IM realizó fumigaciones en esa zona, pero no dieron resultado.

El pasado lunes la IMM firmó con la Facultad de Ciencias un acuerdo para investigar este fenómeno. Los vecinos quieren una solución concreta y rápida.

El Observador



POLICIAL

Cuatro detenidos por el caso del hombre descuartizado que apareció en el Río de la Plata

INVIERNO

Inumet alerta por una ola de frío a partir de este sábado

US\$ 10 MILLONES

Laguna Merín: proyectan que dragado tendrá un costo de entre US\$ 8 y US\$ 10 millones

ÚLTIMAS NOTICIAS

13:10 POLICIAL

Cuatro detenidos por el caso del

Investigador responsable:

- Dr. Enrique Morelli. Grado 3. Profesor adjunto de Entomología (Facultad de Ciencias).
- Patricia Gonzalez Grado 3. Profesor adjunto de Entomología (Facultad de Ciencias).

Investigadores participantes:

- Mag. Mónica Remedios. Especialidad: Entomología Forense, Sistemática de Díptera de interés Médico legal.
- Mag. Manuel Castro. Especialidad: Entomología Forense, Artrópodos acuáticos, Comunidades de insectos de agua dulce
- Dr. María Martínez. Especialidad: Dípteros



Diversidad de insectos de interés forense asociada al Cementerio del Buceo



Módulos del Cementerio Buceo



CASMU



Previsión Social



Asociación Española

Diptera

Familia Phoridae



Megaselia escalaris



Megaselia rufipes



Dohrniphora cornuta



Megaselia sp3

Diptera

Familia Muscidae



Ophyra aenescens

Familia Piophilidae



Piophila casei

Trampas



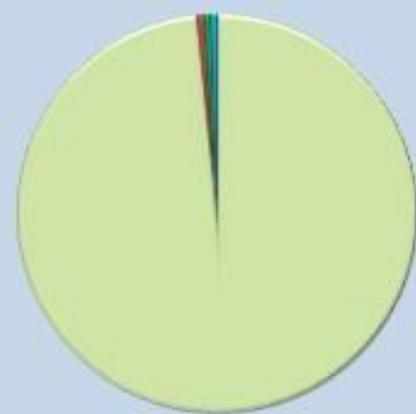
Ball-Trap (Interior)



Delta (Exterior)

Diversidad

Familias



- Diptera
- Coleópteros
- Hymenoptera
- Lepidoptera

Dipteros



- Phoridae
- Muscidae
- Piophilidae
- Calliphoridae



Inicio | Noticias | Locales

PARA NO VERTE MÁS

Intendencia deberá pagar a vecinos por moscas del cementerio

Vecinos que viven frente al cementerio del Buceo ganaron un juicio contra la IM por la presencia de moscas que salen de la necrópolis. Cada uno cobrará 3.000 dólares.

09.05.2016 08:42 Lectura: 3' ⌚



NOTICIAS

Recibís diariamente en tu email



Suscribirme

La Comisión Pro Fomento del barrio de viviendas municipales del Puerto de Buceo presentó una demanda en el 2011 contra la Intendencia por daños y perjuicios, en reclamo por la cantidad de moscas que salen de la necrópolis del cementerio del Buceo. Los vecinos afirmaban que no solo

OBJETIVO GENERAL

Analizar la sucesión de la entomofauna cadavérica en cuerpos de cerdo (*Sus crofa*) en dos ambientes (Bosque y Pradera) en la misma estación del año (Verano).

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- (1) Determinar las especies de insectos, imagos y larvas que intervienen en la sucesión
- (2) Definir las especies indicadoras de los distintos estados de descomposición

