

TRABAJO DE INVESTIGACIÓN DE  
BACHILLERATO

IES Escola Municipal del Treball  
Granollers

**El ciclo biológico de la  
polilla grande de la cera**

*Galleria mellonella* (Linnaeus, 1758)

**Mar Irida Lloret i Villas**  
**2º de bachillerato**  
**Curso 2005-2006**  
**Tutor: Valentín Cavia**

# Agradecimientos

Quiero agradecer a las siguientes personas su ayuda en la realización de este trabajo, sus consejos y sus colaboraciones.

En primer lugar a Valentín Cavia, el tutor del trabajo y sin el cual no sería lo que es. A Fernando García del Pino por cederme los huevos de *Galleria* y hacer posible así el comienzo de su ciclo biológico. También a Toni Arrizabalaga y a la gente del Museu de la Tela que ha dejado que usara el laboratorio para poder hacer gran parte de las mediciones necesarias.

Las fotos de la tabla 1 las han cedido con amabilidad biólogos naturalistas y fotógrafos de la Web [espacionatural.com](http://espacionatural.com), José Manuel Sesma (*Drepana binaria* i *Mimas tiliae*), Manuel Lorenzo (*Abraxas sylvatus*), Carlos Sánchez (*Dasychira pudibunda*), Miquel Àngel Pérez-De-Gregorio (*Valeria jaspidea*), Rafael Marzal (*Graellsia isabellae*), Laura Comellas (*Pennisetia hylaeiformis*), Rafael Estevez (*Parnassius apollo*), Mikel Tapia (*Malacosoma castrensis*) y Ferran J. Lloret (*Zygaena fausta*, *Arctia caja*, *Hesperia coma*, *Polyommatus bellargus*, *Euphydryas aurina*, *Gonepteryx cleopatra*); las fotos de *Cossus cossus* de Jens Christian Schou y de *Notodonta ziczac* de Paolo Mazzei han sido extraídas de la Web de lepidópteros [Lep.it](http://Lep.it).

Para terminar y de modo especial, agradecer a Ferran J. Lloret y a Dolors Villas su ayuda en todo lo necesario.

## ÍNDICE

Agradecimientos .....	2
ÍNDICE .....	3
Preámbulo .....	4
1. INTRODUCCIÓN .....	5
1.1. Datos generales de los lepidópteros.....	5
1.1.1. Los insectos.....	5
1.1.2. Los lepidópteros .....	5
1.1.3. El ciclo biológico de los lepidópteros .....	8
1.1.4. Morfología .....	11
1.2. Clasificación de las mariposas .....	16
1.3. Principales familias de Europa.....	17
2. LA POLILLA GRANDE DE LA CERA ( <i>Galleria mellonella</i> ) .....	20
2.1. Los pirálidos.....	20
2.2. Generalidades.....	20
2.3. Ciclo biológico .....	21
2.4. Factores que condicionan la polilla grande de la cera .....	21
2.5. La polilla grande de la cera, una plaga de las abejas .....	22
3. MATERIAL Y MÉTODO .....	23
3.1. Técnica de cría .....	23
3.1.1 Material para la cría .....	24
3.2. Comida .....	24
3.3. Recogida de datos .....	26
3.3.1. Datos cronológicos.....	26
3.3.2. Datos físicos y morfológicos .....	26
3.3.3. Observaciones .....	27
3.3.4 Material utilizado para la recogida de datos .....	28
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	30
4.1. Los huevos .....	30
4.2. Las larvas .....	31
4.3. La crisálida.....	36
4.4. El imago .....	39
4.5. Análisis del ciclo completo.....	44
5. CONCLUSIONES .....	46
BIBLIOGRAFÍA .....	48
ANEXO I .....	50
ANEXO II.....	55
ANEXO III.....	59
ANEXO IV .....	61
VOCABULARIO .....	63

## Preámbulo

En la montaña y en el campo, en ciudad no tanto porque hay muy pocas, se ven mariposas en las flores o volando o por la noche aleteando alrededor de la luz, en general por todos sitios. Sobretudo en primavera y en verano se pueden ver centenares de ellas, de muchas formas, tamaños y colores distintos. ¿Por qué en otoño o en invierno no vemos tantas mariposas? ¿Es porque entonces están en una fase de su ciclo biológico no tan visible? ¿Ciclo biológico...? ¿Metamorfosi...? Para responder estas y otras preguntas y dudas que me han surgido después de observaciones hechas últimamente y de las consultas bibliográficas correspondientes, he decidido hacer el trabajo de investigación sobre el ciclo biológico de las mariposas, en concreto, sobre una mariposa nocturna, la polilla grande de la cera (*Galleria mellonella*).

He escogido la *Galleria mellonella* porque se considera una plaga de las colmenas de abejas, y dada la importancia ambiental de esta especie, he conseguido ejemplares suficientes para poder observar el ciclo biológico completo de un número representativo de individuos.

En un principio, intenté seguir el ciclo de otras mariposas, pero ha resultado imposible completarlo o sacar los suficientes datos de él, ya sea porque su ciclo dura un o dos años enteros, porque tenía pocos ejemplares, porque no tenían las condiciones adecuadas para completar el ciclo o por varias circunstancias que dificultaban mucho la fase experimental de este trabajo. Algunas de las especies tanteadas son: la oruga de la col (*Pieris brassicae*), la ortiguera (*Aglais urticae*), la oruga de la encina (*Lymantria dispar*), la macaón (*Papilio machaon*) entre otras. Sobre estas especies he creído interesante añadir algunos datos en el Anexo I. Este trabajo no tiene más pretensión que ser una introducción al mundo de los lepidópteros y al estudio de su ciclo biológico.

Este estudio de la *Galleria mellonella* está hecho siguiendo lo más fielmente posible el método científico, esquematizado en el Anexo IV. Para terminar sólo añadir que he dado gran importancia al tratamiento estadístico de los datos obtenidos en cada fase del ciclo biológico.

El presente trabajo se puede encontrar en <http://www.edu365.com:8801/~mlv99981/>

# 1. INTRODUCCIÓN

## *1.1. Datos generales de los lepidópteros*

### 1.1.1. Los insectos

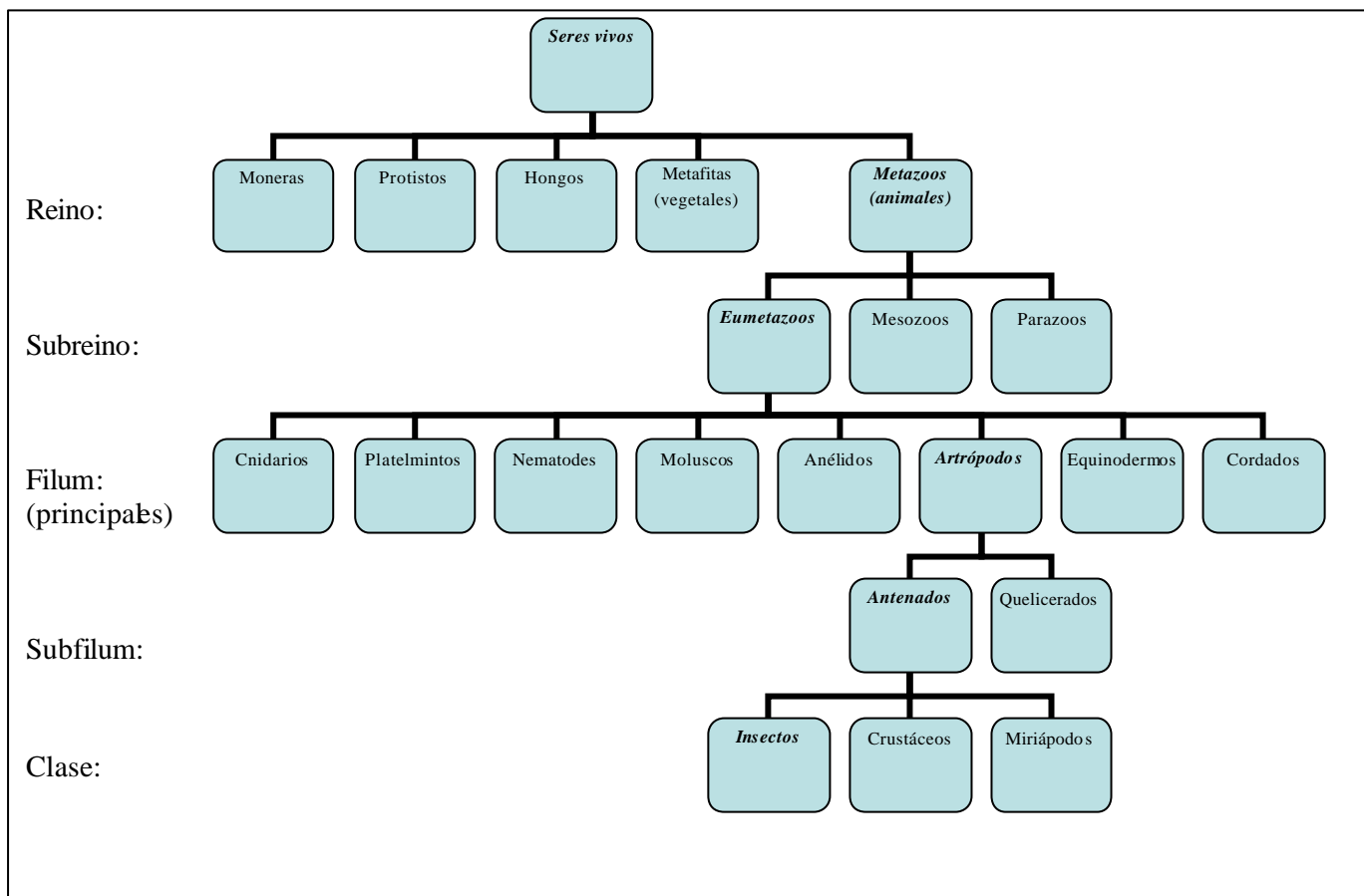
Los lepidópteros, vulgarmente llamados mariposas, son insectos. Los insectos son una importante parte, el 92% aproximadamente, del grupo de los artrópodos (fig. 1) y los podemos subdividir en dos grandes grupos, los de la clase *Apterigota* que son ametábolos, es decir, no tienen ningún tipo de metamorfosis ni tienen alas y son los más primitivos y los de la clase *Pterigota*. Dentro de los *Pterigotas* hay a la vez más subdivisiones como veremos en la figura 2, y de estos grupos solamente los *oligoneópteros* son holometábolos, es decir, tienen una metamorfosis compleja, en la que hay varios cambios y estadios intermedios. Los otros grupos son hemimetábolos y por lo tanto tienen una metamorfosis simple en la que las larvas son muy parecidas al adulto. Los lepidópteros, entre otros, pertenecen al grupo de los *oligoneópteros*, y tienen una metamorfosis con tres estadios básicos: la oruga, la crisálida y el imago.

### 1.1.2. Los lepidópteros

Los *lepidópteros* o mariposas, se agrupan en un orden incluido dentro de la clase de los insectos (fig. 2), y son terrestres. Las mariposas y las polillas forman el orden de los *Lepidópteros* (del griego *lepis*, *lepidos* = escama y *pteron* = ala). Las características principales del orden son las escamas que cubren sus alas (fig. 3), de ahí el nombre del orden, y que les da los colores que tienen, y el aparato bucal chupador llamado espiritrompa.

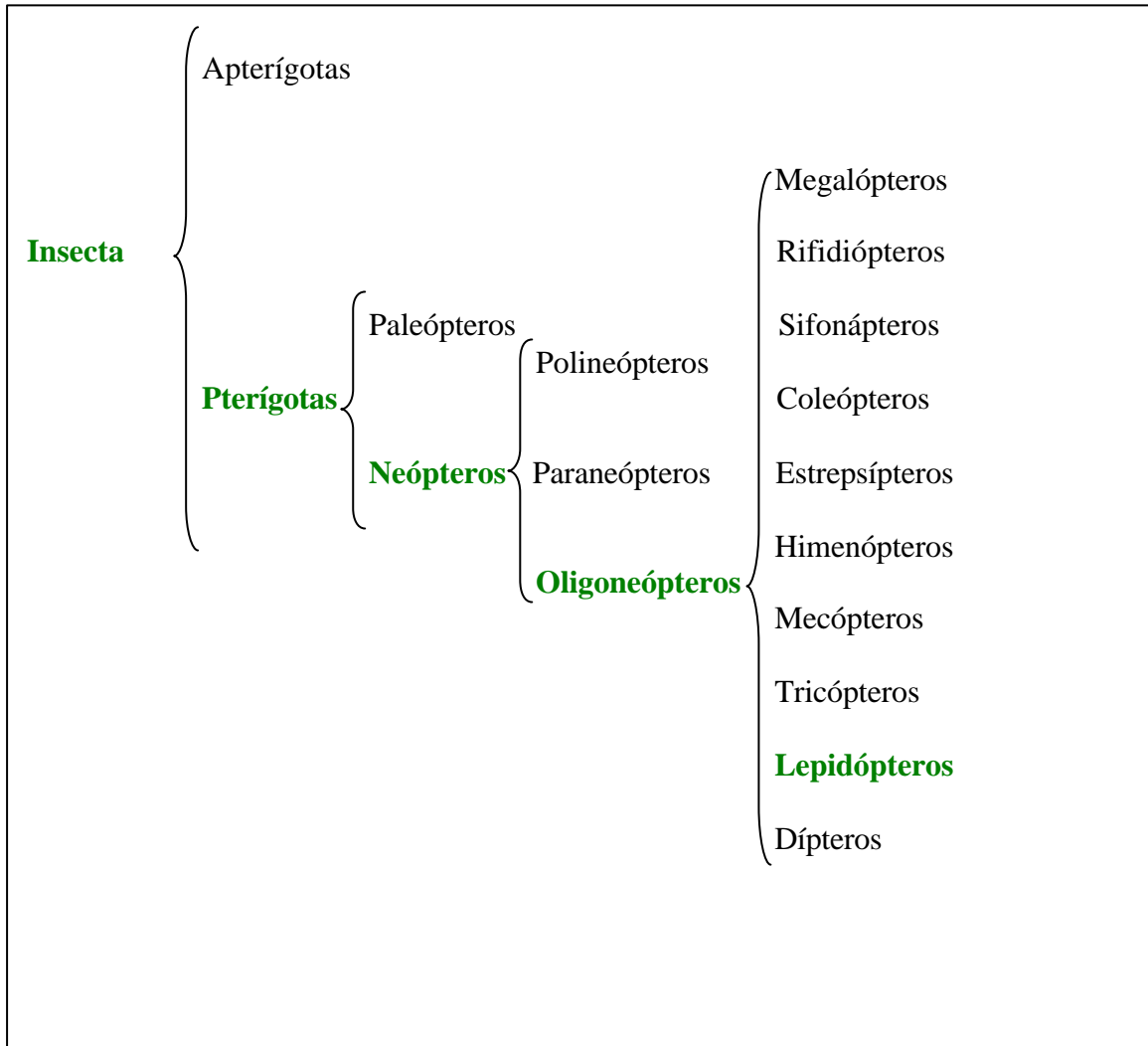
En castellano se llama mariposa a cualquier insecto lepidóptero, y el nombre polilla se refiere a un tipo de mariposas que son nocturnas. Las falenas son unas mariposas cuyas orugas se pueden erguir sobre dos patas falsas imitando así las ramas de los árboles.

En catalán mariposa se traduce como “papallona”, y polilla como “arna”, i en inglés es “butterfly” y “moth” respectivamente.



**Figura 1.** Clasificación de los insectos dentro de los seres vivos.

El orden de los lepidópteros, después de los coleópteros, es el grupo más numeroso de los insectos y también de los seres vivos. Se han descrito hasta unas 150.000 especies, pero se calcula que hay en total más de 200.000. En Europa viven unas 8.000 especies y en la Península Ibérica entre 4.500 y 5.000. Estas especies conocidas se agrupan en unas 115-120 familias.



**Figura 2.** Esquema de la clase de los insectos hasta el orden de los lepidópteros.



**Figura 3.** Escamas alares de *Papilio machaon*.

### 1.1.3. El ciclo biológico de los lepidópteros

El ciclo biológico de los lepidópteros es complejo y consta de distintas fases en las que ocurren un conjunto de cambios, morfológicos y fisiológicos, la metamorfosis. La metamorfosis es el proceso mediante el cual las larvas inmaduras se transforman en adultos maduros a la vez que el crecimiento del insecto se para. Los cambios metamórficos no representan sólo adquirir nuevas estructuras, también implican en muchos casos la destrucción de las antiguas. La metamorfosis está controlada por factores hormonales i ambientales.