ORIENTADORES

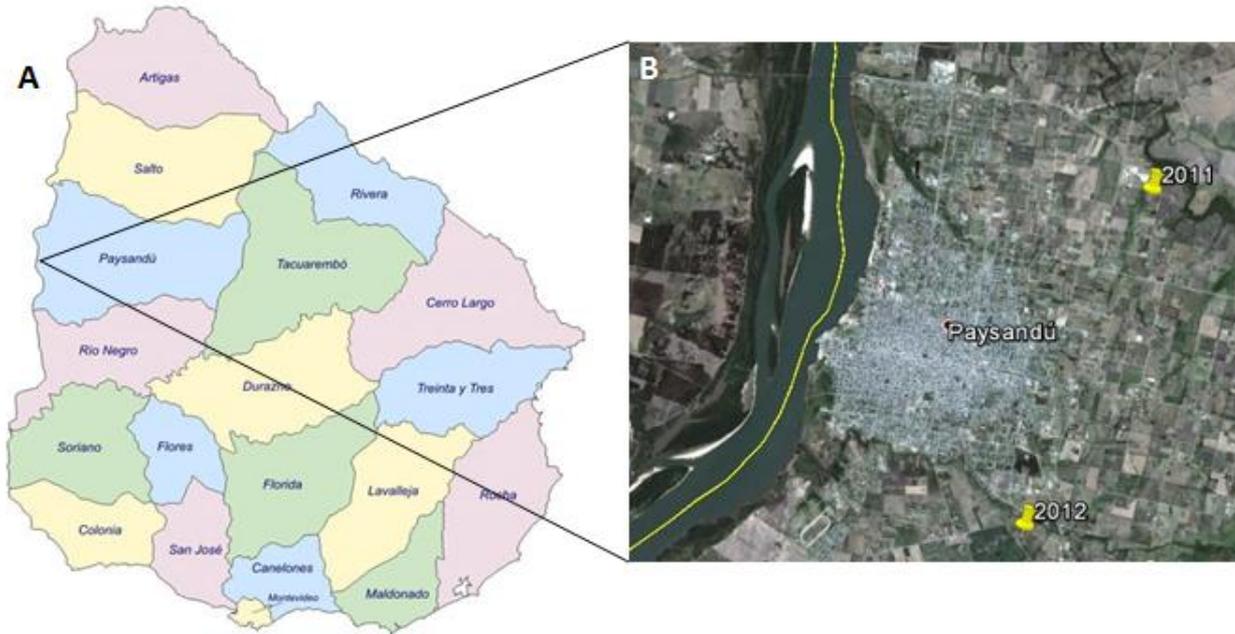


ESTUDIANTES DE MAESTRÍA



Área de estudio

MATERIALES Y MÉTODOS



Hordeum pusillum



Baccharis trimera



Eryngium horridum



Baccharis coridifolia

MATERIALES Y MÉTODOS

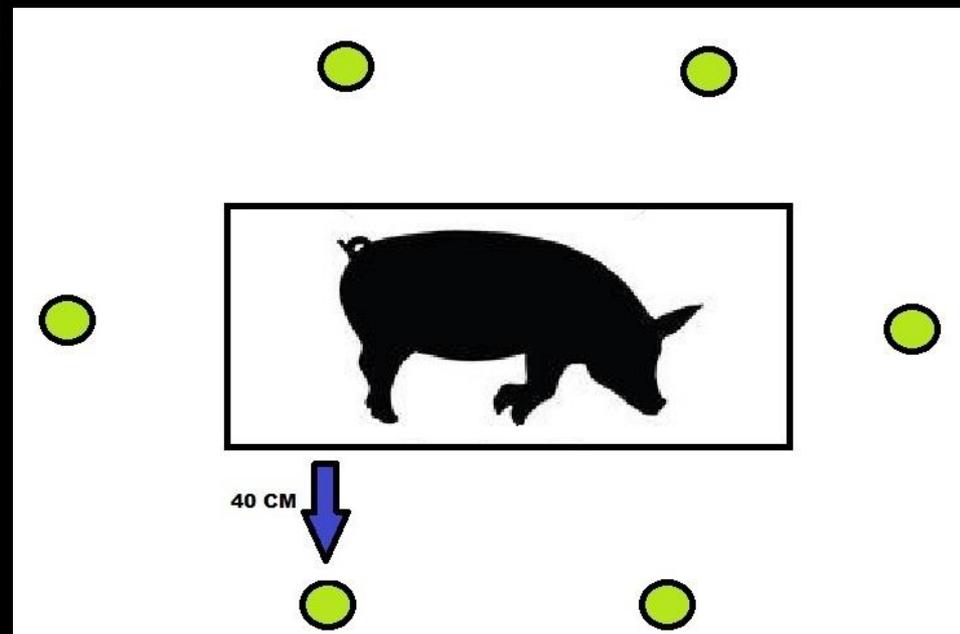




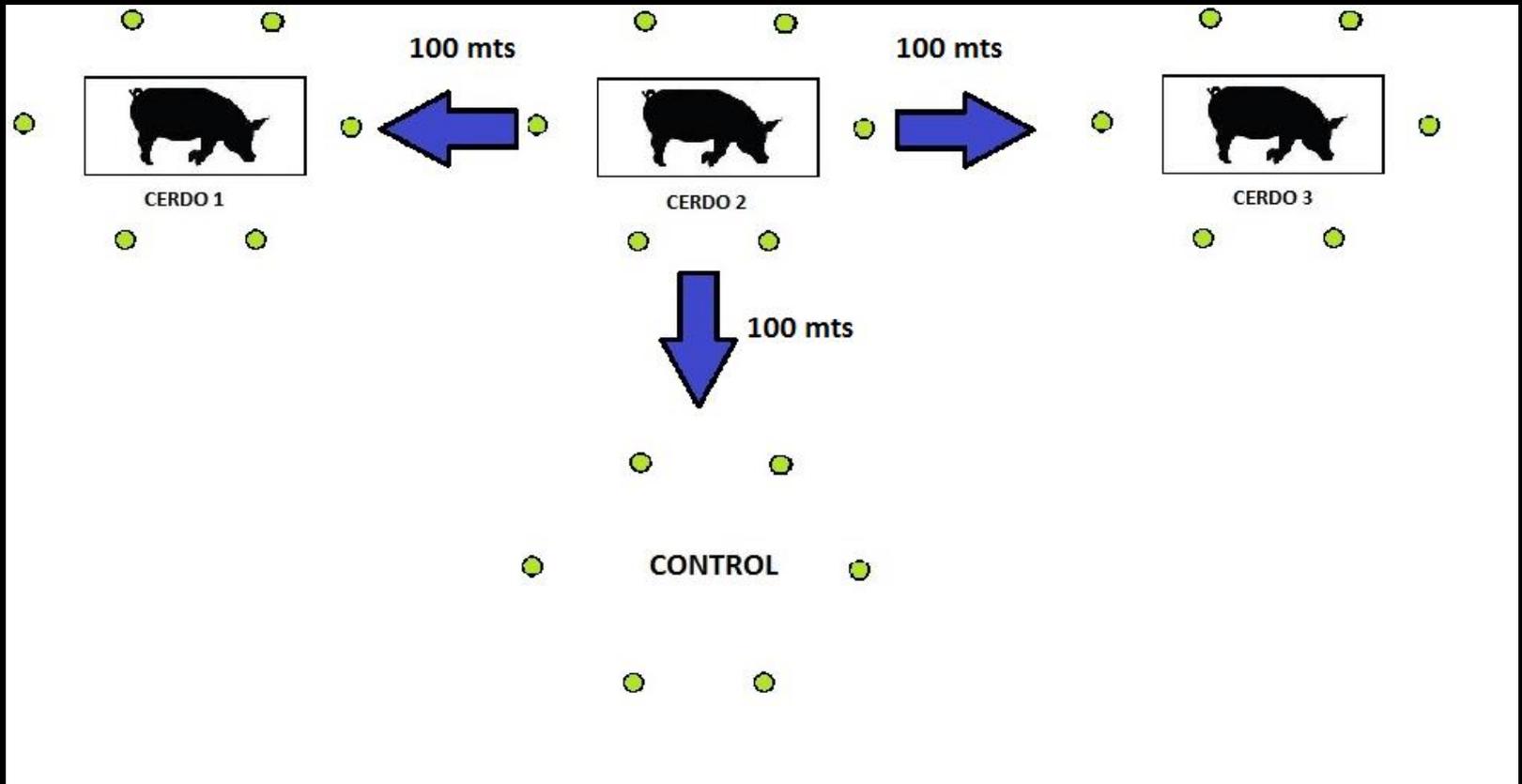
Trampa de caída



Disposición de las trampas caída en cada jaula



Disposición de los cerdos y la trampa control.



Las recolecciones se realizaron diariamente los primeros 7 días y luego se realizaron día por medio hasta el día 14.

Se determinó la fase de descomposición del cadáver, se registró la temperatura de los cuerpos (anal), de las masas larvales y la ambiental; también se registró la humedad relativa del lugar.

Sitios de estudio

BOSQUE

Área suburbana y semirural de la ciudad de Pando (Canelones)

Vegetación de la zona: árboles y arbustos nativos y gramíneas



PRADERA

Área rural (Paysandú)

Vegetación de la zona: gramíneas predominantes, algunas herbáceas



Materiales y Métodos

Estudio de la sucesión

Modelo biológico

- ❖ Dos cerdos blancos (*Sus scrofa* L.)

Ubicación

- ❖ 100 metros de distancia
- ❖ Mismas condiciones ambientales



Cerdo 1



Cerdo 2

Materiales y Métodos

Métodos de Colecta

- ❖ Red entomológica
- ❖ Colecta manual
- ❖ Trampas de caída



Materiales y Métodos

Fijación y acondicionamiento de insectos

- ❖ Los imagos recolectados vivos fueron sacrificados con acetato de etilo y conservados en seco
- ❖ Las larvas fueron **fijadas en agua caliente (80 °C)** y conservadas en alcohol 70 %
- ❖ Los huevos y parte de las larvas colectadas, fueron acondicionados a temperatura ambiente para continuar su desarrollo.
- ❖ Los ejemplares recolectados en trampas de caída se conservaron en alcohol 70%



Materiales y Métodos

Reconocimiento de estadios larvales



Larva I



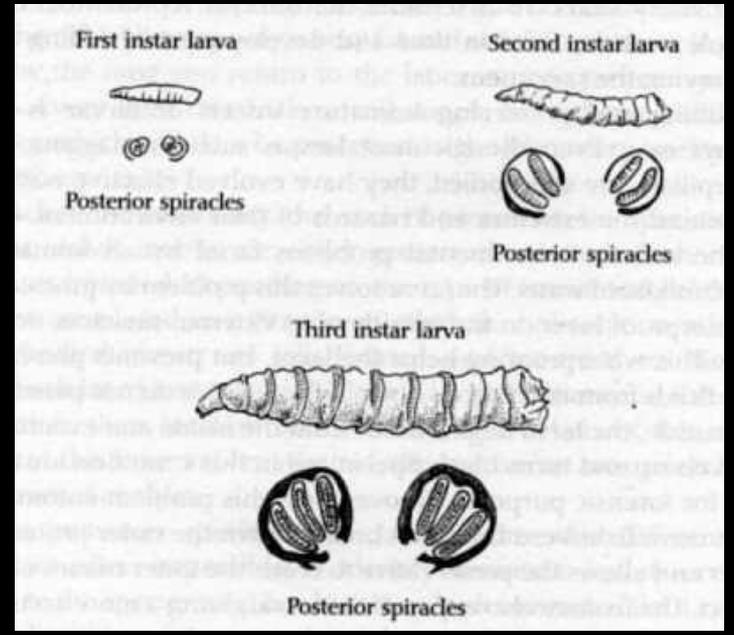
Larva II



Larva III



Larva III post alimentaria



RESULTADOS

Resultados

Se distinguieron 5 estados en el proceso de descomposición:



1) Fresco



2) Enfisematoso



3) Descomposición activa



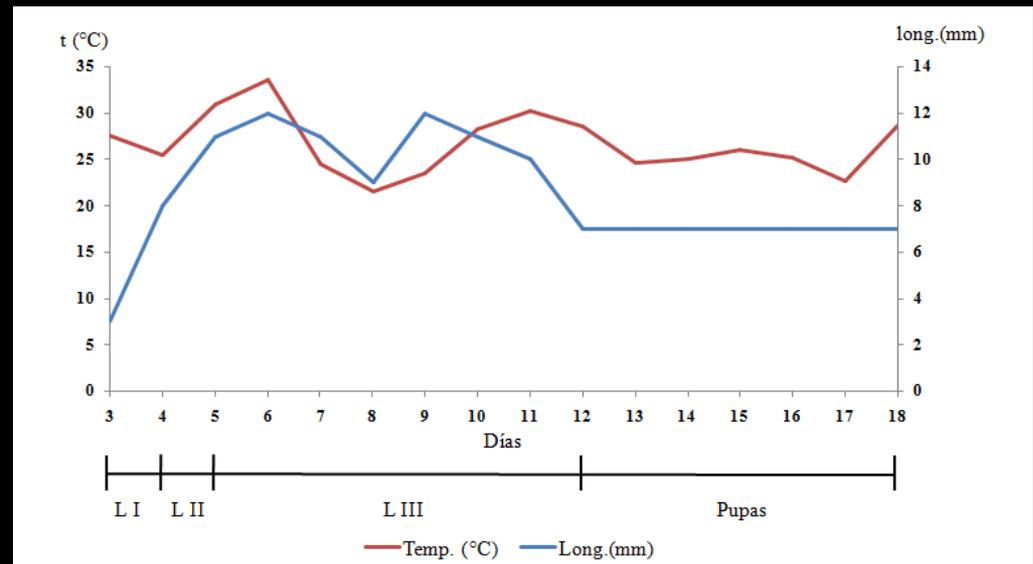
4) Descomposición avanzada



5) Restos secos

Resultados

Analizando la edad y tasa de crecimiento larval.



Variación diaria de la temperatura media ambiental y del tamaño de los estados inmaduros de *Chrysomya albiceps* en Pando

CONCLUSIONES

Las diferencias en los procesos de descomposición de los cuerpos entre el Norte y el Sur se debieron probablemente a las diferentes temperaturas ambientales promedio (36 °C y 28 °C, respectivamente).

En ambos ambientes la principal especie indicadora de los distintos estados fue el díptero califórico *C. albiceps* en sus diferentes estadios de desarrollo, siendo la oviposición más temprana y su ciclo más corto en el Norte.



Insectos acuáticos de importancia forense





UNIVERSIDAD
DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

Avances en los estudios de Limnología Forense en Uruguay

MsC. Manuel Castro

Sección Limnología, Facultad de Ciencias, UdelaR.
mcastro@fcien.edu.uy



SECCIÓN
LIMNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE ECOLOGÍA - INSTITUTO DE BIOLOGÍA



FACULTAD DE
CIENCIAS

UDELAR | fcien.edu.uy



UNIVERSIDAD DE LA REPÚBLICA
URUGUAY

1. Introducción a sistemas de agua dulce

Ambientes Dulceacuícolas

Los ambientes **lénticos** son cuerpos de agua cerrados que permanecen en un mismo lugar sin correr ni fluir.

Comprenden todas las aguas interiores que no presentan corriente continua.

Aguas estancadas sin ningún flujo de corriente, como los lagos, las lagunas, canteras



Laguna de Rocha Dep. (Rocha, Uruguay)



Cantera en Riachuelo – Carmelo, Dep. Colonia, Uruguay

1. Introducción a sistemas de agua dulce

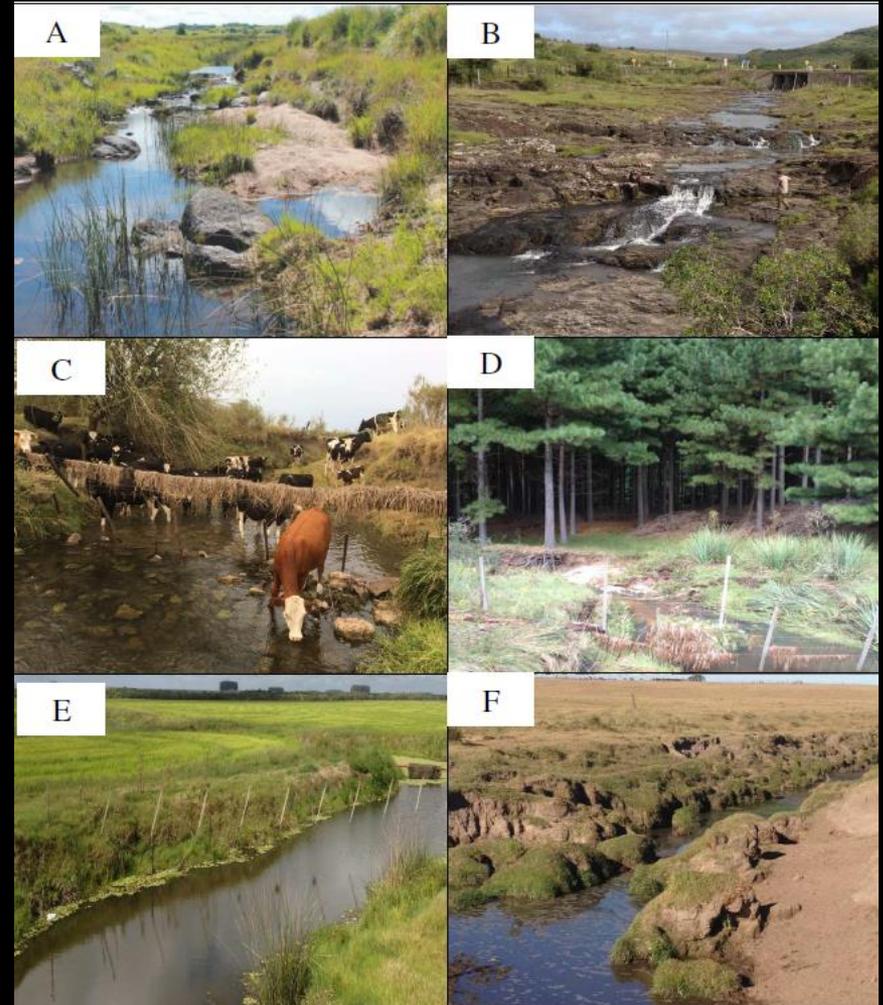
Ambientes Dulceacuícolas

Un **ecosistema lótico** es el ecosistema de un río, arroyo.