La duración del ciclo biológico de las mariposas puede ir de unas semanas a varios años. Lo más normal es que dure un año (especies univoltinas) o dos. La mariposa del almez por ejemplo, es univoltina. Las especies que pueden completar dos y más generaciones en un año se llaman plurivoltinas (la *Galleria mellonella*, por ejemplo).

El ciclo empieza con la fecundación de los **huevos**, pero existe también la posibilidad de que los huevos no sean fecundados y nazcan las larvas (partenogénesis). Cuando la hembra ha atraído al macho gracias a las feromonas y se han apareado, su función es realizar la puesta. El número de huevos varía de la centena o más (las diurnas) al medio millar (las nocturnas) pasando por algunas especies que ponen entre 1000 y 2000 huevos. Un porcentaje inferior al 5% de los huevos suele ser estéril. Con las sucesivas divisiones del cigoto se va formando una pequeña larva.

El huevo de los lepidópteros es muy simple, y es un estadio no predominante y reducido para que la oruga pueda existir lo antes posible y empiece a comer y a crecer. La función principal del huevo es proteger el embrión, en los primeros momentos de vida, de las adversidades ambientales como lo pueden ser el frío o la deshidratación.

Cuando llega el momento, la larva, llamada **oruga** sale del huevo. La oruga es la fase móvil del estado larval, que engloba la oruga y la crisálida, y su finalidad es crecer (en las otras fases no hay crecimiento) y acumular una gran cantidad de reservas energéticas para poder realizar los procesos de transformación que se producirán.

La oruga come mucho y se mueve poco para gastar la mínima energía posible. Gran parte de especies se nutren de determinadas especies vegetales, excepto las polillas, como la *Galleria*



*mellonella*, que se alimentan de todo tipo de tejidos orgánicos. Cuando sólo se alimentan de una planta se les llama monófagas, y las que se alimentan de distintas especies de plantas son polífagas. Otras especies se alimentan de productos no vegetales.

El crecimiento de las larvas es espectacular y el peso final de la oruga suele ser dos o tres mil veces superior al inicial (Masó & al, 1985).

La vida de la oruga se divide en estadios que, generalmente, se separan por las mudas, y son cuatro o cinco normalmente. La duración de la oruga desde que sale del huevo hasta que se convierte en crisálida es muy variable, tanto puede durar días como algunos años. Antes de transformarse en crisálida la oruga puede construir un capullo o envoltorio, y la principal materia que usa para hacerlo y para sujetarse cuando se ha transformado en crisálida es la seda, un compuesto proteico.

Cuando llega el momento de crisalidar la oruga deja de comer, igual que hace antes de cada muda y elimina una gran cantidad de excrementos. Entonces permanece inmóvil, se encoje, pierde los colores y construye, generalmente, el capullo, un envoltorio de seda o de otro material que sólo deja pasar el aire y, posteriormente, realiza la última muda. Unas hormonas hacen que en vez de desarrollarse otra oruga, se forme la crisálida, que aparece debajo de la piel vieja y desgarrada de la oruga.

Entonces empieza la última fase del estadio larval, la pupa. Este estadio representa una diapausa respecto a las funciones vitales y se interrumpe casi toda la relación del insecto con el exterior. Los ropalóceros, grupo que incluye los lepidópteros que tienen las antenas en forma de maza (la mayoría son mariposas diurnas) hacen la crisálida a lugares resguardados, colgándose de objetos protegidos. En cambio los heteróceros, con las antenas de otras formas, rodean la ninfa con el capullo y se entierran o buscan rincones escondidos. Las crisálidas pueden durar desde pocos días a varias semanas, y a veces duran todo el invierno. Hay ninfas que viven más de tres años.

Gran parte de las crisálidas tienen movimientos muy restringidos, y es en este estadio cuando se produce la fase más drástica de la metamorfosis completa. Tiene lugar la destrucción de estructuras y tejidos antiguos, que se disuelven y reabsorben y sólo quedan unos grupos de células (discos imaginales) de los cuales se construirán todos los tejidos (histogénesis) y los órganos (organogénesis) del insecto adulto. Los procesos bioquímicos que rigen estos

cambios suelen tener un control hormonal y muchos de ellos son tan complejos que hoy en día no se conocen con detalle. Si la crisálida hiberna se detienen los procesos hasta la siguiente primavera.

El fotoperiodo, la temperatura media y la presión atmosférica son factores que provocan cambios complejos dentro de la crisálida y posibilitan el nacimiento inminente, que no se produce hasta que las condiciones ambientales son propicias en el momento de la apertura (fenómeno comprobado en observaciones descritas en el Anexo I).

En los lepidópteros, el auténtico nacimiento no tiene lugar cuando la oruga sale del huevo, sino cuando el **imago** (insecto adulto) sale de la crisálida (Masó & al, 1985). El nacimiento se produce casi a la vez en todas las crisálidas de la misma zona a causa de las condiciones ambientales antes mencionadas y para que los machos puedan encontrar a las hembras en un lapsus de tiempo relativamente corto. Este nacimiento empieza cuando se rompe la piel que envuelve el adulto y que está compuesta de quitina. Si hay capullo con una obertura sale por el agujero, y sino, disuelve un extremo con un líquido cáustico que segrega. Si además está enterrada tendrá que llegar a la superficie. Lo primero que hacen las mariposas es excretar los materiales sobrantes producidos en la crisálida en forma de líquido turbio llamado **meconio**. Entonces, el adulto con las alas blandas colgando, busca un lugar donde poderlas extender, inyecta hemolinfa por las nervaduras alares, a menudo específicas, y aire por los conductos traqueales que tiene en las alas y en unos minutos quedan planas y bien desplegadas. Una vez extendidas, adopta una postura de reposo y el sol las secará y las dejará rígidas y la mariposa ya podrá volar, que es lo que hará durante la mayor parte de su vida, para dispersarse, para alimentarse, para aparearse, para huir, para migrar, etc. En fin, podemos considerar que tienen la misma función que las alas de los pájaros, pero eso sí, distinto origen, es decir que son órganos análogos a las alas de las aves.

El tamaño de la mariposa al nacer es la que va a tener siempre, dado que en este período no habrá crecimiento, y este tamaño depende sobretodo de la herencia genética pero también de las condiciones en las que se ha encontrado en la fase larval (el alimento disponible y otras variables ambientales).

Muchas de las especies de mariposas chupan el néctar de las flores para alimentarse, produciéndose una coevolución entre determinadas mariposas y determinadas plantas porque

así dispersan su polen. Ese es un factor importante en la estabilidad de los ecosistemas; de hecho, hay estudios que demuestran la relación entre la buena salud de determinados ecosistemas y la presencia de mariposas (Pollard & Yates, 1993) tal como se está demostrando en estudios en realización (Stefanescu, 2000). Hay especies, sin embargo, que no se alimentan y viven hasta su muerte de las reservas acumuladas por la oruga, como es el caso de la polilla objeto del estudio (*Galleria mellonella*). La mariposa macho suele morir poco después de la cópula, y si no lo consigue no suele vivir mucho más tiempo. Las hembras mueren después de la puesta tanto si se han apareado como si no. Excepcionalmente, como he mencionado antes, pueden salir orugas de huevos no fecundados, fenómeno llamado partenogénesis.

#### 1.1.4. Morfología

Las características morfológicas comunes que comparten las mariposas con los otros insectos (Varios autores, 1997) son:

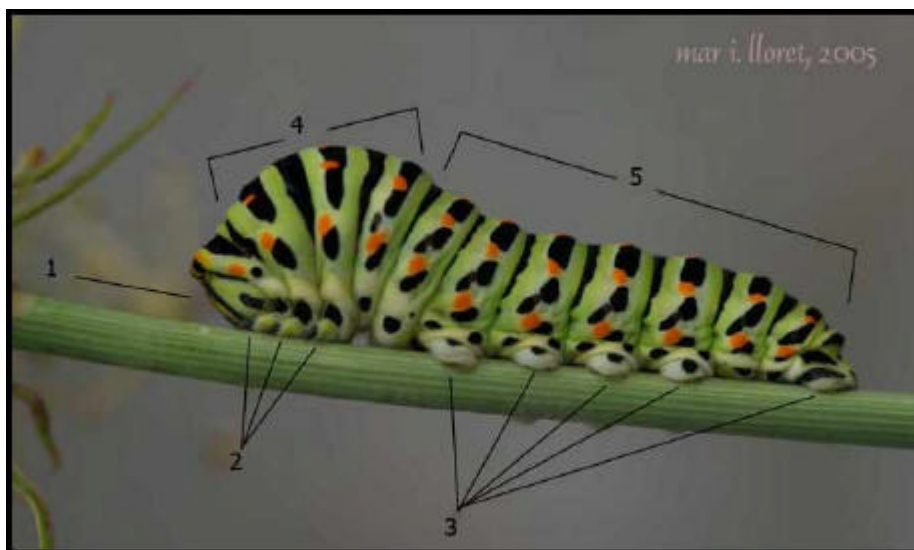
- Tienen el cuerpo dividido en tres partes: la cabeza, el tórax y el abdomen.
- En la cabeza tienen un par de antenas, tres pares de piezas bucales más o menos modificadas y ojos compuestos.
- El tórax consta de tres segmentos y soporta tres pares de patas y dos pares de alas.
- El abdomen está segmentado y en él se sitúan los órganos y aparatos viscerales.
- La respiración es aérea y se realiza a través de un sistema traqueal abierto al exterior.

La estructura del cuerpo de las mariposas está formada por un exosqueleto rígido que configura la morfología externa del adulto. Tiene segmentos unidos mediante zonas membranosas flexibles y articulaciones que permiten el movimiento. El huevo es el inicio del estado embrionario de las mariposas, y su morfología difiere según la especie. Pueden tener formas y colores muy distintos. Están envueltos de un caparazón llamado corion y por debajo hay la membrana vitelina que envuelve las reservas nutritivas y el núcleo. Cada especie tiene un modo característico de agrupar los huevos en la puesta (fig. 4).



**Figura 4.** Huevos de la oruga de la encina (*Lymantria dispar*).

La oruga es la larva (se le llama oruga cuando es vermiforme, esto pasa en el caso de las mariposas) y se desarrolla en el interior del huevo. Tiene una forma cilíndrica y generalmente la parte central del cuerpo un poco más gruesa. La cabeza es globulosa y el cuerpo está dividido en trece segmentos y es bastante blando. En los segmentos torácicos tienen los tres pares de patas verdaderas, y en los abdominales hay de dos a cinco pares de patas falsas, que no son más que protuberancias membranosas. Hay mucha diversidad por lo que se refiere a colores y estructuras superficiales (pelos, verrugas...). La coloración puede variar en una misma especie por causas alimentarias o genéticas. Algunas especies tienen pelos urticantes para protegerse. Tienen aparato bucal masticador, muy importante porque la función principal de la oruga es almacenar reservas, es decir, comida (fig. 5).



**Figura 5.** Oruga de macaón (*Papilio machaon*). 1) cabeza, 2) patas torácicas, 3) patas abdominales falsas, 4) tórax, 5) abdomen.

La crisálida (la pupa de los lepidópteros) es la forma que adquieren al transformarse de larva en adulto. La de los rhopaloceros no suele tener protección pero pasa desapercibida debido a su coloración, y se sostiene colgada de hojas y ramas mediante unos hilos de seda. Otras especies construyen envoltorios de tierra, de hojas... y muchas fabrican un capullo de seda para envolver y proteger la crisálida. La crisálida (fig. 6) en sí (sin capullo ni envoltorios) es fusiforme, con el extremo cefálico redondeado y el otro extremo acabado en punta. En la superficie de la crisálida se pueden distinguir las tres partes del cuerpo (cabeza, tórax y abdomen) y otros órganos que tendrán los adultos. Algunas tienen pelos o espinas en la superficie. En este estado ya presentan dimorfismo sexual, en unas especies más visible que en otras. Hay algunos lepidópteros que hacen una crisálida distinta, llamada dística o libre, que conserva las mandíbulas funcionales y los apéndices no unidos al cuerpo. Esta forma de crisálida es evolutivamente más antigua y la presentan familias más primitivas.



**Figura 6.** A) Crisálida de la ortiguera (*Aglais urticae*), donde se ven las alas formadas a través de la cubierta exterior B) Crisálida de la polilla grande de la cera (*Galleria mellonella*) C) Capullos de la polilla grande de la cera.

La morfología del adulto muestra las características generales de los lepidópteros, y permite agrupar los lepidópteros dentro de los insectos y discriminar las familias dentro de los lepidópteros. La mariposa es el estadio reproductivo, por lo tanto, los órganos sexuales están

totalmente formados y son funcionales, y en muchos casos son imprescindibles para discriminar distintas especies (estudio de la genitalia). Hay separación de sexos y muchas veces dimorfismo sexual. El vuelo es un medio de reunión, y en el adulto, los órganos sensoriales como las antenas están también más desarrollados. La envergadura de las mariposas va de los 2 mm en algunos microlepidópteros hasta los 30 cm en algunos papilionidos o satúrnidos como por ejemplo *Attacus atlas* (fig. 7). El adulto, al no crecer, sólo necesita energía para mantener el metabolismo y colaborar en la reproducción.



**Figura 7.** Foto de un ejemplar de *Attacus atlas*, La polilla más grande del mundo.

La **cabeza** es pequeña en comparación con el cuerpo. Tiene unos ojos bien desarrollados. Las antenas tienen formas variables y son distintas según el sexo, las del macho de mariposas nocturnas, suelen ser dentadas y normalmente más grandes que las de las hembras, porque les sirven para captar las feromonas de la hembra en el momento del apareamiento. Pueden captarlas a kilómetros de distancia. Los ropalóceros tienen las antenas en forma de maza, los heteróceros (el resto de mariposas nocturnas y algunas diurnas) las tienen de diferentes formas. En general tienen un aparato bucal chupador, la parte principal del cual es la espiritrompa, un tubo que funciona como una bomba chupadora. Hay familias que tienen un aparato bucal atrofiado o no tienen y por lo tanto no se alimentan en el estado adulto (la *Galleria mellonella*, por ejemplo).

Los tres segmentos del tórax son el **protórax**, el **mesotórax** y el **metatórax**. El protórax está poco desarrollado y es de donde sale el primer par de patas. El mesotórax y el metatórax están unidos entre ellos formando un conjunto rígido y es donde se insertan los dos pares de alas y los dos pares restantes de patas. Las patas acostumbran a ser finas y están cubiertas de pelos.



Sobretudo sirven para posarse y hacer desplazamientos cortos. Las anteriores pueden ser muy reducidas.

Los dos pares de alas están recubiertos por escamas diminutas (fig. 3) de forma variada y distintos colores, característica típica de las mariposas que como hemos visto da nombre al orden. Son los órganos de locomoción y, con forma generalmente subtriangular, su superficie es notable comparada con el cuerpo. A veces no existen las propias alas o se reducen a formaciones escamosas. La venación y la forma de las regiones del ala se utilizan en la clasificación de las mariposas y habitualmente son caracteres específicos.