El ecosistema incluye, el medio ambiente con las interacciones bióticas (entre plantas, animales y microorganismos) así como las interacciones abióticas



Río Santa Lucía, Canelones - Uruguay

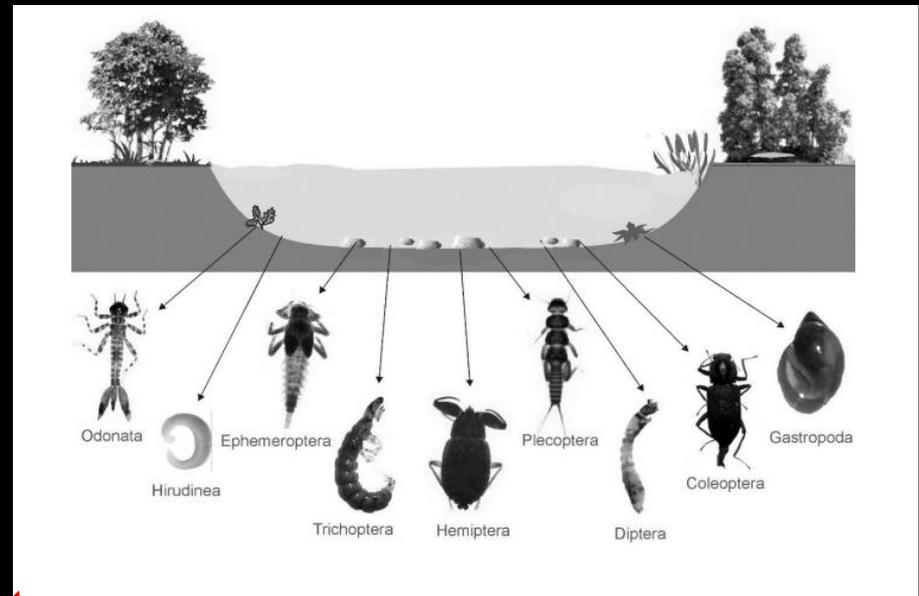


Arroyos de la cuenca del Río Negro, Uruguay

2. Macroinvertebrados

CONTENIDO

	<i>Prólogo a la 1ª edición</i>	7
	<i>Introducción a la 1ª edición</i>	9
	<i>Breve introducción histórica</i>	11
Capítulo 1	<i>Investigación en limnología</i> por Rafael Arocena	15
Capítulo 2	<i>Forma y tamaño</i> por Rafael Arocena	31
Capítulo 3	<i>Luz y calor</i> por Rafael Arocena	41
Capítulo 4	<i>Movimiento</i> por Rafael Arocena	51
Capítulo 5	<i>Sedimentos</i> por Rafael Arocena	59
Capítulo 6	<i>Macroconstituyentes</i> por Daniel Conde y Javier Gorga	73
Capítulo 7	<i>Nutrientes</i> por Luis Aubriot, Daniel Conde, Guillermo Chalar y Javier Gorga	95
Capítulo 8	<i>Comunidad microbiana</i> por Claudia Piccini y Daniel Conde	117
Capítulo 9	<i>Fitoplancton</i> por Sylvia Bonilla, Lizet de León y Amelia Fabre	129
Capítulo 10	<i>Algas y cianobacterias del períton</i> por Sylvia Bonilla y Daniel Conde	169
Capítulo 11	<i>Hidrófitas</i> por Néstor Mazzeo	185
Capítulo 12	<i>Zooplancton</i> por Daniel Fabián	219
Capítulo 13	<i>Zoobentos</i> por Rafael Arocena	239
Capítulo 14	<i>Peces</i> por Flavio Scasso y Federico Quintans	259
Capítulo 15	<i>Paleolimnología</i> por Dermot Antoniades y Gloria Daners	271
	<i>Referencias bibliográficas</i>	287
	<i>Los autores</i>	323