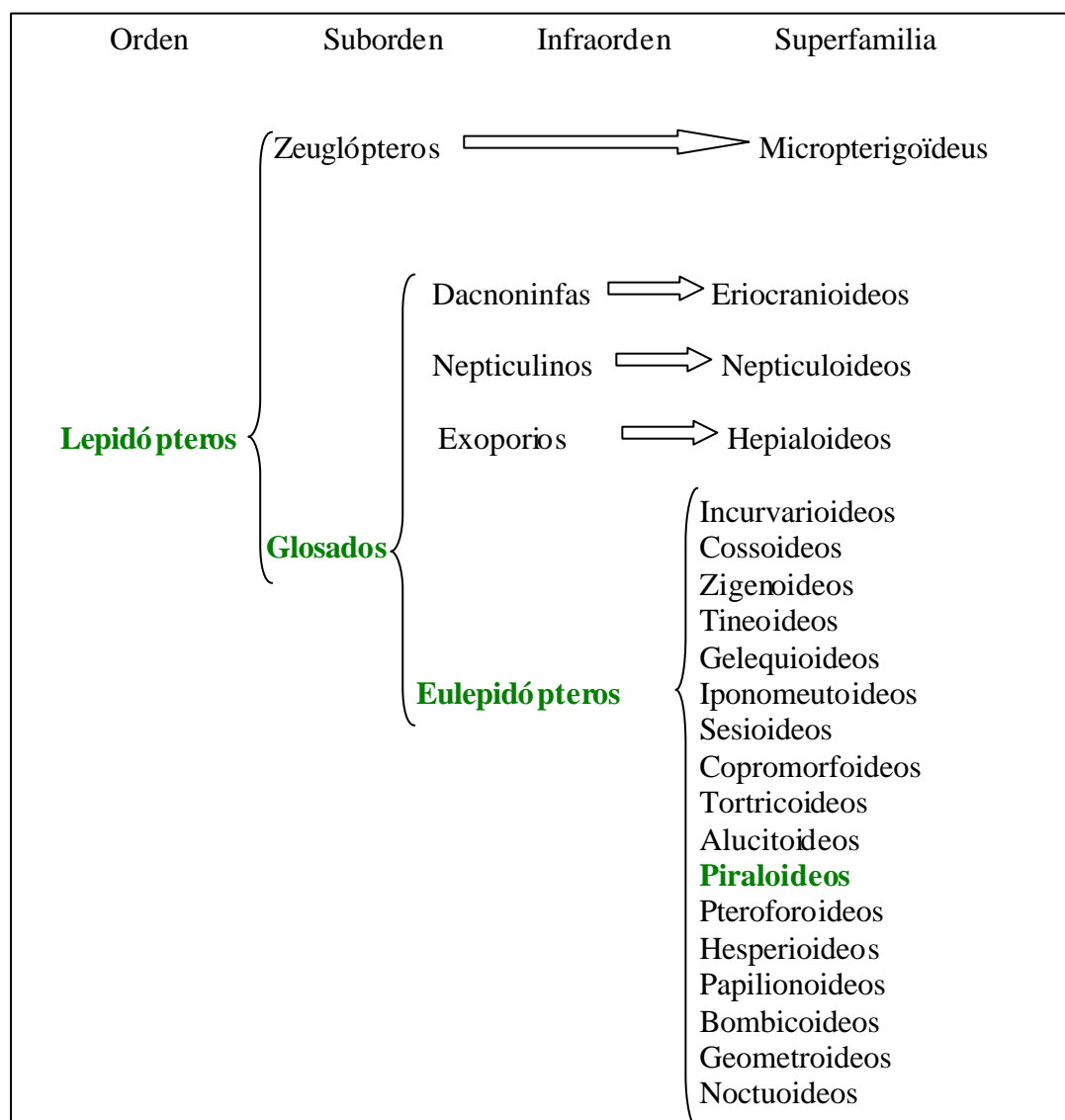
El **abdomen** está dividido en diez segmentos, pero normalmente sólo se pueden identificar ocho o nueve, según el sexo. En los últimos segmentos del abdomen está la genitalia (aparato genital). El abdomen normalmente está recubierto de pelos o escamas (fig. 8).



**Figura 8.** Macaón (*Papilio machaon*): 1) antenas 2) ojos compuestos, 3) espiritrompa, 4) patas, 5) alas, 6) cabeza, 7) tórax, 8) abdomen.

## 1.2. Clasificación de las mariposas

El orden de los lepidópteros se divide en varios subórdenes y superfamilias (fig. 9). Algunas de las subdivisiones que se han hecho del orden son la de ropalóceros y heteróceros (basándose en la forma de las antenas, los primeros las tienen en forma de maza y los segundos las tienen de formas variadas), de microlepidópteros y macrolepidópteros (según el tamaño) o de zeuglópteros y glosados (según características como la nerviación alar). Ésta última es de las más usadas: se basa en los estudios más recientes de filogenia y evolución de los lepidópteros y es la representada en la clasificación de la figura 9, extraída de *Història Natural dels Països Catalans* (Blas & al., 1987). Vemos así que no todas las divisiones coinciden y que las tendencias varían según el autor y se agrupan las familias de modo distinto.



**Figura 9.** El esquema muestra las principales divisiones del orden de los lepidópteros.



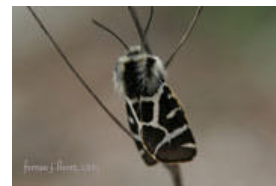
### 1.3. Principales familias de Europa

A parte del esquema de la figura 8 he hecho una elección de las principales familias que encontramos en Europa. En la tabla 1 aparecen las características principales de cada familia y una especie representativa.

**Tabla 1.** Principales familias europeas

#### FAMILIAS:

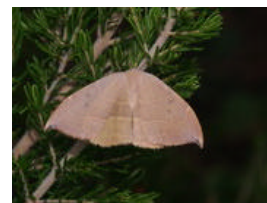
- Ártidos (*Arctiidae*): reúne unas 80 especies europeas de colores vivos normalmente. Con un cuerpo grueso y peludo igual que las orugas.
- Cósidos (*Cossidae*): mariposas nocturnas robustas y de tamaño grande.
- Drepánidos (*Drepanidae*): mariposas de tamaño medio y actividad diurna o nocturna.
- Geométridos (*Geometridae*): familia con gran número de especies, casi mil en Europa. Las orugas adoptan aspectos crípticos.
- Lasiocámpidos (*Lasiocampidae*): mariposas robustas, peludas y de actividad nocturna. Orugas muy peludas.



*Arctia caja*



*Cossus cossus*



*Drepana binaria*



*Abraxas sylvatus*



*Lasiocampa quercus*

- Limántridos (*Lymantriidae*): Mariposas pequeñas con dimorfismo sexual acentuado. Las orugas son peludas y urticantes.



*Dasychira pudibunda*

- Noctuidos (*Noctuidae*): Familia muy numerosa (alrededor de 25.000 especies). La mayoría nocturnas.



*Valeria jaspidea*

- Notodóntidos (*Notodontidae*): Mariposas de grandaria mediana, con dimorfismo sexual y actividad nocturna.



*Notodonta ziczac*

- Pirálidos (*Pyralidae*): Mariposas de tamaño medio y pequeño y que son crepusculares o nocturnas. Algunas causan plaguas durante su estadio larvario.



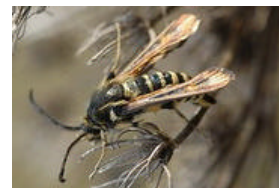
*Galleria mellonella*

- Satúrnidos (*Saturniidae*): Mariposas grandes y nocturnas, con dimorfismo sexual acentuado y orugas verrugosas y vistosas por su grande tamaño y su coloración.



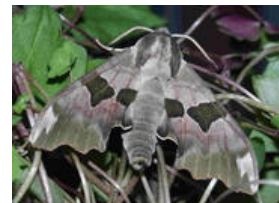
*Graellsia isabellae*

- Sésidos (*Sesiidae*): Familia poco conocida. Imitan la forma y el color del cuerpo de los himenópteros (avispa, abejas...), son pequeñas y diurnas.



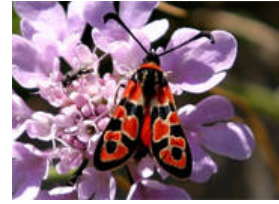
*Pennisetia hylaeiformis*

- Esfíngidos (*Sphingidae*): Mariposas robustas, más bien grandes las que viven en Europa. Las orugas tienen un cuerno en el octavo segmento abdominal.



*Mimas tiliae*

- Zigénidos (*Zygaenidae*): Mariposas venenosas de vivos i metálicos colores y de vuelo diurno.



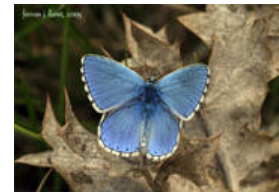
*Zygaena fausta*

- Hespéridos (*Hesperiidae*): Mariposas de tamaño mediano y pequeño y alas cortas y redondeadas. Medio centenar de especies viven en Europa.



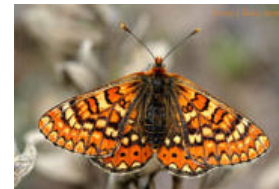
*Hesperia coma*

- Licénidos (*Lycaenidae*): Familia con notable importancia ecológica. Pequeñas mariposas diurnas cuyos machos son mayoritariamente azules. Hay unas ciento diez especies distintas en Europa.



*Polyommatus bellargus*

- Nimfálidos (*Nymphalidae*): Mariposas de tamaño mediano y grande, de vuelo diurno y con diseños alares muy coloridos.



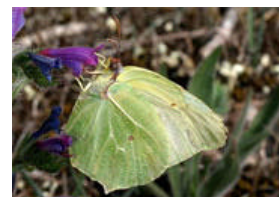
*Euphydryas aurina*

- Papiliónidos (*Papilionidae*): Mariposas diurnas grandes con alas de vivos colores. Tienen a veces unas “colas” en las alas posteriores.



*Parnassius apollo*

- Piéridos (*Pieridae*): Mariposas de medio tamaño, diurnas, normalmente amarillas o blancas. Unas cuarenta especies viven en Europa.



*Gonepteryx cleopatra*

## **2. LA POLILLA GRANDE DE LA CERA (*Galleria mellonella*)**

### **2.1. Los pirálidos**

La polilla grande de la cera pertenece a la familia de los pirálidos (*Pyralidae*), que está dentro de la superfamilia de los piraloideos (*Pyraloidea*). Esta es una familia importante en lo que se refiere a número de especies (es una de las más numerosas dentro de los lepidópteros), pero está relativamente poco representada en Europa. Son los microlepidópteros más grandes y constituyen un grupo intermedio entre éstos y los macrolepidópteros. Su actividad es nocturna y presentan órganos timpánicos abdominales. Las alas se sitúan planas encima del cuerpo cuando están en reposo. La mayoría de orugas son fitófagas (se nutren de plantas), pero algunas se alimentan de otros materiales: de harina, de grano, de forraje, de cera como en el caso de la *Galleria*, etc. Una gran cantidad de especies (la *Galleria* entre ellas) constituyen plagas.

La etimología del nombre de la familia viene del latín (*pyralis*), que a su vez viene del griego (*pyrausta*) y que significa “pequeño animal que vive en el fuego” (Varios autores, 1997). Eso es debido a la creencia que estos insectos vivían en el fuego por su comportamiento de fototropismo positivo, es decir, tienen tendencia a dirigirse a cualquier tipo de luz.

### **2.2. Generalidades**

Las polillas son las mariposas nocturnas, las larvas de las cuales se nutren de tejidos de origen animal (lana, piel...), de restos o de productos alimentarios almacenados. La polilla grande de la cera se llama así por su alimentación. En inglés se le llama “greater wax moth” y en catalán “arna de la cera”.

La polilla grande de la cera es una de las plagas más importantes de las colmenas de las abejas. Se alimentan de la cera, la miel y el polen almacenados en los panales de las colonias activas de abejas dónde construye galerías (de aquí su nombre en latín de *Galleria*) y puede

destruir por completo la colmena. Es una especie muy utilizada en los estudios de patología y fisiología de los insectos y también se cría para utilizar a las larvas como cebo para peces o alimento para reptiles y anfibios.

### ***2.3. Ciclo biológico***

La polilla grande de la cera tiene un ciclo biológico bastante rápido, en condiciones óptimas tarda unas seis semanas en hacer el ciclo completo. Los adultos ponen los huevos en las celdillas de las colmenas. Las larvas salen entre tres y cinco días después. Las larvas son muy activas y tienen un aparato masticador muy potente, y gracias a él van haciendo túneles y galerías que envuelven con unas redes de seda. Las larvas recién nacidas pueden viajar a colonias vecinas, y algunos estudios han comprobado que pueden llegar a recorrer 50 metros. En diecinueve días, las larvas se pueden desarrollar y crecer suficientemente para crisalidar, entonces buscan un lugar adecuado y se envuelven en un capullo de seda en cuyo interior hacen la crisálida. Allí pasan la fase de crisálida que puede durar entre 8 (en mi caso) y 15 días (Russell Goodman, 2003). Una vez los adultos salen del capullo lo único que han de hacer es reproducirse y volver a comenzar el ciclo con la puesta de huevos que lleva a cabo la hembra. El macho adulto capta las feromonas emitidas por las hembras, hecho común en bastantes lepidópteros.

### ***2.4. Factores que condicionan la polilla grande de la cera***

La temperatura, la humedad y el alimento son los factores principales que condicionan el ciclo biológico de la polilla. Sus condiciones óptimas son una temperatura alta que puede estar entre 30 y 35 °C, una humedad relativa del 75-85% con circulación de aire y alimento suficiente (www.animalls.net, 2001). Si la humedad es demasiado alta, hay condensación de agua y pueden aparecer hongos que pueden causar la muerte de las orugas. En estas condiciones el ciclo biológico descrito en el apartado anterior tiene una duración total de 6 ó 7 semanas. Cada uno de los factores mencionados tiene un intervalo dentro del cual se puede desarrollar, pero el tiempo del ciclo varía cuando cambia el valor de alguno de los factores; por ejemplo, si la temperatura es de unos 18°C, las larvas pueden tardar hasta 30 días en salir de los huevos, el periodo larval se puede alargar hasta los 5 meses y el de crisálida hasta dos meses, es decir que el ciclo completo puede pasar de 6 semanas a 8 meses. Si la comida es

escasa el único periodo afectado es el larval porque es el único en que la polilla se alimenta. Si se sobrepasa el límite de los intervalos mencionados los individuos mueren.

La selección natural es el factor evolutivo que ha determinado la adaptación a las condiciones óptimas, que son las que encuentran en el interior de las colmenas de las abejas, donde la humedad es suficiente, hay comida en abundancia y la temperatura es también alta y está regulada por las abejas.

### ***2.5. La polilla grande de la cera, una plaga de las abejas***

La polilla de la cera tiene una gran importancia como plaga ya que causa grandes pérdidas económicas a los apicultores de todo el mundo por la gran cantidad de panales que destruye. Es un problema particularmente serio en América Central porque su clima tropical (la temperatura es más alta y es más o menos constante, y hay más humedad) favorece el desarrollo de la especie.

El adulto vuela hasta encontrar una buena colmena donde poner los huevos, de los que las larvas saldrán después. La larva practica túneles y deja hilos de seda (que llegan a formar telas) y pelusa a medida que avanza y acaba destruyendo completamente la colonia. En el caso de la cría de las abejas en colmenas llegan a destruir los cuadros que la forman.

Hay diversas soluciones para controlar la plaga, la mejor manera es teniendo colonias fuertes porque entonces se pueden defender y destruir la polilla. También se puede hacer un tratamiento con cultivos de un agente biológico comercial, el *Bacillus thuringiensis*, una bacteria que ataca las larvas y controla su población. Otro método efectivo es exponiendo los cuadros o panales de la colmena a temperaturas inferiores a  $-7^{\circ}\text{C}$  durante un tiempo determinado, y así se evita utilizar productos químicos.

## 3. MATERIAL Y MÉTODO

### 3.1. Técnica de cría

La técnica de cría de la polilla grande de la cera requiere el uso de contenedores de material resistente como es el caso del plástico duro o, preferiblemente, cristal porque, como ya hemos dicho, las larvas tienen unas mandíbulas muy fuertes. La capacidad del recipiente ha de ser adecuada a la cantidad de ejemplares que se quieran criar. Yo he utilizado recipientes de entre medio litro y dos litros de volumen. Los he puesto en un terrario para que sea más fácil regular la temperatura (fig. 10). Hay que buscar recipientes que cierren bien y ponerles una rejilla muy fina a través de la cual no pasen las larvas que, al nacer, son diminutas y es muy fácil que se escapen.



**Figura 10.** Terrario donde tenía varios recipientes de larvas.

Es necesario elaborar la comida para las larvas y ponerla, desmigajada, en el fondo del recipiente. El ciclo se puede iniciar en cualquier fase o estadio. Si se empieza por los huevos, debemos ponerlos entre o encima de la comida para que estén cerca de la fuente de alimento. Si se inicia el ciclo por el estado de larva, solo hay que procurar, también, que tengan la comida cerca, para que puedan acceder a ella fácilmente. En este trabajo he empezado el estudio a partir de los huevos.

Hay que conseguir una temperatura y una humedad parecidas a las condiciones adecuadas mencionadas anteriormente (30-35 °C y 75-85 % de humedad relativa) y vigilar siempre que haya comida suficiente ya que las larvas son muy voraces. Es recomendable poner en el recipiente una estructura de cartón con espacios para que las orugas que estén a punto de crisalidar se refugien en ellos. Si, además, quiere conseguirse tener los huevos aparte, puede ponerse un papel sobre la rejilla y las mariposas harán la puesta allí y se tendrán los huevos en el papel.