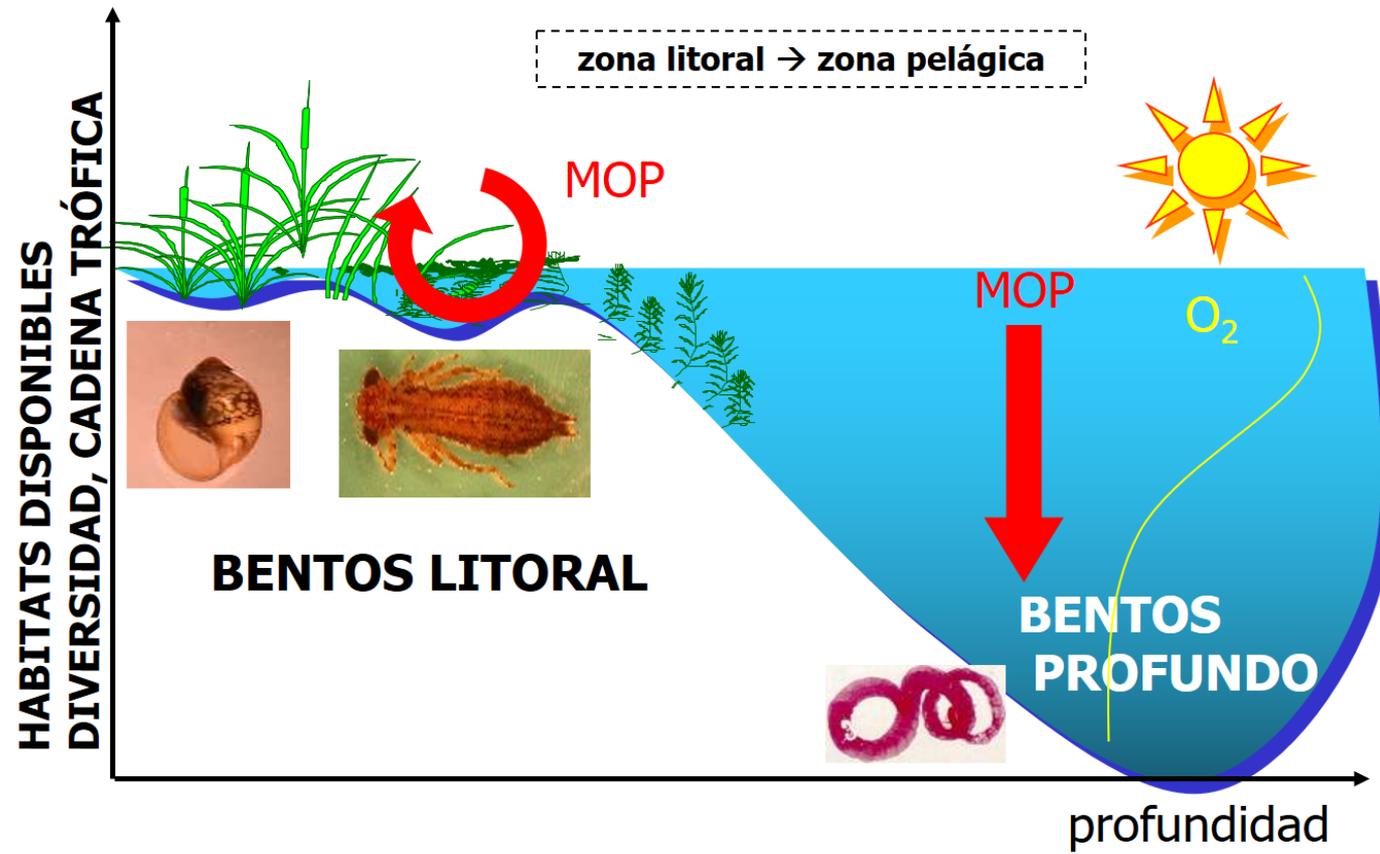
2. Macroinvertebrados

ECOLOGIA DEL MACROZOOBENTOS

	HABITAT	SUSTRATO	TOLERANCIA	ALIMENTO
ANNELIDA Oligochaeta	variado	arena y limo	amplia	MO fondo
Hirudinea	lento, somero	firme	relativa	predan invert parásitos vert raspan rocas detritus
MOLLUSCA Gastropoda	Somero	variado		
Bivalvia		grava, arena		
ARTHROPODA Crust.- Anfípoda		variado		
Decapoda	variado	variado	amplia	Fragmentan
Insecta				
Efem, Plec, Odo	someros	grava, arena	oxigenación	raspan predan fragmentan filtran
Coleop, Tricop		variado		
Diptera	variado	variado	amplia	biofilm

2. Macroinvertebrados

BENTOS LACUSTRE

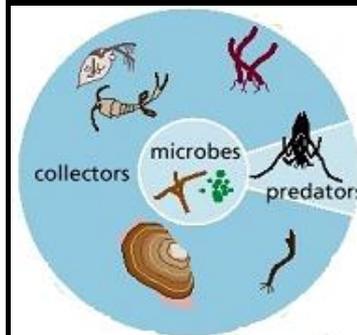
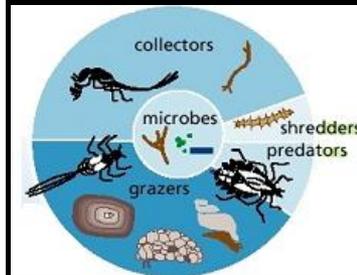
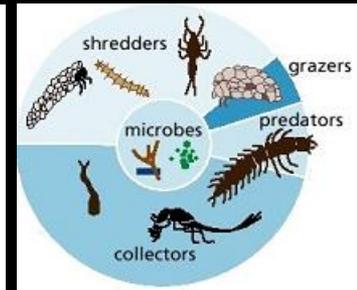
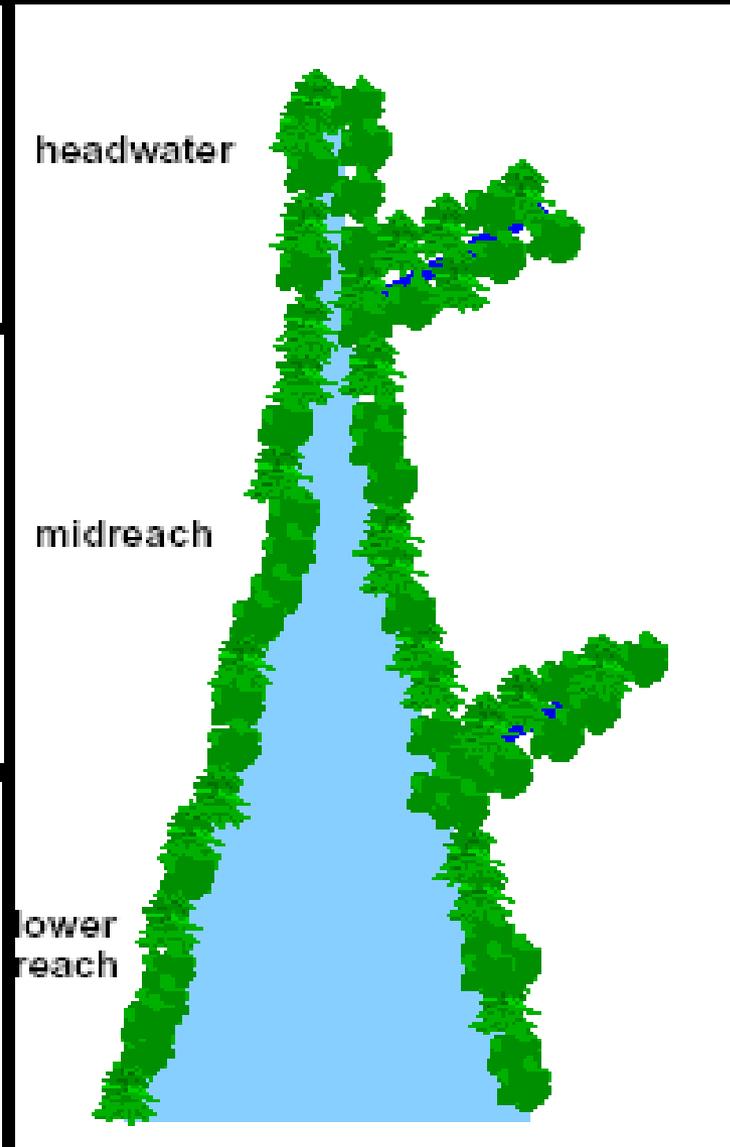


2. Macroinvertebrados

Fragmentadores y
colectores (CPOM y
FPOM)

Grazers o raspadores
algas adheridas dominan
> PP

Colectores reducción del
tamaño de partícula
FPOM



3. Entomología Forense y el ISPM

Los artrópodos en Ciencia forense

Determinación del intervalo *post mortem* mínimo (IPM)

Determinación del intervalo suspensión *post mortem* mínimo (ISPM)

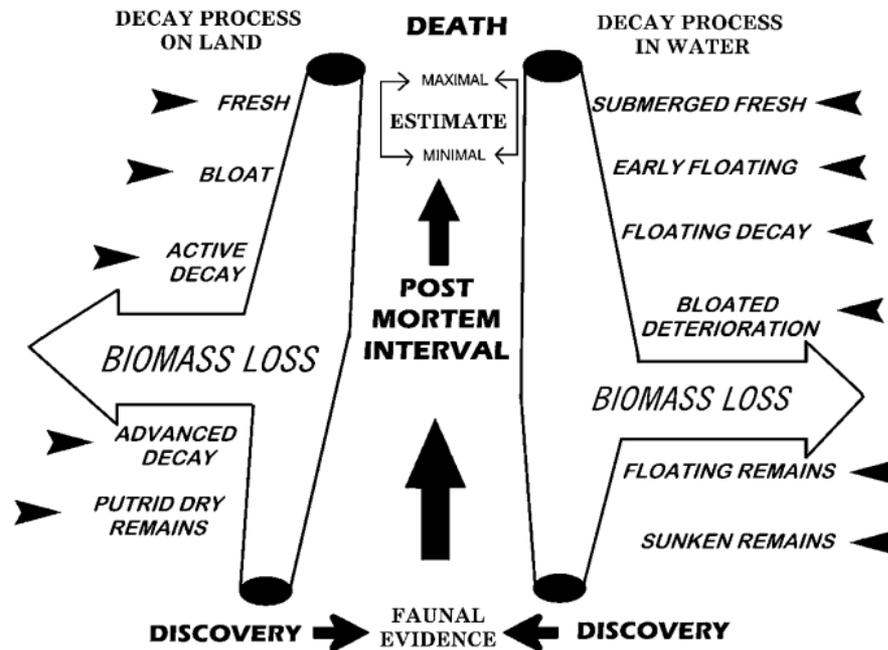


Figure 6.1 A comparison of the stages of decomposition on land and in the water. (Modified from Catts, E. P. and N. H. Haskell. 1990. *Entomology and Death: A Procedural Guide*, Joyce's Print Shop, Clemson, SC.)

2. Entomología Forense y el ISPM

- El primer reporte de la fauna cadavérica en cuerpos inmersos se encuentra referenciado por Payne & Kind (1972)
- En 1989 Haskell *et al.* establecieron el potencial de algunas especies de insectos para determinar el intervalo de sumersión postmortem (ISPM)
- Vance *et al.* en 1995 proponen un dispositivo para muestreo de insectos acuáticos asociados con carroña en agua
- Keiper *et al.* (1997) reporta a las larvas de Chironomidos como indicadores del intervalo de sumersión postmortem (ISPM)
- MacDonell & Anderson en 1997 y Hobischak, (1997) realizaron estudios de sucesión empleando cuerpos de cerdo en aguas corrientes y estancadas
- Anderson & Hobischak en el 2004, observaron la descomposición y la fauna asociada en ambientes marinos.
- Merritt y Wallace 2010 en Norteamérica, 5 estados
- Barrios y Wolff, 2011 en Colombia

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos



Proyectos de Investigación y Desarrollo (I+D)

2016

RELACIÓN DE LA ARTROPODOFAUNA ASOCIADA A LA DESCOMPOSICIÓN DE CUERPOS DE CERDO (*Sus scrofa* L.) CON EL TIEMPO DE SUMERSIÓN POSTMORTEM (ISPM) EN UN ECOSISTEMA LÉNTICO

2018

SUCESIÓN DE ARTRÓPODOS DE AGUA DULCE EN CADÁVERES DE CERDO BLANCO (*Sus scrofa* L.) SUMERGIDOS EN UN ECOSISTEMA LÓTICO Y SU APLICACIÓN EN LAS CIENCIAS FORENSE

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

Investigador responsable:

- Dr. Enrique Morelli. Grado 3. Profesor adjunto de Entomología (Facultad de Ciencias). Especialidad: Coleopteros, Entomología, Entomología Acuática

Investigadores participantes:

- Dra. Ana Verdi. Docente Grado 3. Profesor adjunto de Entomología (Facultad de Ciencias). Especialidad: Carcinología (Sistemática y Biología), Entomología Acuática.
- Mag. Analisa Waller. Becaria ANII (Facultad de Ciencias). Especialidad: Carcinología.
- Mag. Mónica Remedios. Becaria ANII Especialidad: Entomología Forense, Sistemática de Díptera de interés Médico legal.
- Mag. Manuel Castro. Becario ANII Especialidad: Entomología Forense,, Macroinvertebrados de agua dulce, Bioindicadores de calidad de agua en ecosistema fluvial.



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

Objetivos específicos

- Determinar las especies de artrópodos participantes en la sucesión cadavérica en verano
- Definir las especies indicadoras para los distintos estados de descomposición para los cuerpos sumergidos: Fresco, Flotación temprana, Descomposición flotante, Deterioro de la hinchazón, Restos flotantes, Restos hundidos.
- Establecer el intervalo de sumersión post mortem (ISPM) utilizando las especies de artrópodos indicadoras de los distintos estados de descomposición

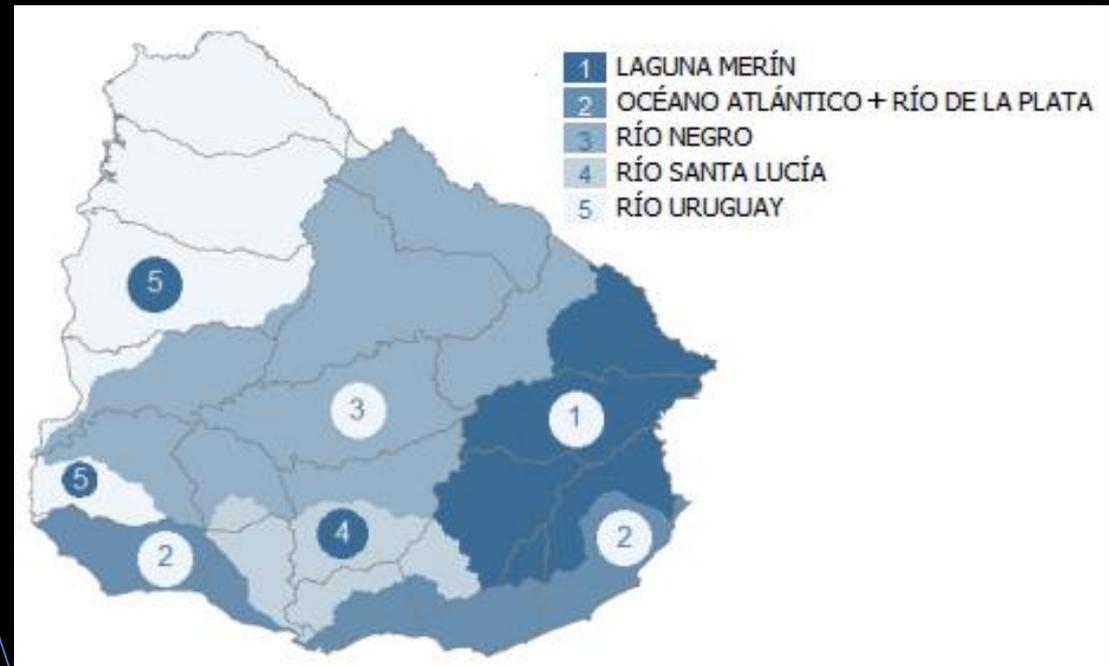
¿Cómo se estructura la comunidad de artrópodos acuáticos asociada a los estados de descomposición en cuerpos de cerdo sumergidos en un ambiente lenticó?

¿Qué especies de artrópodos adultos y estados preimaginales aportan la mayor información para la determinación del tiempo de sumersión post-mortem (ISPM)?

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos



Principales Cuencas del Uruguay



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

El estudio se realizará en un predio rural en la localidad de Pavón del departamento de San José dentro de un ecosistema de agua dulce, léntico en campo natural.