### 3.1.1 Material para la cría

El material necesario para poder criar la polilla grande de la cera es el siguiente:

- **Recipientes de cristal** donde poner los ejemplares.
- **Fuente de calor** para mantener una temperatura adecuada, puede ser una lámpara.
- **Comida** (se explica en el apartado siguiente).
- **Rejilla** metálica y de agujero muy pequeño para tapar los recipientes de cristal, así puede entrar y salir el aire sin que las larvas se escapen.
- Trozos de **cartón** ondulado para facilitar a las larvas que hagan el capullo (optativo).
- **Papel** donde las mariposas pondrán los huevos (optativo).
- **Terrario** o pecera vacía para poner en su interior los recipientes y poder regular con más facilidad humedad y temperatura.
- **Termómetro** para el seguimiento y control de temperatura.
- **Higrómetro** para el seguimiento y control de la humedad.

### 3.2. Comida

El alimento más apropiado es el que comen las larvas en la naturaleza, es decir los panales de las colmenas de las abejas formados por cera, miel, polen... Hay diferentes dietas para criar artificialmente las larvas (fig. 11), pero todas tienen como ingrediente común la miel y la glicerina. En algunas tiendas donde venden larvas de *Galleria*, las tienen con una comida en que la base de la receta es el salvado, cáscaras de trigo y centeno. Esta no es, sin embargo, una dieta recomendable para criar las larvas porque su función es únicamente mantenerlas con vida mientras están a la venta.



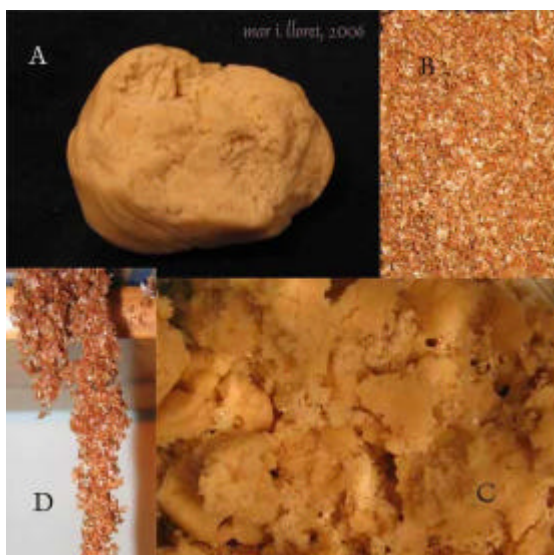
A continuación, anoto la receta que seguí para preparar la dieta de las larvas y el procedimiento de elaboración.

Ingredientes:

- Harina de maíz (160 g)
- Harina de trigo (160 g)
- Papilla de cereales (160 g)
- Leche en polvo (110 g)
- Levadura (56 g)
- Glicerina (130 g)
- Miel (250 g)

Procedimiento:

Fui al laboratorio a preparar la comida pocos días antes de tener los huevos. Pesé todos los ingredientes y los puse en un recipiente. Una vez dentro añadí un poco de agua, lo mezclé y amasé durante un buen rato hasta que la masa era suficientemente consistente y homogénea. Una parte importante de la masa la congelé, y la otra la puse en el recipiente donde guardaría los huevos. En la figura 11 se ven dos tipos de comida diferentes, el A y el C son los que preparé yo, el primero en una bola y el segundo desmigado, y la B y la D son virutas de comida tal como se encuentra en tiendas de animales exóticos, y en ésta última la misma comida en cuyo interior observamos una galería hecha con hilos de seda por una larva.



**Figura 11.** Alimento de la *Galleria mellonella*.

### **3.3. Recogida de datos**

Los datos tomados durante el periodo de cría son básicamente de tres tipos: datos cronológicos, medidas físicas y morfológicas y observaciones.

#### **3.3.1. Datos cronológicos**

Consisten en medir el tiempo que dura cada uno de los estadios de la polilla, observar los cambios que se producen y cuándo se producen y finalmente hacer un seguimiento de los días que tardan las larvas en salir del huevo, de los días que tardan en hacer el capullo, cuándo sale el adulto del capullo y cuál es la duración de la vida de la mariposa.

#### **3.3.2. Datos físicos y morfológicos**

Los datos físicos y morfológicos incluyen todas las medidas (longitud, anchura, diámetro...) realizadas.

Para medir los primeros estadios, es decir, el huevo y la larva, de dimensiones muy pequeñas, necesitaba instrumentos adecuados de los que no disponía: un microscopio estereoscópico o lupa binocular y un micrómetro. Los huevos con los que empecé el ciclo fueron cedidos por la unidad de Zoología de la Universitat Autònoma de Barcelona.

Fui al Museu de la Tela de Granollers (fig. 12) y allí me dejaron utilizar los instrumentos necesarios para poder realizar las medidas. Hice las mediciones cada semana durante todo el ciclo y pude recoger datos del diámetro de los huevos, la anchura de la cápsula cefálica (la cabeza, que es una estructura rígida) de la larva y su longitud.

De los huevos, he medido el diámetro de veinte de ellos con el microscopio y el micrómetro para poder hacer la media y desviación típica y otros estadísticos.



**Figura 12.** Foto del Museu de la Tela de Granollers.

Las medidas de las larvas han sido tomadas desde el nacimiento hasta el momento de hacer la crisálida. Para poder realizar las medidas he tomado muestras de las larvas y las he conservado en alcohol al 70%. Ha sido necesario hacerlo así para poder tomar bien las medidas y hacerlas más precisas, esto no hubiera sido posible de haberse hecho con las larvas vivas por sus movimientos, que son muy rápidos, y por la imposibilidad de realizar las medidas en el Museo de la Tela con la misma frecuencia con que recogía las muestras.

Cada tres días, mientras duró la fase larvaria, extraía 10 larvas de muestra y las conservaba en alcohol. En el momento de extraerlas medía su longitud con un pie de rey. Y cuando iba al Museo de la Tela medía la anchura de su cápsula cefálica y otra vez su longitud con la lupa binocular y el micrómetro.

Las medidas de la cápsula cefálica son las más precisas porque es una estructura rígida y, por lo tanto, no cambia de tamaño. En cambio, la longitud, al tener las larvas el cuerpo elástico y flexible, puede variar un poco.

Para el tratamiento de los datos recogidos he calculado la *media aritmética* ( $\bar{x}$ ), que es la suma de todos los datos obtenidos dividida entre el número de datos; la *desviación típica* o estándar (SD), que representa la dispersión de los datos respecto a la media aritmética; los valores *máximos* y *mínimos*, que muestran el valor mayor y el menor de todos los tomados y el *coeficiente de variación* (CV) que se define como el cociente entre la desviación típica y la media aritmética y es una medida muy útil para comparar distribuciones que están en diferentes escalas.

Estos cálculos los he hecho con tablas diseñadas a partir de la hoja de cálculo Excel.

### 3.3.3. Observaciones

Las observaciones han sido anotadas sistemáticamente y se refieren a los cambios que se han ido produciendo, incluyendo las descripciones del ciclo, el comportamiento, etc.

### 3.3.4 Material utilizado para la recogida de datos

Para la recogida de datos he utilizado el material siguiente:

- **Pinzas** para coger las larvas.
- **Pinceles** para poder coger las larvas cuando son muy pequeñas.
- **Alcohol al 70%** para conservar las muestras.
- **Lupa de mano y cuentahílos** para observar los ejemplares, hacer la descripción y medir la longitud.



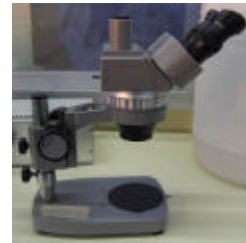
- **Pie de rey** para medir la longitud.



- **Recipientes de cristal** pequeños, cerrados herméticamente, donde guardar las muestras tomadas.



- **Microscopio estereoscópico o lupa binocular** con un aumento de 10x en el ocular y de 0,7 a 4,5x en el objetivo.



- **Micrómetro mecánico** con una sensibilidad de 0'005 mm y un rango de 0 a 50 mm.



- **Fuente de luz fría**, aparato para iluminar las muestras sin calentarlas.



- **Cámaras fotográficas**, Canon Eos 10D y Canon PowerShot A95



El micrómetro mecánico funciona de la siguiente manera:

Primero debemos montar el micrómetro en el microscopio (fig. 13) encajándolo en la platina. La lupa binocular lleva un ocular micrométrico con unas marcas de referencia (fig. 14). El micrómetro dispone de un contador según el movimiento de una ruedecilla que se va girando. Para hacer una medida hay que colocar lo que se quiere medir en la platina y hacer coincidir un extremo del objeto con una de las marcas del micrómetro del ocular.

Entonces, se gira la ruedecilla del micrómetro y el plato donde se encuentra el objeto para medir se desplaza. Se ha de mover hasta que el otro extremo del objeto coincida con la misma marca tomada al comenzar. El micrómetro mide el movimiento del plato y así da la medida en milímetros.



**Figura 13.** Microscopio con el micrómetro montado y la luz de fuente fría para iluminar la muestra.



**Figura 14.** Larva vista por el microscopio donde se ven las marcas del ocular micrométrico que se utilizan para medir la muestra con el micrómetro.

## 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1. Los huevos

Los huevos son esféricos, su color puede ir de rosa a blanco y tienen un diámetro de 0,5 mm aproximadamente. Una vez han salido las larvas podemos observar la tonalidad translúcida (fig. 15). Las hembras ponen entre 300 y 600 huevos. Yo empecé el ciclo a partir de los huevos, de los que hice un recuento y dio un resultado de casi 1800 huevos. De estos huevos, utilicé unos 400 para hacer el estudio. Los mantuve a una temperatura de unos 30 °C y entre seis y siete días después de la puesta las larvas empezaron a salir del huevo. Como estaban encima de la comida, en seguida empezaron a alimentarse.



**Figura 15.** Huevos de *Galleria mellonella*. A) Después de la eclosión y B) Antes de la eclosión.

En la tabla 2 están los datos que corresponden a cada huevo medido, y en la 3 se muestra la media aritmética del diámetro de los huevos, la desviación típica (SD), los valores máximo y mínimo y el número total de muestras tomadas (N). Los datos de la tabla 3 los he obtenido a partir de los valores recogidos en la tabla 2.

Como se desprende de los valores de las tablas 2 y 3 el diámetro de los huevos es de  $0,45 \pm 0,03$  mm. Puesto que el coeficiente de variación es muy pequeño podemos afirmar que no hay demasiada variación en la medida del diámetro y que todos los huevos son muy parecidos en cuanto a la medida.

**Tabla 2.** Medidas del diámetro de los huevos en milímetros.

Huevo	Diámetro del huevo	Huevo	Diámetro del huevo	Huevo	Diámetro del huevo
1	0,43	7	0,46	13	0,44
2	0,48	8	0,4	14	0,46
3	0,5	9	0,44	15	0,47
4	0,43	10	0,47	16	0,44
5	0,48	11	0,42		
6	0,44	12	0,4		

**Tabla 3.** Valores del diámetro de los huevos en milímetros.

$\bar{x}$	SD	CV	N	Valor máximo	Valor mínimo
0,45	0,03	0,067	16	0,5	0,4

## 4.2. Las larvas

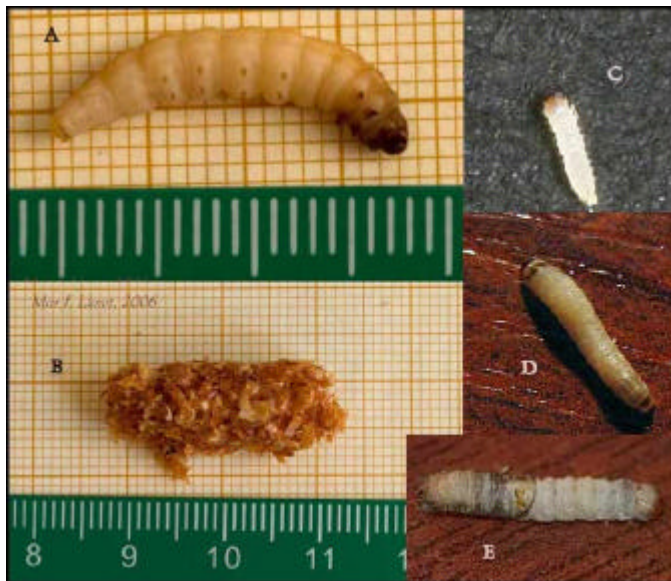
Las larvas acabadas de salir del huevo tienen una longitud de 1,2 milímetros y una anchura de la cápsula cefálica de 0,19 milímetros aproximadamente (tabla 4). Tienen el cuerpo blanco, un poco translúcido (fig. 16, C) y son muy rápidas de movimientos casi convulsivos, cosa que dificulta mucho tomar su medida en vivo. A medida que crecen pueden adquirir un tono más oscuro, tirando hacia gris y, cuando su cabeza mide entre 0,3 y 0,4 mm, detrás les sale un anillo de color marrón, el mismo color que la cápsula cefálica (fig. 16, D).

Las larvas son muy activas y comen mucho. Esta actividad y movimiento seguramente hace que cuando estén juntas en un lugar pequeño generen cierto calor, hecho que por si solas no podrían hacer porque son animales ectodermos y como individuos aislados no tienen la capacidad de regulación de su temperatura corporal como lo puede hacer por ejemplo un ave o un mamífero.

Las larvas van haciendo túneles entre la comida y los cubren de redes de hilos de seda. Durante el desarrollo larvario, por lo que he observado, deduzco que hacen unas 6 mudas (Fig. 16, D) y la 7ª es ya la transformación en crisálida, por lo tanto tienen 7 fases. El seguimiento de las fases ha sido muy difícil porque las orugas están la mayor parte del tiempo en el interior de la comida y no son visibles. Antes de hacer la pupa, pueden llegar a hacer



unos 25 mm de longitud y su cápsula cefálica, unos 2 mm de anchura (fig. 15, A), pero no tienen por qué llegar a esta medida para hacer el capullo (fig. 16, B) y la crisálida, a veces (si se quedan sin comida, por ejemplo), la pueden hacer mucho antes.



**Figura 16.** Larvas de diferentes edades.

La tabla 4 muestra la variación de la anchura de la cápsula cefálica y la longitud de las larvas en relación a la edad. Los datos son las medias de las muestras recogidas en larvas de la misma edad, es decir, de las medidas que tomaba de diferentes larvas un día (Anexo II) hacía la media, que es la que aparece en la tabla. Las figuras 17 y 18 son la representación gráfica de los datos de la tabla 4.

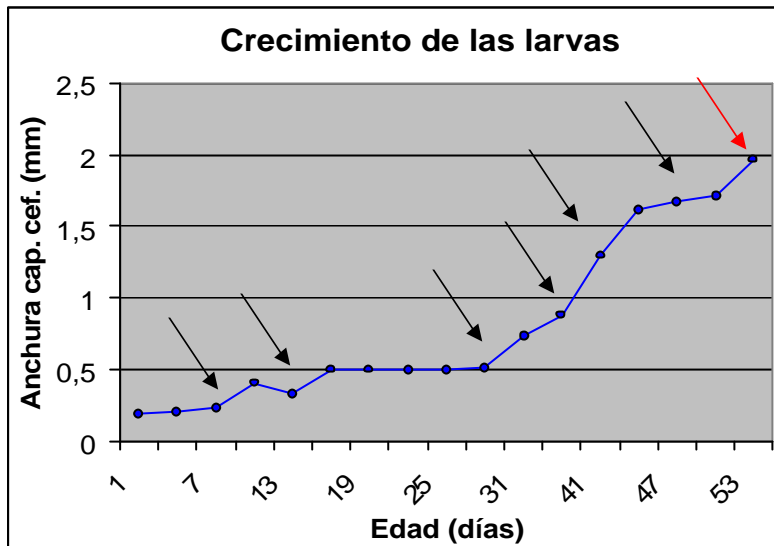
**Tabla 4.** Anchura de la cápsula cefálica y longitud de las larvas.

Edad (días)	Cápsula cefálica (mm)	Longitud (mm)	Edad (días)	Cápsula cefálica (mm)	Longitud (mm)
1	0,19	1,17	28	0,51	5,25
4	0,2	1,38	31	0,73	7,09
7	0,23	1,69	34	0,88	8,59
10	0,4	3,93	41	1,3	14,06
13	0,33	3,34	44	1,61	16,04
16	0,5	4,83	47	1,67	18,05
19	0,5	4,91	50	1,72	19,45
22	0,49	5,36	53	1,97	20,27
25	0,49	5,36			

En la figura 17 podemos ver el crecimiento de las larvas en relación a la anchura de la cápsula cefálica (mm) con el tiempo transcurrido, es decir con la edad que tenían. Se cuenta como día 1 el día del nacimiento. En el gráfico se observa el crecimiento de la larva, y se ve claramente que no es continuo. Esto pasa porque la cápsula cefálica no crece durante las diferentes fases

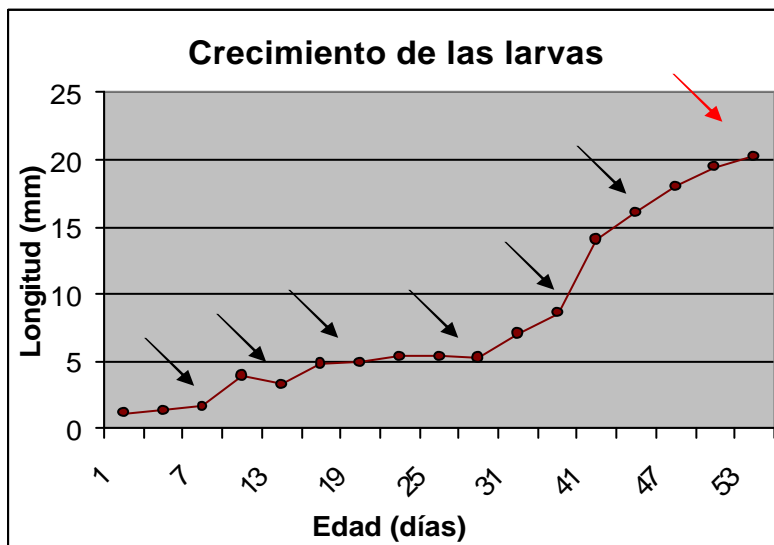


larvarias, sino que cuando mudan la cápsula aumenta de tamaño. Aunque no acaba de verse bien en el gráfico, que tendría que quedar escalonado marcando cada muda, se intuye donde han habido mudas. Las flechas negras marcan donde han ocurrido probablemente estas mudas, la flecha roja marca la última muda, que es la transformación en crisálida.



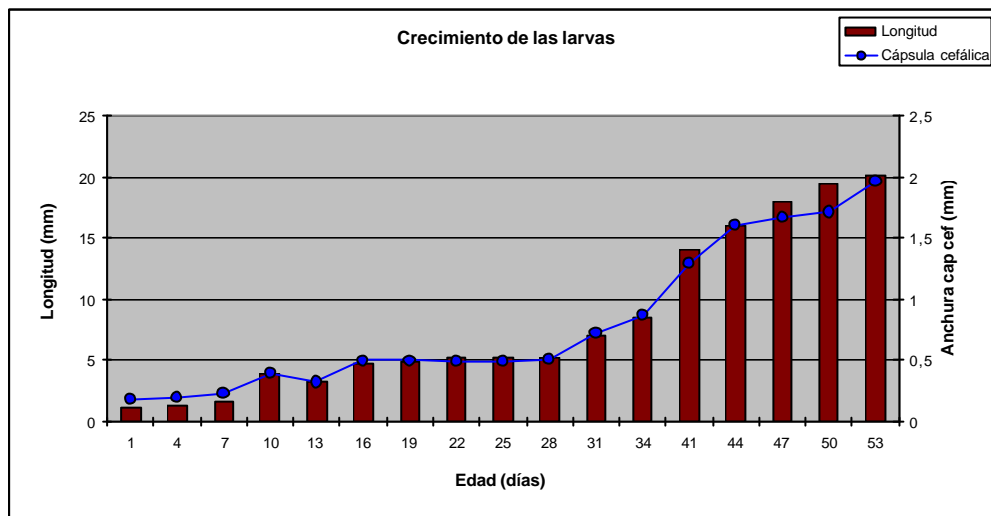
**Figura 17.** Crecimiento de las larvas.

En la figura 18 podemos ver el aumento de la longitud de la larva y la edad en días. Se observa también el crecimiento discontinuo de las larvas, y de aquí se puede deducir que entre muda y muda también crecen poco respecto a la longitud. En el gráfico se puede también intuir cuando han mudado las larvas, las mudas están marcadas con las flechas negras y la roja representa la crisálida.



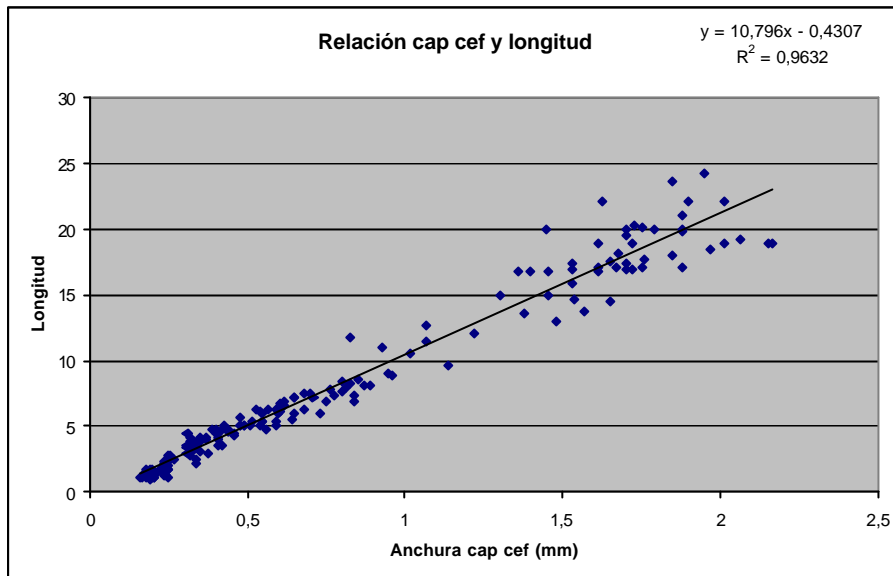
**Figura 18.** Crecimiento de las larvas. Variación de la longitud con la edad.

En la figura 19 se expresa de manera conjunta el aumento de la longitud y la cápsula cefálica en relación con la edad en diferentes ejes. Se observa la evolución del crecimiento de las dos medidas, se ve claramente como hay una relación más o menos directamente proporcional entre las dos medidas y que las de la cápsula cefálica son un poco más constantes. En las figuras 17 y 18 ya se intuía esta proporcionalidad porque las dos líneas tenían una forma muy similar. Para estudiar el crecimiento larvario, no era necesario tomar las dos medidas: midiendo únicamente la longitud, obteníamos un gráfico de crecimiento muy parecido al de la anchura de la cápsula cefálica. Pero parece ser que en el caso de la medida de la cápsula cefálica hay una variabilidad menor y, por lo tanto, es trata de una variable más significativa.



**Figura 19.** Gráfico conjunto del crecimiento de la longitud y la cápsula cefálica en relación a la edad.

En la figura 20 se muestra la relación entre la anchura de la cápsula cefálica y la longitud de las larvas. La  $y$  es la función de la recta que más se ajusta a la nube de puntos y que está señalada en negro. La  $R^2$  es el coeficiente de determinación y muestra la bondad de ajuste, cuanto más cercana a 1 sea, mejor será la correlación lineal. Siendo la correlación el grado en que una variable  $x$  permite diagnosticar los valores de la otra variable  $y$ . La correlación obtenida entre la longitud y la anchura de la cápsula cefálica es de tipo lineal, y la ecuación de la recta que forma la nube de puntos es  $y = 10,796 x - 0,4307$ . Gracias a esta ecuación, sabiendo solo una de las dos variables podemos diagnosticar la otra  $y$ , como el coeficiente de determinación es de 0,96, será un diagnóstico bastante real. La figura 20 está basada en 170 datos tomados ( $N=170$ ). Podemos decir que la anchura de la cápsula cefálica está estrechamente relacionada con la longitud de la larva, hecho que corrobora lo que habíamos ido observando desde la figura 17.



**Figura 20.** Correlación entre la anchura de la cápsula cefálica y la longitud de las larvas.

Cuando llega el momento de hacer la crisálida, las larvas buscan un lugar apartado y resguardado, como una esquina, espacios entre los pliegues del cartón, etc. y empiezan a envolverse de hilos de seda (fig. 21) donde pegan el material que tienen a mano, ya sean trozos de comida, excrementos e, incluso, trozos de plástico roídos. Si no tienen nada de esto simplemente se enrollan con los hilos de seda. He observado que si no encuentran un lugar un poco resguardado tienden a esperarse para hacer la crisálida y en ocasiones se disponen diversos individuos en batería para ahorrar esfuerzos a la hora de hacer el envoltorio (fig. 22).



**Figura 21.** Larva elaborando el capullo.



**Figura 22.** Capullos hechos uno al lado de otro.

En algunos recipientes apartados del lugar de condiciones óptimas he observado también que cuando las condiciones no son adecuadas (falta de comida, temperatura demasiado baja...) la actividad de las larvas disminuye y el crecimiento es mucho más lento.

La duración del estadio larval ha sido de unos 50 días, pero ha habido mucha variabilidad, calculando coeficientes de variación de las medidas de un mismo día, éstos salían de 0,3 y 0,4.

### ***4.3. La crisálida***

Una vez construido el capullo o envoltorio, hacen la crisálida dentro. Desde el momento en que empiezan a fabricar el capullo hasta que la crisálida ya está hecha pasan entre 1 y 2 días. El capullo tiene forma de cilindro más ancho en el centro que en los extremos, es fusiforme, es decir, tiene forma de huso (fig. 23). Los capullos elaborados únicamente con hilos de seda miden unos 16 mm de longitud y unos 6 mm de diámetro.



**Figura 23.** Capullos de seda y capullos con partículas de comida pegadas.

Las tablas 5, 6 y 7 muestran las medidas tomadas a los capullos. La tabla 5 muestra la longitud y la anchura o diámetro máximo de cada capullo, y las tablas 6 y 7, la media aritmética, la desviación típica, el coeficiente de variación, el número de datos y los valores máximo y mínimo de los datos representados en la tabla 5.

**Tabla 5.** Medidas tomadas de los capullos en milímetros.

Capullo	Longitud	Anchura máx.	Capullo	Longitud	Anchura máx.
1	15,6	5,7	10	18,7	7
2	14	5,5	11	16	6,8
3	16,7	5,9	12	16,2	6,1
4	13,8	5	13	15	6
5	14,8	5,6	14	16,7	8
6	16,4	6	15	15,2	6,6
7	17,2	6,8	16	16,4	7,2
8	17,7	5,9	17	18	7
9	17	7,6			

De los valores de las tablas 5 y 6 se desprende que la mayoría de los capullos (teniendo en cuenta solo la cubierta de seda y no el resto de materiales adheridos a ella) miden  $16,2 \pm 1,35$  mm de longitud. En los capullos hay una cierta variabilidad de medidas puesto que entre el valor mínimo y el máximo hay prácticamente 5 mm.

**Tabla 6.** Valores de la longitud de los capullos en milímetros.

$\bar{x}$	SD	CV	N	Valor máximo	Valor mínimo
16,2	1,35	0,083	17	18,7	13,8

De los valores calculados en la tabla 7 se puede observar que la anchura máxima (que equivale al diámetro máximo porque los capullos son fusiformes) de los capullos sería  $6,39 \pm 0,81$  mm Como en el caso de la longitud, hay también bastante variabilidad.

**Tabla 7.** Valores de la anchura máxima de los capullos.

$\bar{x}$	SD	CV	N	Valor máximo	Valor mínimo
6,39	0,81	0,12	17	8	5

La crisálida (fig. 24) es un poco más pequeña que el capullo y está protegida en su interior. Mide unos 13 mm y tiene una anchura máxima de 4 mm Estas medidas siempre dependen de la medida de la oruga cuando crisálida, medida que no es siempre la misma.



**Figura 24.** Crisálidas.

En la tabla 8 vemos las dos medidas realizadas a las crisálidas, y en la 9 y la 10 la media aritmética, la desviación típica, el coeficiente de variación y los valores máximo y mínimo extraídos de la tabla 8.

**Tabla 8.** Medidas de las crisálidas: longitud y anchura máxima.

Crisálidas	Longitud	Anchura máx.
1	15,1	4,3
2	16	4,7
3	14,9	4,4
4	15	4,1
5	13,6	4,2
6	12	3,5
7	11,8	3,4
8	12	3,5
9	12,4	3,8
10	12	4
11	11	3,7

De los valores de las tablas 8 y 9 se deduce que estos son parecidos a los de los capullos pero un poco inferiores. También hay variabilidad de medidas. Las crisálidas miden  $13,25 \pm 1,72$  mm de longitud.

**Tabla 9.** Valores de la longitud de las crisálidas.

$\bar{x}$	SD	CV	N	Valor máximo	Valor mínimo
13,25	1,72	0,13	11	15,1	11

En la tabla 10 observamos que los valores también son parecidos a los de los capullos pero inferiores y con una desviación típica bastante inferior, lo que indica que la anchura de la

crisálida es menos variable que la del capullo. La anchura máxima mayoritaria de las crisálidas es de  $3,96 \pm 0,42$  mm.

**Tabla 10.** Valores de la anchura máxima de las crisálidas.

$\bar{x}$	SD	CV	N	Valor máximo	Valor mínimo
3,96	0,42	0,10	11	4,7	3,4

La crisálida tiene forma de cilindro redondeado en los extremos, con el extremo posterior un poco puntiagudo. La exuvia, que es la piel de la larva que se desprende cuando se transforma en crisálida, queda dentro del capullo, en el extremo posterior de la crisálida.

El color de la crisálida va cambiando en función del tiempo. Al principio es amarillo pálido, va oscureciéndose a color crema, marrón claro y, finalmente, adquiere un color marrón oscuro. Justo antes de emerger el adulto de la crisálida, la zona dorsal y allí donde habría las alas toman un color prácticamente negro. Además toda la parte dorsal es siempre más oscura que la parte ventral. En este estado el movimiento es muy limitado; sin embargo, la parte posterior, toda la zona del abdomen, se puede mover. Después de 8 o 9 días, los adultos emergen de la crisálida.

#### **4.4. El imago**

Cuando llega el momento el adulto emerge de la crisálida. Sale de cara, es decir, por la parte anterior de la crisálida (Fig. 25), y la parte que romperá del capullo es más fina que el resto para facilitar el trabajo.



**Figura 25.** Crisálida ya vacía.

En la figura 25 vemos una fotografía, realizada a través de la lupa binocular, donde se observa una crisálida ya vacía y donde se aprecia perfectamente la fisura por donde ha salido el adulto.

La eclosión de la crisálida no se produce en una hora concreta, algunos adultos han salido durante la noche y otros durante el mediodía o por la tarde. Podría ser, sin embargo, que en condiciones naturales sí que tuvieran una hora preferente.

El meconio excretado por los adultos (materiales de deshecho producidos en la crisálida en forma de líquido) es de color crema o más anaranjado según el ejemplar.

En esta especie hay un cierto dimorfismo sexual que he encontrado descrito, en parte, en la bibliografía, y que, al observar a los adultos y alguna puesta, he podido comprobar. En general, el macho (fig. 26) es más pequeño que la hembra (fig. 27) (que puede llegar a doblar la medida del macho) y además es más claro. El macho tienen las alas de color marrón grisáceo, la hembra las tiene gris tirando a negro. Incluso así, a veces resulta difícil saber cual es el macho y cual la hembra.



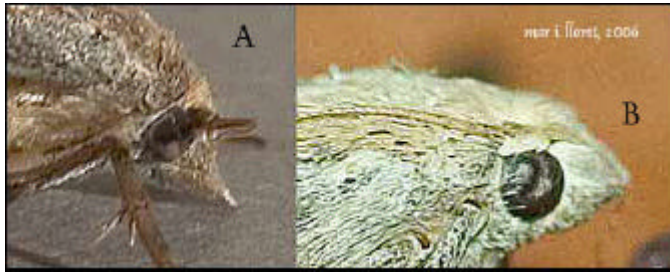
**Figura 26.** Macho adulto de la polilla grande de la cera.



**Figura 27.** A la izquierda hembra de la polilla grande de la cera.

El rasgo más distintivo que he encontrado entre machos y hembras es la forma del aparato bucal. Las hembras lo tienen acabado en punta, es como un pequeño pico; en cambio, los machos lo tienen redondeado (fig. 28).





**Figura 28.** Cabezas de *Galleria mellonella*, A) hembra, B) macho.

En las polillas he medido la longitud del cuerpo y la anchura de las alas cuando están en estado de reposo. En las tablas 11, 12 y 13 se observa el dimorfismo sexual en la medida de las polillas.

En la tabla 11 se muestran las medidas de cada polilla, y en las tablas 12 y 13 tenemos los valores de la media aritmética, la desviación típica, el coeficiente de variación y los valores máximo y mínimo. Los valores de estas tablas están elaborados a partir de los datos de la tabla 11. Todos los datos están en milímetros.