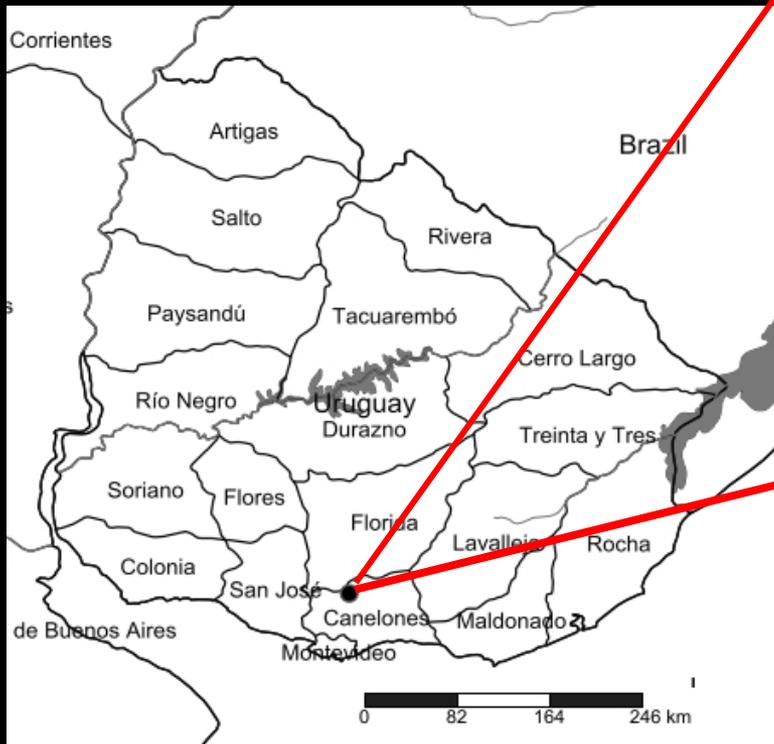
Área de Estudio



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

El estudio se realizará en un predio rural en la localidad de San Antonio en el departamento de Canelones dentro de un ecosistema de agua dulce lotico, en campo natural

Área de Estudio



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

Modelo biológico

Cerdos (*Sus scrofa*) de aproximadamente 12 Kg

Cuatro estaciones de muestreo equidistantes a 50 m

→ 3 con una jaula metálica

→ 1 sitio control



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

Protocolo

Los muestreos se llevaron a cabo durante 35 en la laguna y 54 días en el arroyo en las horas del medio día, de la siguiente manera:

Para las **variables fisicoquímicas** del agua y la colección de macroinvertebrados se muestreo a las 24 de la muerte del cerdo (Anderson & Hobischak 2004), posteriormente cada tres día hasta completar los 15 primeros días, y de ahí en adelante cada 4 días hasta finalizar el muestreo.

Para las **variables ambientales**, el seguimiento de los fenómenos cadavéricos y la colección de individuos terrestres fue todos los días los primeros 15 días después de la muerte, posteriormente cada tres días hasta completar la fase de restos hundidos

En cada muestreo, los cuerpos fueron examinados para **colectar los macroinvertebrados** y observar **cambios en el proceso de descomposición**, las observaciones y mediciones se registraron en protocolos diseñados para cada una de los fases e igualmente se llevó un registro fotográfico.

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos



MEDIDAS 95 X 58 X 87 CMS
(LARGO X ANCHO X ALTURA)

58 cm



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

En cada estación de muestreo se tomarán las variables ambientales y fisicoquímicas del agua



4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

FENÓMENOS CADÁVERICOS

1. **Fresco:** Comprende desde el momento de la inmersión hasta cuando el cadáver inicia la flotación.



ECOSISTEMA LÉNTICO
1 Día

ECOSISTEMA LÓTICO
1-2 Día

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

2. Flotación temprana: En este estado el abdomen se hincha lo cual hace que el área corporal se esponja sobre la superficie del agua. La coloración de la piel se puede observar livideces



ECOSISTEMA LÉNTICO

5 Días

ECOSISTEMA LÓTICO

6 Días

Moscas/ hedor/ huevos en el ano/ huevos en pliegues

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

3. **Descomposición flotante:** Este estado se caracteriza por el desprendimiento de piel, pelo y uñas acompañado de un olor pútrido.



ECOSISTEMA LÉNTICO
4-5 Días

ECOSISTEMA LÓTICO
5 Días









4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

4. Deterioro de la hinchazón: Se caracteriza por la deflación del abdomen especialmente, debido a la salida de los gases y a la disminución de los tejidos blandos



ECOSISTEMA LÉNTICO
10 Días

ECOSISTEMA LÓTICO
14 Días

Larvas en cuartos traseros/ Hedor / costillas visibles

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

5. **Restos flotantes:** se caracteriza por la aparición de putrúlogo como producto de la disminución de los tejidos blandos y la desarticulación de los huesos



ECOSISTEMA LÉNTICO
16 Días

ECOSISTEMA LÓTICO
26 Días

Sin extremidades/ sin Hedor

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

6. **Restos hundidos:** Los huesos se han alojado en el fondo y restos de piel quedan flotando en la superficie del agua.



RESULTADOS

2017		TIEMPO DESPUES DE LA MUERTE																					
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	38
Cerdo 1	Fresco	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	Des. Flotante	Det. De hinch	Rest. Flota	Restos Hund													
Cerdo 2	Fresco	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	Des. Flotante	Des. Flotante	Des. Flotante	Des. Flotante	Det. De hinch	Rest. Flota	Restos Hund									
Cerdo 3	Fresco	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	Des. Flotante	Det. De hinch	Rest. Flota	Rest. Flota	Rest. Flota	Rest. Flota	Rest. Flota	Rest. Flota	Restos Hund								
T. media amb.	26°C																						
T. media H2O	24°C																						

2019		TIEMPO DESPUES DE LA MUERTE																					
Días	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20	24	28	32	36	40	44	52
Cerdo 1	Fresco	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	Des. Flotante	Det. De hinch	Rest. Flota	Restos Hund													
Cerdo 2	Fresco	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	Des. Flotante	Des. Flotante	Des. Flotante	Des. Flotante	Det. De hinch	Rest. Flota	Restos Hund									
Cerdo 3	Fresco	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	F. Temprana	Des. Flotante	Det. De hinch	Rest. Flota	Restos Hund													
T. media amb.	24°C																						
T. media H2O	19°C																						

Fresco	
F. Temprana	
Des. Flotante	
Det. De hinch	
Rest. Flota	
Restos Hund	

2017 – AMBIENTE LÉNTICO

2019 – AMBIENTE LÓTICO

- Definir las especies indicadoras para los distintos estados de descomposición para los cuerpos sumergidos: Fresco, Flotación temprana, Descomposición flotante, Deterioro de la hinchazón, Restos flotantes, Restos hundidos.