**Tabla 11.** Medidas del adulto en milímetros.

Machos		Hembras	
Alas	Longitud	Alas	Longitud
6,9	11,5	10	18
6	13	8	15
7	12	6	12
8	12	9	16
7	12	10	18,3
7,7	13	13	17
6	12	9	15
6	14	8,5	14,5
6	14,5	10	15

En las tablas 12 y 13 se observa que hay dimorfismo sexual en la medida. Las hembras miden  $15,48 \pm 1,91$  mm de longitud y las alas en reposo miden  $9,25 \pm 1,78$  mm de anchura. En los machos es inferior,  $12,7 \pm 0,98$  mm de longitud y  $6,86 \pm 0,84$  mm de alas. Sin embargo, la medida no es un rasgo distintivo por completo porque los valores máximos del macho superan a los mínimos de la hembra, y esto significa que hay machos que pueden ser más grandes que las hembras.

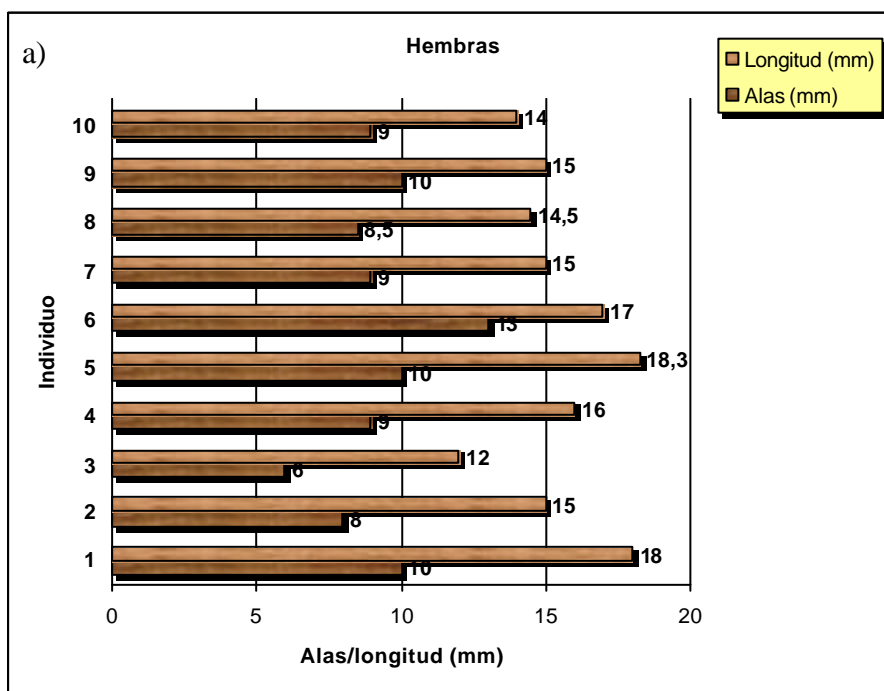
**Tabla 12.** Valores de los machos.

	$\bar{x}$	SD	CV	Valor máximo	Valor mínimo
Alas	6,86	0,84	0,122	8	6
Longitud	12,7	0,98	0,077	14,5	11,5

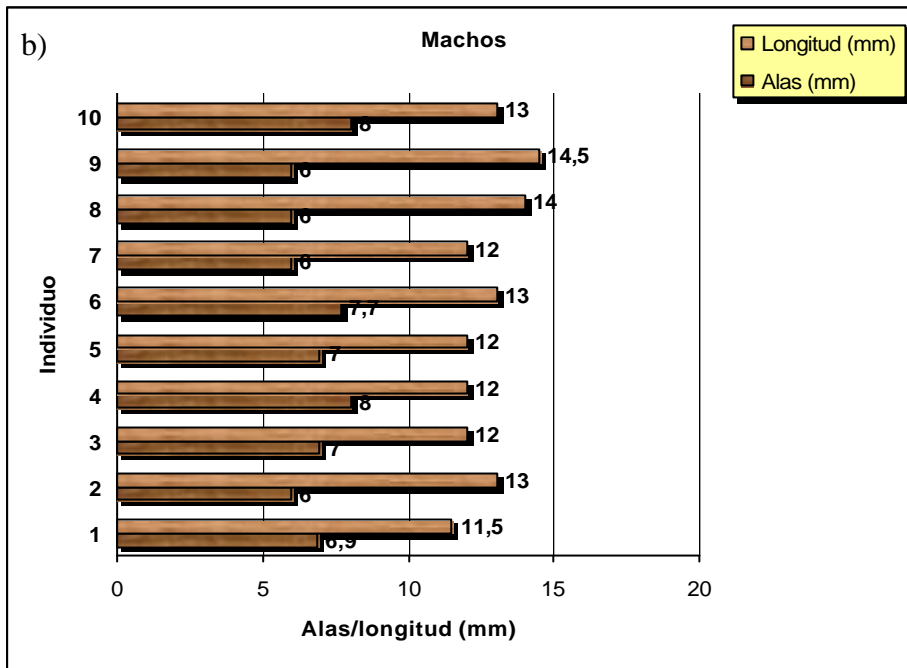
**Tabla 13.** Valores de las hembras.

	$\bar{x}$	SD	CV	Valor máximo	Valor mínimo
Alas	9,25	1,78	0,19	13	6
Longitud	15,48	1,91	0,123	18,3	12

En la figura 29 están representados los datos de la tabla 11. En el gráfico a se ven las medidas de las hembras y se observa que hay cierta relación entre la anchura de las alas en reposo y la longitud del cuerpo. En el gráfico b se ven los datos de los machos y también se puede apreciar que hay relación entre una y otra medida. Si comparamos los dos gráficos vemos que las medidas de las hembras, generalmente, son superiores a las de los machos.



**Figura 29 a.** Medida de las hembras de *Galleria mellonella*.



**Figura 29 b.** Medida de los machos de *Galleria mellonella*.

Al poco tiempo, un día después más o menos de haberse apareado dos adultos (fig. 30), el macho muere. La hembra pone los huevos entre unas horas y un día más tarde y tarda un par de días más que el macho en morir. La hembra pone los huevos todos juntos formando una lámina o montoncito. Cuando hay un papel, los pone debajo del papel.



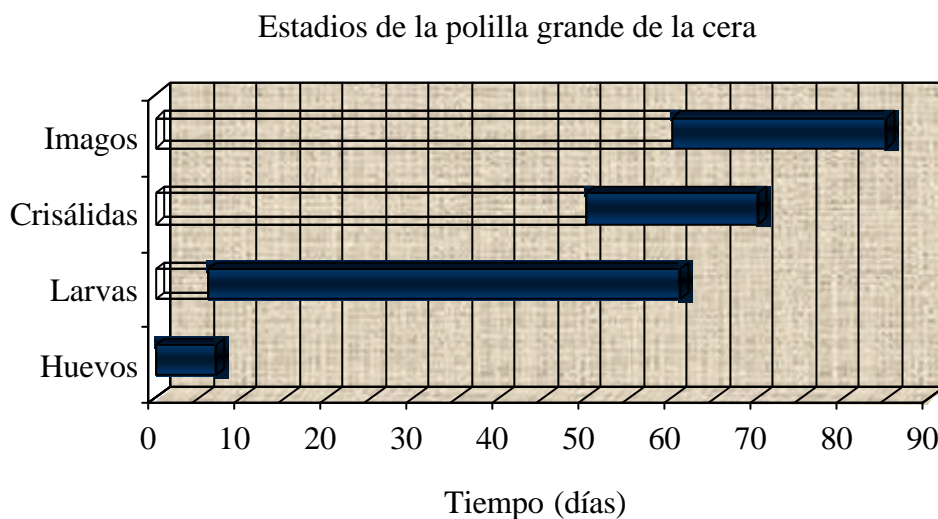
**Figura 30.** Apareamiento de la polilla grande de la cera.

Si no se han podido aparear la vida de los adultos se alarga, hasta poderlo hacer. Pueden tardar en morir hasta 15 días. He observado que la proporción de sexos es desigual, hay más machos que hembras. Alguna posible respuesta a la pregunta de por qué ocurre esto, es porque las hembras emergen de la crisálida más tarde que los machos, es decir, su estadio de crisálida es más largo. O quizás esta desigualdad sea fruto del azar.

#### 4.5. Análisis del ciclo completo

En este apartado explico la duración de cada estadio de la polilla grande de la cera y las observaciones realizadas respecto a este tema.

El gráfico de la figura 31 muestra en qué estadio estaban los diferentes individuos en relación con la edad. Se puede considerar como una visión global y un resumen general de ciclo biológico. Se observa cómo hay unos intervalos de solapamiento entre los diferentes estadios, y cómo estos intervalos son mayores en los últimos estadios. Observamos que en la duración del estadio larvario hay variabilidad y cuando unos individuos ya han hecho la crisálida y ha emergido el adulto, otros aún son larvas a punto de hacer la crisálida.



**Figura 31.** Amplitud máxima de la duración de las diferentes fases vitales de la polilla grande de la cera.

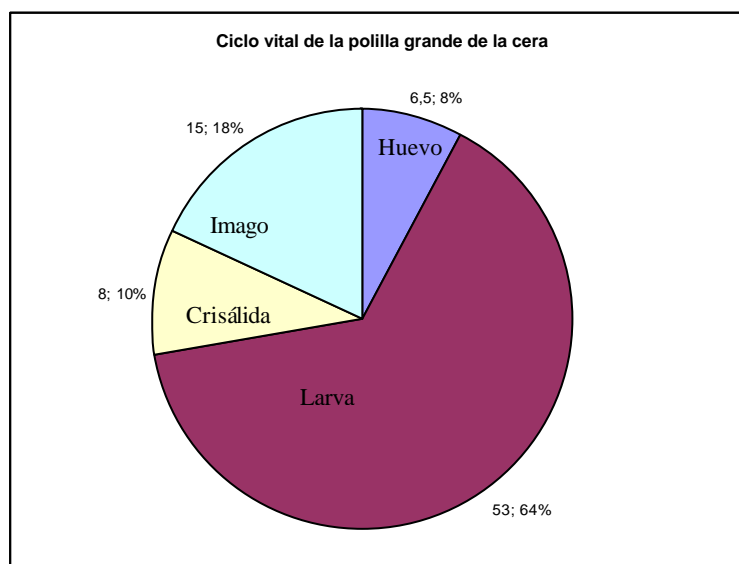
En la tabla 14 se muestra la duración media de cada estadio, donde N es el número de muestras tomadas para poder hacer la media aritmética ( $\bar{x}$ ) y los valores máximos y mínimos.

Se observa, como también se verá en la figura 32, que el estadio más importante en cuanto a la duración es el larval, y es en este estadio donde la variabilidad de crecimiento es mayor. Como he ido comentando, dos larvas nacidas en un mismo día y con las mismas condiciones pueden hacer la crisálida con más de 15 días de diferencia.

**Tabla 14.** Duración media de cada estadio.

	N	$\bar{x}$ (días)	Valor máximo (días)	Valor mínimo (días)
huevos	200	6,5	7	6
larvas	100	53	60	40
crisálidas	50	8	9	7
adultos	50	15	20	2

En el gráfico circular del ciclo biológico de la figura 32 observamos que cada sector representa un estadio de la polilla grande de la cera. La primera cifra es la duración media en días, la segunda es el tanto por ciento respecto a la duración total del ciclo. Igual que en el caso de la tabla 14, aquí he considerado la duración máxima de la vida del adulto. Gran parte del ciclo (un 64%) lo pasan como larvas creciendo y alimentándose, en cambio, los huevos y la crisálida representa una parte poco importante en cuanto a la duración, ya que de los huevos salen tan pronto como la larva está suficientemente formada, y las crisálidas serían el paso que les permite convertirse en adultos y reproducirse.



**Figura 32.** Gráfico circular del ciclo biológico.

La duración media del ciclo biológico completo, contando que la vida del adulto es de 4 días (tiempo suficiente para que, en condiciones naturales y con suficientes ejemplares, se apareen y la hembra ponga los huevos), es de 71-72 días, es decir diez semanas.

## 5. CONCLUSIONES

- Es muy importante seguir una metodología y ser constante y sistemático/a ya que cualquier cambio en alguna variable puede hacer cambiar completamente los resultados.
- No todos los ejemplares crecen a la misma velocidad aunque tengan las mismas o parecidas condiciones, hay diversidad en el ritmo de crecimiento, si bien la variabilidad no es muy grande.
- No era necesario medir el crecimiento de la anchura de la cápsula cefálica, con la longitud era suficiente, porque el grado de correlación entre una y otra es muy grande. A pesar de esto, es mejor medir las cápsulas cefálicas porque el coeficiente de variación de estos datos es inferior al de la longitud y, por lo tanto, los datos son más significativos.
- No es necesario matar las larvas para medir la cápsula cefálica. Se podrían haber recogido las cápsulas cefálicas una vez hubieran hecho la muda y luego medirlas. El problema de recoger los datos de esta manera es que se tendría que hacer un seguimiento más exhaustivo (diario) y, además, se tendrían que buscar entre la comida.
- La duración del ciclo biológico completo ha sido más larga que la que encontré en la bibliografía. Lo más probable es que esto sea a causa de que la temperatura era unos 3 o 4 °C inferior a las condiciones óptimas. Esto lleva a la conclusión de que la disminución de la temperatura 4 °C hace que el tiempo de duración del ciclo vital sea hasta 3 semanas mayor.
- Aunque son animales ectodermos, pueden regular la temperatura cuando hay muchos individuos juntos. En la base de los recipientes, que es donde había más densidad de individuos, la temperatura ascendía unos 3 o 4 °C más que en el resto del terrario.
- El estadio larval, consta de 7 fases y la crisálida. Realizan 6 mudas a medida que crecen y una 7ª al transformarse en crisálida.
- El crecimiento de las larvas en la longitud del cuerpo y, sobre todo, en la anchura de la cápsula cefálica se produce solo en el momento de la muda. Entonces, hay un fuerte aumento de medida y, entre muda y muda, el crecimiento es muy suave (si es que hay crecimiento).

- Los huevos, con un coeficiente de variación de 0,067, son el estadio menos variable.
- El coeficiente de variación más alto es el de las larvas, que llegaba hasta 0,4. Se deduce, por lo tanto, que las larvas al nacer son todas prácticamente iguales, y en el periodo larvario crecen a velocidades diferentes y llegan a adquirir medidas diferentes.
- El momento de crisalidar no depende del tiempo sino de la medida de la larva. Esto se ve al comparar los coeficientes de variación de las medidas de las crisálidas y los de las larvas.
- Los coeficientes de variación de las crisálidas son más pequeños que los de las larvas, esto implica que las medidas de las larvas son menos homogéneas.
- La larva ha de llegar a una medida mínima para crisalidar aunque tarde más tiempo.
- Gracias a la realización de este trabajo he aprendido el gran esfuerzo que representa el seguimiento de un experimento en vivo.

# BIBLIOGRAFÍA

- Blas, M & al. 1987. Història Natural dels Països Catalans. Artròpodes II. Fundació Enciclopèdia Catalana, Barcelona.
- García del Pino, F. & de Haro, A. 1986. Determinación y caracterización de los estadios larvales de *Zeuzera pyrina* en un cultivo de laboratorio. Bol. Asoc. Esp. Entom. Vol. 11: 329-340.
- García del Pino, F. 2006. Comunicació oral (receta de la dieta).
- Leraut, P. 1992. Las mariposas en su medio. Ed.Plural. Barcelona.
- Masó, A.; Pérez-De-Gregorio, J.J. i Vallhonrat, F. 1985. La vida de las mariposas. Ketres editora. Barcelona.
- Pollard, E. & Yates, T.J. 1993. Monitoring butterflies for ecology and conservation. 256 pp. Chapman & Hall, London.
- Pritam, S. i Meore, R.F. 1985. Handbook of insect rearing II. Ed. Losevier.
- Sarto, V. 1986. Lepidòpters del Montseny. In: El patrimoni biològic del Montseny. Catàlegs de flora i fauna, 1 (Terrades, J. & Mirallas, J., Eds): 105-141. Diputació de Barcelona, Servei de Parcs Naturals, Barcelona.
- Stefanescu, C. 1999. Les papallones del Montseny. Una aproximació a la seva ecologia. 71 pp. Museu de Granollers-Ciències Naturals, Granollers.
- Stefanescu, C. 2000. El Butterfly Monitoring Scheme en Catalunya: los primeros cinco años. Treballs de la Societat Catalana de Lepidopterologia, 15: 3-46.
- Tolman, T. & Lewington, R. 1997. Guía de las mariposas de España y Europa. Lynx Edicions. Barcelona.
- Ylla, J. 1997. Història Natural del Lepidòpter *Graellsia isabelae* (Graells, 1849). Institut d'Estudis Catalans. Barcelona.
- Varios autores. 1997. Ciencias de la Naturaleza. Volumen 7 (zoología II). Ed. Planeta. Barcelona

## Webgrafia:

- <http://magno.uab.es/fas/fas/web-pap/Portada.htm>
- <http://pdl.iec.es/entrada/diec.asp>



- [http://www.alaquairum.com/polilla\\_de\\_la\\_cera.htm#sp](http://www.alaquairum.com/polilla_de_la_cera.htm#sp)
- <http://www.animalls.net>
- <http://www.dpi.vic.gov.au/dpi/nreninf.nsf/childdocs> Russell Goodman, 2003.  
Department of Primary Industries. Australia.
- <http://www.grec.net/home/cel/dicc.htm>
- <http://www.edu365.com:8801/~mlv99981/>
- <http://www.espacionatural.com/4images/cat8.htm>
- <http://www.lafura.org/suplements/arxius/ARXIUS/PAPALLON/DOSSI1.HTM>
- <http://www.leps.it/indexjs.htm?Home.htm>
- <http://www.museugranollers.org/~cbms/index.php>
- <http://www.sagarpa.gob.mx/Dgg/apicola/manpato.pdf> , Web de la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo rural, Pesca y Alimentación. Manual de Patología Apícola. Mexico.

# ANEXO I

Antes de seguir el ciclo de la polilla grande de la cera, seguí parcialmente el ciclo de otras mariposas a modo de orientación y preparación y para poder escoger correctamente la especie a estudiar. Fue un seguimiento mucho menos completo en cuanto a datos y a número de ejemplares. Este es un breve resumen de las diferentes especies que seguí y de las observaciones que hice:

- **Ortiguera** (*Aglais urticae*): Recogí orugas de la ortiguera que encontré en la cima del Balandrau (2600 m.sm., Ripollès) a mediados de julio. Recogí también ortigas (*Urtica* spp.) para alimentarlas, ya que estas orugas se alimentan de esta planta (de aquí su nombre, tanto en latín como en castellano). En la misma planta había ejemplares de diferentes medidas; alguna oruga muy pequeña murió un día después de recogerla, posiblemente a causa del cambio de temperatura y de altitud desde la cima del Balandrau (a 2600 m.sm) a Granollers (a 180 m.sm.). Una semana después todas las orugas habían hecho la crisálida colgadas del techo de la caja de cartón donde se encontraban. Tomé medidas de longitud y de anchura. Entre siete y ocho días después de hacer la crisálida salieron las mariposas que medí y, posteriormente, liberé. Las mariposas que salían el mismo día, salían todas a la misma hora. La razón hay que buscarla en el hecho de que la emergencia de los imagos está condicionada por factores externos. Así se constata la teoría expuesta en el apartado 1.1.3.



**Figura 33.** Ciclo biológico de la **ortiguera** (*Aglais urticae*).

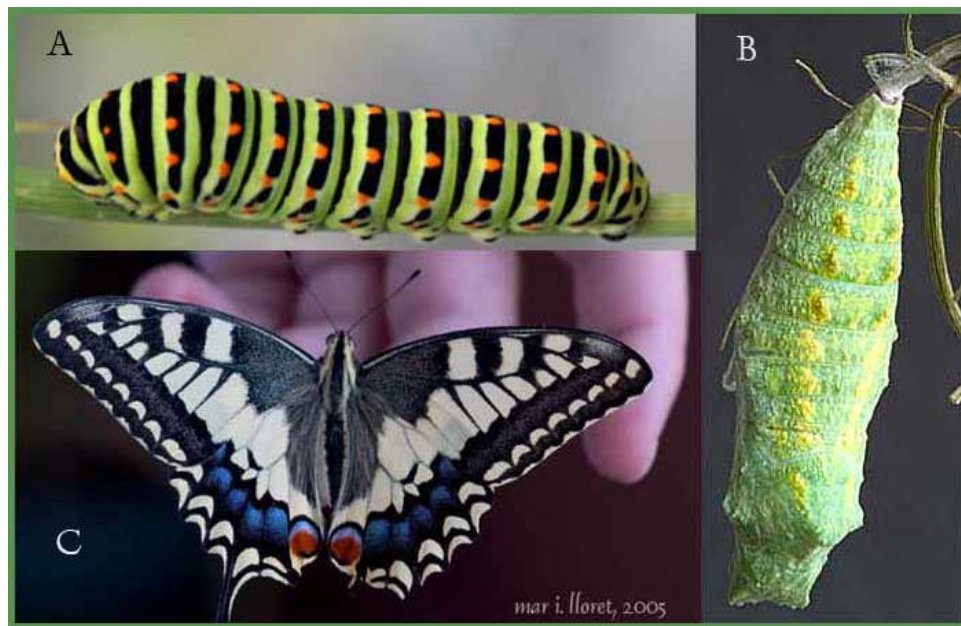
- **Oruga de la encina** (*Lymantria dispar*): Conseguí una oruga a mediados de junio cuando estaba apunto de crisalidar. En una esquina de la caja se enrolló en hilos de seda e hizo la crisálida. Doce días después salía la mariposa, que era una hembra y que tenía las alas muy pequeñas en proporción con el cuerpo, por lo tanto no podía volar. Este no es un hecho raro en las mariposas, porque la función principal de las mariposas es aparearse y poner huevos y sólo es necesario que las hembras emitan feromonas para atraer al macho. Al día siguiente por la noche, después de medir la mariposa, la dejé en el balcón (son nocturnas) y a las 23:00h vino un macho atraído por las feromonas de la hembra y se aparearon. A la mañana siguiente el macho ya no estaba y la hembra estaba poniendo huevos. Actualmente (8 meses después) los huevos aun no han salido. Buscando información descubrí que estos huevos eclosionan durante el mes de mayo, es decir, entre diez y once meses después de la puesta. La oruga de la encina, cuando es muy abundante, puede convertirse en una plaga defoliadora.



**Figura 34.** Ciclo biológico de la **oruga de la encina** (*Lymantria dispar*).

- **Macaón** (*Papilio machaon*): A principios de junio tuve dos orugas de macaón. Estaban ya a punto de hacer la crisálida y medían unos 4 cm de longitud y 1,5 de anchura. Para hacer la crisálida se ponían en la pared aguantándose con un hilo de seda y en dos horas hacían la crisálida. En dos días las dos orugas habían crisalidado y las medí. Estas orugas tienen la capacidad de hacer la crisálida de diferente color según el color del fondo. La que la hizo en el hinojo (las orugas se alimentan de hinojo) era de color verde, y la otra, que la hizo sobre porexpan blanco, era de color

marrón grisáceo más claro. Las dos salieron el mismo día al mediodía, es decir, la primera que hizo la crisálida tardó 12 días en salir, y la 2ª, solo 10 días. Una de las dos no pudo secar bien sus alas y le quedaron arrugadas; esto quizás le sucedió porque no tenía suficiente espacio. La otra, en cambio, sí que salió bien. Sin embargo, las dos pudieron ser liberadas con éxito.



**Figura 35.** Ciclo biológico de la **macaón** (*Papilio machaon*).

- **Doncella del llantén** (*Melitaea cinxia*): A finales del mes de abril conseguí tres orugas de la doncella del llantén, que, como su nombre indica, se alimenta de llantén. Cinco días después, una de las orugas, que medía unos 2,5 cm de longitud, hizo la crisálida en una esquina de la caja. Las otras dos hicieron la crisálida dieciocho días después de cogerlas. Durante todo aquel tiempo las fui alimentando con llantén. La primera en hacer la crisálida salió quince días después de haberla hecho. El meconio que soltaban estas mariposas al salir era de color rojo. Las otras dos, que habían hecho la crisálida más tarde, emergieron también 15 días después de hacerla. Todas las mariposas fueron liberadas después de tomar medidas.





**Figura 36. Doncella del llantén (*Melitaea cinxia*).**



**Figura 37. Doncella del llantén, oruga (*Melitaea cinxia*).**

- **Oruga de la col (*Pieris brassicae*):** La oruga de la col que tuve murió parasitada. A los pocos días de tenerla observé que no se movía y a su alrededor había bolitas amarillas de las cuales, al cabo de unos días, salieron lo que parecían mosquitos. La foto muestra los parásitos.



**Figura 38. Capullos de los parásitos y parásitos de la oruga de la col (*Pieris brassicae*).**

- **Polilla del gordolobo** (*Cucullia verbasci*): Tuve orugas de polilla del gordolobo, que se alimentan de *Verbascum* spp como su nombre en latín indica. Las medí y a mediados de junio hicieron el capullo enrolladas en hojas. En el día de hoy (8 meses después), aún están igual. Buscando información sobre esta especie, supe que pueden pasar hasta 2 años en forma de crisálida.



**Figura 39.** Oruga de la **polillas del gordolobo** (*Cucullia verbasci*).

## ANEXO II

En este anexo adjunto todos los datos, tomados de las larvas, a partir de los cuales he extraído la información del apartado 4.2.

Cada número representa un individuo, y el dato de Fecha en el Excel es un paso intermedio para poder pasar directamente de la fecha a la edad.

Número	Fecha	Fecha en el		Anch. Cáp. Cefál. (mm.)	Longitud (mm.)
		Excel	Edad (días)		
1	22/11/2005	38678	1	0,19	1,37
2	22/11/2005	38678	1	0,21	1,07
3	22/11/2005	38678	1	0,19	0,95
4	22/11/2005	38678	1	0,19	1,22
5	22/11/2005	38678	1	0,17	1,1
6	22/11/2005	38678	1	0,175	1,32
7	22/11/2005	38678	1	0,16	1,13
8	22/11/2005	38678	1	0,2	1,17
9	22/11/2005	38678	1	0,18	1,1
10	22/11/2005	38678	1	0,2	1,25
11	25/11/2005	38681	4	0,245	1,2
12	25/11/2005	38681	4	0,19	1,2
13	25/11/2005	38681	4	0,18	1,62
14	25/11/2005	38681	4	0,21	1,15
15	25/11/2005	38681	4	0,19	1,5
16	25/11/2005	38681	4	0,19	1,6
17	25/11/2005	38681	4	0,19	1,4
18	25/11/2005	38681	4	0,22	1,5
19	25/11/2005	38681	4	0,19	1,2
20	25/11/2005	38681	4	0,21	1,38
21	28/11/2005	38684	7	0,245	2
22	28/11/2005	38684	7	0,23	1,7
23	28/11/2005	38684	7	0,21	1,52
24	28/11/2005	38684	7	0,25	2,04
25	28/11/2005	38684	7	0,24	2,13
26	28/11/2005	38684	7	0,25	1,16
27	28/11/2005	38684	7	0,23	1,8
28	28/11/2005	38684	7	0,24	1,26
29	28/11/2005	38684	7	0,2	1,6
30	28/11/2005	38684	7	0,25	1,7
31	01/12/2005	38687	10	0,59	6,2
32	01/12/2005	38687	10	0,34	2,48
33	01/12/2005	38687	10	0,54	6,1
34	01/12/2005	38687	10	0,34	2,16
35	01/12/2005	38687	10	0,32	2,79
36	01/12/2005	38687	10	0,35	3,03
37	01/12/2005	38687	10	0,31	4,5
38	01/12/2005	38687	10	0,54	5
39	01/12/2005	38687	10	0,32	3,9
40	01/12/2005	38687	10	0,33	3,13
41	04/12/2005	38690	13	0,25	1,73
42	04/12/2005	38690	13	0,4	4,7
43	04/12/2005	38690	13	0,46	4,25

Número	Fecha	Fecha en el		Anch. Cáp. Cefál. (mm.)	Longitud (mm.)
		Excel	Edad (días)		
44	04/12/2005	38690	13	0,31	3,35
45	04/12/2005	38690	13	0,41	4,1
46	04/12/2005	38690	13	0,25	2,75
47	04/12/2005	38690	13	0,37	4
48	04/12/2005	38690	13	0,24	2,21
49	04/12/2005	38690	13	0,27	2,4
50	04/12/2005	38690	13	0,33	3,9
51	07/12/2005	38693	16	0,84	6,9
52	07/12/2005	38693	16	0,78	7,3
53	07/12/2005	38693	16	0,62	6,5
54	07/12/2005	38693	16	0,35	3,76
55	07/12/2005	38693	16	0,35	3,99
56	07/12/2005	38693	16	0,42	4,74
57	07/12/2005	38693	16	0,41	3,93
58	07/12/2005	38693	16	0,59	5
59	07/12/2005	38693	16	0,41	3,47
60	07/12/2005	38693	16	0,26	2,71
61	10/12/2005	38696	19	0,48	5,01
62	10/12/2005	38696	19	0,46	4,45
63	10/12/2005	38696	19	0,44	4,59
64	10/12/2005	38696	19	0,33	3,54
65	10/12/2005	38696	19	0,55	5,3
66	10/12/2005	38696	19	0,52	5,4
67	10/12/2005	38696	19	0,37	4,13
68	10/12/2005	38696	19	0,44	4,6
69	10/12/2005	38696	19	0,84	7,3
70	10/12/2005	38696	19	0,56	4,74
71	13/12/2005	38699	22	0,83	11,7
72	13/12/2005	38699	22	0,55	5,3
73	13/12/2005	38699	22	0,49	5,1
74	13/12/2005	38699	22	0,38	2,95
75	13/12/2005	38699	22	0,68	6,2
76	13/12/2005	38699	22	0,32	4,1
77	13/12/2005	38699	22	0,48	5,6
78	13/12/2005	38699	22	0,39	4,7
79	13/12/2005	38699	22	0,34	3,5
80	13/12/2005	38699	22	0,41	4,4
81	16/12/2005	38702	25	0,61	6,7
82	16/12/2005	38702	25	0,51	5,1
83	16/12/2005	38702	25	0,68	7,5
84	16/12/2005	38702	25	0,65	7,1
85	16/12/2005	38702	25	0,31	2,99
86	16/12/2005	38702	25	0,4	4,5
87	16/12/2005	38702	25	0,65	7,2
88	16/12/2005	38702	25	0,35	4,2
89	16/12/2005	38702	25	0,31	3,5
90	16/12/2005	38702	25	0,44	4,8
91	19/12/2005	38705	28	0,65	6
92	19/12/2005	38705	28	0,62	6,8
93	19/12/2005	38705	28	0,59	5,4
94	19/12/2005	38705	28	0,53	6,2
95	19/12/2005	38705	28	0,26	2,5
96	19/12/2005	38705	28	0,48	5,1



Número	Fecha	Fecha en el		Anch. Cáp. Cefál. (mm.)	Longitud (mm.)
		Excel	Edad (días)		
97	19/12/2005	38705	28	0,42	3,5
98	19/12/2005	38705	28	0,61	6,1
99	19/12/2005	38705	28	0,55	5,9
100	19/12/2005	38705	28	0,43	5
101	22/12/2005	38708	31	1,14	9,7
102	22/12/2005	38708	31	0,49	5
103	22/12/2005	38708	31	0,85	8,6
104	22/12/2005	38708	31	0,73	6
105	22/12/2005	38708	31	0,57	6,3
106	22/12/2005	38708	31	0,71	7,1
107	22/12/2005	38708	31	0,75	6,9
108	22/12/2005	38708	31	0,7	7,5
109	22/12/2005	38708	31	0,76	7,8
110	22/12/2005	38708	31	0,6	6
111	25/12/2005	38711	34	0,64	5,47
112	25/12/2005	38711	34	0,8	7,7
113	25/12/2005	38711	34	1,02	10,5
114	25/12/2005	38711	34	0,8	8,5
115	25/12/2005	38711	34	0,96	8,9
116	25/12/2005	38711	34	0,95	9,1
117	25/12/2005	38711	34	0,87	8,2
118	25/12/2005	38711	34	0,89	8,1
119	25/12/2005	38711	34	0,81	8
120	25/12/2005	38711	34	1,07	11,4
121	01/01/2006	38718	41	0,83	8,3
122	01/01/2006	38718	41	0,93	11
123	01/01/2006	38718	41	1,53	16,9
124	01/01/2006	38718	41	1,53	15,8
125	01/01/2006	38718	41	1,54	14,6
126	01/01/2006	38718	41	1,4	16,7
127	01/01/2006	38718	41	1,22	12
128	01/01/2006	38718	41	1,38	13,6
129	01/01/2006	38718	41	1,3	15
130	01/01/2006	38718	41	1,36	16,7
131	04/01/2006	38721	44	1,57	13,7
132	04/01/2006	38721	44	1,07	12,7
133	04/01/2006	38721	44	1,48	13
134	04/01/2006	38721	44	1,76	17,7
135	04/01/2006	38721	44	1,88	19,8
136	04/01/2006	38721	44	1,65	14,5
137	04/01/2006	38721	44	1,7	16,9
138	04/01/2006	38721	44	1,46	15
139	04/01/2006	38721	44	1,61	17,1
140	04/01/2006	38721	44	1,88	20
141	07/01/2006	38724	47	1,68	18,2
142	07/01/2006	38724	47	1,45	20
143	07/01/2006	38724	47	1,85	18,1
144	07/01/2006	38724	47	2,01	22
145	07/01/2006	38724	47	1,46	16,7
146	07/01/2006	38724	47	1,7	17,5
147	07/01/2006	38724	47	1,67	17
148	07/01/2006	38724	47	1,61	16,8
149	07/01/2006	38724	47	1,72	16,9

<b>Número</b>	<b>Fecha</b>	<b>Fecha en el Excel</b>	<b>Edad (días)</b>	<b>Anch. Cáp. Cefál. (mm.)</b>	<b>Longitud (mm.)</b>
150	07/01/2006	38724	47	1,53	17,3
151	10/01/2006	38727	50	1,88	17
152	10/01/2006	38727	50	1,61	19
153	10/01/2006	38727	50	1,79	20
154	10/01/2006	38727	50	1,65	17,6
155	10/01/2006	38727	50	1,63	22
156	10/01/2006	38727	50	1,72	19
157	10/01/2006	38727	50	1,7	19,5
158	10/01/2006	38727	50	1,75	20,1
159	10/01/2006	38727	50	1,73	20,3
160	10/01/2006	38727	50	1,7	20
161	13/01/2006	38730	53	1,75	17
162	13/01/2006	38730	53	1,88	21
163	13/01/2006	38730	53	2,15	19
164	13/01/2006	38730	53	2,17	19
165	13/01/2006	38730	53	2,01	19
166	13/01/2006	38730	53	1,85	23,7
167	13/01/2006	38730	53	1,95	24,2
168	13/01/2006	38730	53	1,9	22,1
169	13/01/2006	38730	53	2,06	19,2
170	13/01/2006	38730	53	1,97	18,5

## ANEXO III

La siguiente tabla es un seguimiento del trabajo realizado durante el tiempo que duró el ciclo vital completo.