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

- Determinar las especies de artrópodos participantes en la sucesión cadavérica en verano

LÉNTICO	FAMILIA	Fresco	F. Temprana	Des. Flotante	Det. de hinch	Rest. Flota	Restos Hund
Hemiptera	Belostomidae	X		X		X	X
	Noctonectidae	X		X			
	Nepidae				X	X	X
	Corixidae				X	X	
	Pleidae				X	X	
Odonata Larvas							
	Coegrionidae	X		X	X		
Ephemeroptera Larvas							
	Caenidae				X	X	
	Baetidae				X	X	
	Polymitarcyidae					X	
Coleoptera Adultos							
	Hydrophilidae		X	X			
Coleoptera Larvas			X	X			
	Hidrophilidae	X					
	Elmidae	X					
Diptera larva							
	Chironomidae	X					
	Calliphoridae		H - LI	LII- LIII			
Diptera Adultos							
	Calliphoridae	X	X	X			
	Muscidae			X			
	Cecidomyiidae				X		
	Culicidae					X	
	Sarcophagidae				X		
Decapoda	Palaemonidae	X		X	X	X	
Amphipoda	Hyaellidae			X	X	X	
Días		1	2-6	7-11	12-22	23-38	>39

4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

ORDEN	FAMILIA	Fresco	F. Temprana	Des. Flotante	Det. De hinc	Rest. Flota	Restos Hund
Hemiptera	Belostomidae	X	X	X		X	X
	Noctonectidae	X	X	X			
	Corixidae	X	X		X	X	
Odonata Larvas							
	Coegrionidae			X	X		
	Aeshnidae			X	X		
Ephemeroptera Larvas	Libellulidae			X			
	Caenidae				X	X	
	Leptohiphidae					X	
Coleoptera Adultos							
	Hydrophilidae		X	X			
Coleoptera Larvas	Dytiscidae				X		
			X	X			
Diptera larva	Hydrophilidae	X					
	Chironomidae	X					
	Calliphoridae		H - LI	LII- LIII			
Plecoptera	Chorobidae			X			
	Peridae				X		
Diptera Adultos							
	Calliphoridae	X	X	X			
	Muscidae			X			
	Psichodidae						
	Sarcophagidae				X		
	Stratiomyidae				X		
Decapoda	Palaemonidae	X		X	X	X	
	Aeglidae				X		
Amphipoda	Hyaellidae			X	X	X	
Días		1	2-7	8-12	13-26	27-52	>53

- Establecer el intervalo de sumersión post mortem (ISPM) utilizando las especies de artrópodos indicadoras de los distintos estados de descomposición

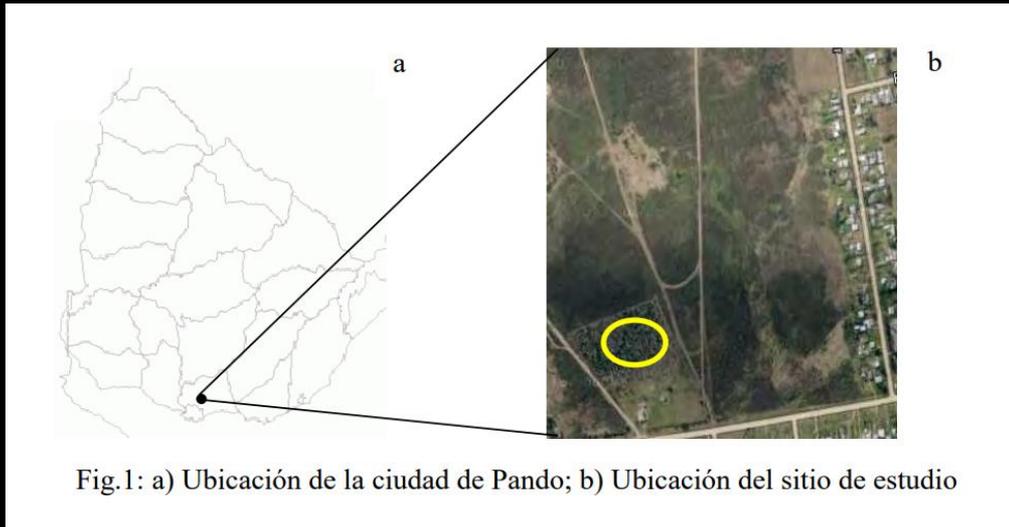
4. Avances en Uruguay en ambientes acuáticos

PRIMERAS CONCLUSIONES

- Ambos ambientes compartieron un gran número de taxas
- Un ambiente lótico lleva más tiempo de descomposición
- Huevos y Larvas de *C. albiceps* durante Flotación temprana, Descomposición flotante
- Flotación temprana alta abundancia de Hydrophilidae adultos
- La etapa de Descomposición flotante, alta abundancia de Hyalellidae ecosistema lótico y alta abundancia de Palaemonidae en ecosistema lótico

Comparación con descomposición en tierra

Taxa	Descomposición activa										Descomposición avanzada										Restos secos									
	F	E	E								11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26-28	29-32	33-36	37-45	
Diptera																														
Calliphoridae																														
<i>Chrysomya albiceps</i>	H-A	L-A	LII-A	LIII-A	LIII	LIII	LIII	LIII-A	LIII	LIII	LIII-P	LIII-P	P-A	P-A	P-A	P-A	P-A	P-A	P-A	P-A	P-A									
<i>Chrysomya chloropyga</i>	H-A				A	LIII											A	A												
<i>Chrysomya megacephala</i>	H-A	A			LIII																									
<i>Cochliomyia macellaria</i>	A	A	LII-A																											
<i>Lucilia cluvia</i>	A	A																												
<i>Lucilia sericata</i>	H-A																								A				A	
Sarcophagidae																														
<i>Oxysarcodexia terminalis</i>	A				A																									
<i>Oxysarcodexia varia</i>									A	A	A				A											A	A		A	
<i>Oxysarcodexia paulistensis</i>						A			A	A				A															A	
<i>Oxysarcodexia culmiforceps</i>												A	A																A	
<i>Ravinia advena</i>																													A	
<i>Ravinia sueta</i>					A	A				A																			A	
Muscidae																														
<i>Ophyra albuquerquei</i>						A																								
<i>Ophyra chalcogaster</i>																													A	
<i>Ophyra aeneszens</i>					A	A	A	A		A																				
<i>Musca domestica</i>					A	A	A			A																				
<i>Neurotrixia felsina</i>																													A	
Fanniidae																													A	
<i>Fannia conicularis</i>						A	A																						A	
<i>Fannia fuscicornata</i>									A	A																			A	
<i>Fannia heidenii</i>																													A	
<i>Fannia santhue</i>	A		A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A	A															A	
Piophilidae																														
<i>Piophilha casei</i>													A		A	A													A	
Heleomyzidae																														
<i>Heleomyzidae 1</i>										A	A																		A	
Anthomyiidae																														
<i>Anthomyia (C) punctipennis</i>																													A	
Sepsidae																														
<i>Sepsidae 1</i>					A	A	A	A	A	A	A	A	A	A															A	



Remedios De León, M. (2014.). *Sucesión de entomofauna cadavérica en cuerpos de Sus scrofa L., (cerdo blanco) en un ambiente de bosque*. Tesis de maestría. Universidad de la República (Uruguay). Facultad de Ciencias

RECOMENDACIONES

Se recomienda realizar estudios en los cuales se investigue la dinámica de flotación de los cuerpos, la asociación de otros macroinvertebrados como gasterópodos y oligoquetos



Sucesión de perifito?