10/11/2005	Vamos al laboratorio a preparar el alimento para las larvas. Pongo una bola de alimento en el recipiente donde guardaré los huevos y el resto, en el congelador.
14/11/2005	Consigo huevos el mismo día de la puesta.
22/11/2005	Después de mantener los huevos a temperaturas de 30°C, esta mañana han salido las larvas. Tomo la primera muestra de estas larvas.
25/11/2005	Tomo muestras de las larvas.
26/11/2005	Separo las larvas en recipientes diferentes.
27/11/2005	Voy al Museu de la Tela y tomo las primeras medidas. Mido cápsulas cefálicas y la longitud que es difícil de medir porque con el alcohol las larvas no están rectas, sino curvadas.
28/11/2005	Tomo muestras de las larvas.
01/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
04/12/2005	Voy al Museu de la Tela a tomar medidas. Se observan, entre la comida, las cápsulas cefálicas que desprenden las larvas al realizar las mudas.
07/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
10/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
11/12/2005	Voy al Museu de la Tela a tomar medidas.
13/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
16/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
18/12/2005	Voy al Museu de la Tela a tomar medidas.
19/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
22/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
24/12/2005	Voy al Museu de la Tela a tomar medidas.
25/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
28/12/2005	Tomo muestras de las larvas.
30/12/2005	Una larva empieza a hacer el capullo.
01/01/2006	Tomo muestras de las larvas.
04/01/2006	Tomo muestras de las larvas, y algunas empiezan a hacer capullo.
07/01/2006	Tomo muestras de las larvas.
08/01/2006	Sale la primera mariposa.
10/01/2006	Tomo muestras de las larvas.

- 11/01/2006 Sale la segunda mariposa.
- 12/01/2006 Las mariposas se aparean.
- 13/01/2006 Tomo muestras de las larvas. Una mariposa ha puesto huevos.
- 18/01/2006 Cada vez quedan menos larvas y hay más capullos. Van saliendo algunas mariposas.
- 20/01/2006 Han ido saliendo mariposas. A algunas las he puesto en una caja de cartón. Se aparean y ponen huevos. Hay más machos que hembras.

# ANEXO IV

## Método científico

El método científico es el mecanismo que utilizan los científicos en el momento de realizar su trabajo con la finalidad de exponer y confirmar sus teorías. Las teorías científicas están destinadas a explicar los fenómenos que observamos en la naturaleza y han de apoyarse en experimentos u observaciones que certifiquen su validez.

Pasteur puso en funcionamiento el método científico para poder demostrar una idea, y este método ha permitido el avance del conocimiento científico y le ha dado rigor y un lenguaje general que utilizan los científicos del mundo entero.

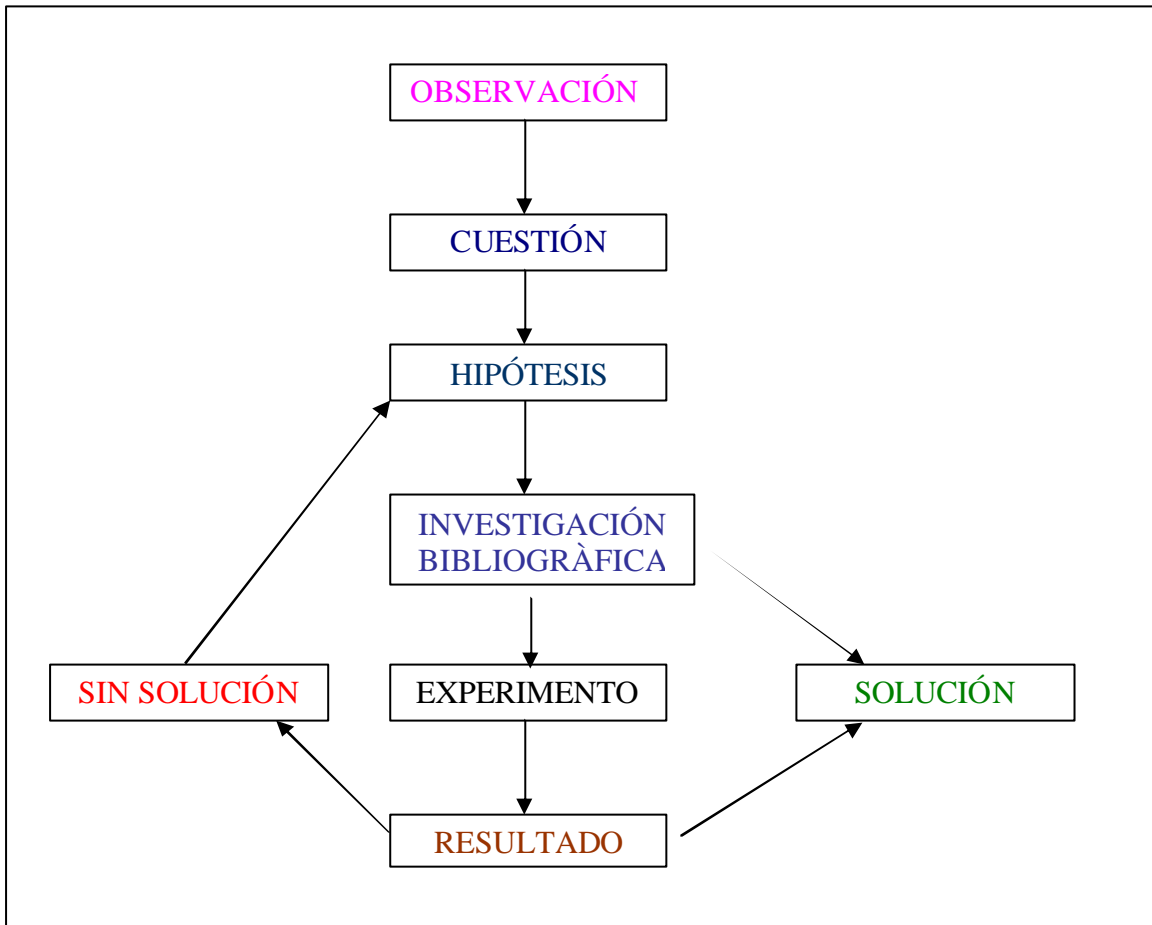
Este método consta de las siguientes fases:

1. Realizar una **observación** de algún fenómeno.
2. Buscar una **hipótesis** que explique este fenómeno.
3. Buscar información bibliográfica que confirme la hipótesis.
4. Planificar un **experimento** que demuestre que la hipótesis es correcta o no.
5. Analizar los datos obtenidos en el experimento.
6. Obtener **resultados**, que pueden demostrar la hipótesis o la pueden desmentir.

Las conclusiones permiten plantear nuevas hipótesis y volver a iniciar el método científico.

El método científico se puede aplicar a prácticamente todas las ramas del saber.

En la figura 40 tenemos el esquema de seguimiento del método científico, si los resultados nos demuestran que la hipótesis era falsa, debemos plantear una nueva hipótesis y volver a diseñar el experimento para demostrar esta nueva hipótesis y considerarla como verdadera.



**Figura 40.** Esquema del método científico.

# VOCABULARIO

<b>Abdomen:</b>	En algunos animales de simetría bilateral, parte del cuerpo posterior al tórax.
<b>Ametábolos:</b>	Dicho de los insectos, que no presentan metamorfosis, cuyo individuo adulto se parece bastante a la larva de su especie desde el nacimiento.
<b>Capullo:</b>	Cubierta protectora de forma oval de las larvas de muchos insectos, especialmente del gusano de seda, fabricada con un hilo que segregan y en cuyo interior se encierran antes de pasar al estado de crisálida.
<b>Celoma:</b>	Cavidad secundaria de origen mesodérmico y originalmente bilateral, limitada por epitelio, que contiene en su interior el líquido celomático.
<b>Colmena:</b>	Habitáculo, destinado a alojar un enjambre de abejas, que permite aprovechar con facilidad la miel y la cera que elaboran.
<b>Corion:</b>	Membrana que envuelve completamente el cuerpo fetal.
<b>Correlación:</b>	En matemáticas, grado de interdependencia entre diversas variables o entre diferentes conjuntos de números.
<b>Crisálida:</b>	Fase del desarrollo de los insectos lepidópteros, inactiva, que se sitúa entre las fases larval y adulta.
<b>Déctica:</b>	Dicho de la crisálida libre, es decir con mandíbulas funcionales y apéndices no soldados al cuerpo.
<b>Diapausa:</b>	Periodo de la interrupción del desarrollo y la actividad fisiológica de numerosas especies de insectos.
<b>Discos imaginales:</b>	Cada uno de los grupos de células de la larva que está destinado a formar una estructura concreta del individuo adulto.
<b>Ectodermo:</b>	Animal con dependencia total de la temperatura externa, del clima.
<b>Eclosión:</b>	Romperse la envoltura del huevo o crisálida para permitir la salida o nacimiento del animal.
<b>Embrión:</b>	Organismo vivo desde el estado de óvulo fecundado hasta que el nuevo ser ya manifiesta su estructura adulta o es capaz de llevar una vida independiente, aunque sea bajo el aspecto de una larva.
<b>Envoltorio:</b>	Cobertura que realizan algunos insectos para proteger la crisálida.
<b>Espiritrompa:</b>	Trompa en forma de espiral plana propia de los lepidópteros que les sirve para libar el néctar de las flores o cualquier otro jugo nutritivo.
<b>Estadio:</b>	Cada uno de los periodos que se observan en el desarrollo de los animales.
<b>Estadio embrionario:</b>	Periodo de desarrollo de los animales en el que aún son embriones.

<b>Exuvia:</b>	Piel o exosqueleto que se desprende en la exuviación o ecdisis.
<b>Exuviación:</b>	Proceso de cambio de la piel o del exosqueleto que es da en los artrópodos.
<b>Fase:</b>	Cualquiera de los estados sucesivos por los que pasa un proceso, una cosa o un ser vivo, en el transcurso de su desarrollo.
<b>Fisiológico:</b>	Relativo o perteneciente a la fisiología, es decir, a las funciones y a los mecanismos que regulan y rigen a los seres vivos.
<b>Fotoperiodo:</b>	Duración relativa de los periodos de luz y oscuridad diarios a los que son sometidos los organismos.
<b>Fusiforme:</b>	Que tiene forma de huso.
<b>Genitalia:</b>	Piezas que más o menos esclerificadas constituyen el aparato copulador de los insectos.
<b>Hemimetábolo:</b>	Dicho del insecto que presenta una metamorfosis incompleta.
<b>Hemolinfa:</b>	Fluido del celoma de algunos invertebrados, cuya función es la de transportar sustancias, equivalente a la sangre y a la linfa en los animales superiores.
<b>Histogénesis:</b>	Proceso de formación y de desarrollo de un tejido orgánico.
<b>Holometábolo:</b>	Dicho del insecto que presenta una metamorfosis completa con tres estadios de desarrollo: oruga, ninfa o crisálida e imago o adulto.
<b>Huso:</b>	Instrumento de madera, de forma redondeada, más largo que grueso, que va adelgazándose desde el medio hacia las dos puntas.
<b>Imago:</b>	Fase adulta de los insectos holometábolos y de los hemimetábolos.
<b>Mariposa:</b>	Nombre común que recibe el ejemplar adulto de los insectos lepidópteros, de cuerpo largo y delgado y de alas grandes colocadas verticalmente sobre el dorso cuando reposan. En ocasiones se usa de forma general para referirse al estado adulto de cualquier lepidóptero.
<b>Meconio:</b>	Materia contenida en el intestino del recién nacido, expelida en la primera defecación.
<b>Membrana vitelina:</b>	Membrana que, en el huevo, separa el óvulo del resto de los componentes que lo forman.
<b>Metamorfosis:</b>	Cambio de forma, estructura, etc. que experimenta un animal en su desarrollo postembrionario.
<b>Metatórax:</b>	De los tres segmentos del tórax de un insecto, el posterior.
<b>Mesotórax:</b>	Segundo segmento del tórax de los insectos, donde se insertan el primer par de alas y el segundo par de patas.
<b>Microlepidópteros:</b>	Grupo no taxonómico que incluye los lepidópteros de pequeña medida, habitualmente los que hacen menos de 2 cm de envergadura alar.



<b>Monófago:</b>	Que come un solo tipo de alimentos.
<b>Morfológico:</b>	Relativo o perteneciente a la morfología, es decir, a la forma y a la estructura de los seres vivos.
<b>Ninfa:</b>	Insecto que ha pasado del estado de larva y prepara su última metamorfosis.
<b>Organogénesis:</b>	Última fase del desarrollo embrionario, en el que las células y los tejidos experimentan transformaciones y desplazamientos dirigidos a la formación estructural y funcional de los órganos.
<b>Órganos análogos:</b>	Parecido funcional entre dos órganos que son de diferente estructura y origen.
<b>Oruga:</b>	Larva vermiforme de ciertos insectos lepidópteros como la mariposa, con tres parejas de patas articuladas y otras de falsas.
<b>Partenogénesis:</b>	Desarrollo de un gameto femenino sin participación de un gameto masculino.
<b>Pelos urticantes:</b>	Pelos que producen urticaria o escozor.
<b>Periodo:</b>	Cualquiera de las fases que se observan en el desarrollo de ciertas plantas y animales, de ciertas enfermedades, etc.
<b>Plurivoltino:</b>	Organismo que tiene más de una generación o ciclo biológico a lo largo del año.
<b>Polífago:</b>	Que es nutre de diferentes clases de alimentos.
<b>Polilla:</b>	Nombre dado a varios insectos lepidópteros nocturnos cuyas larvas se alimentan de tejidos de origen animal, de desperdicios o de productos alimentarios almacenados.
<b>Protórax:</b>	Primer segmento del tórax de los insectos.
<b>Pupa:</b>	Nombre que ciertos autores dan a la ninfa de los insectos holometábolos para diferenciarla de la de los insectos hemimetábolos.
<b>Tórax:</b>	De las tres divisiones principales del cuerpo de un insecto, la del medio comprendida entre la cabeza y el abdomen.
<b>Univoltino:</b>	Dicho de los organismos cuyo ciclo vital tiene una duración de un año.
<b>Vermiforme:</b>	Que tiene forma de gusano.
<b>Zigoto:</b>	Célula con doble dotación cromosómica formada por la fusión de un gameto femenino con un gameto masculino antes de empezar la segmentación, huevo.