

# *Título: Compara algunas adaptaciones en la reproducción de los seres vivos*

## Introducción

Cada año diversas playas del país reciben a millones de tortugas marinas que llegan a poner huevos. Esta es una conducta que la especie ha mantenido desde hace miles de años y que ha permitido que sus huevos tengan la temperatura y humedad adecuadas para que el embrión se desarrolle **Fig1.1**. Al cabo de unas semanas, estas playas se llenan de crías de tortugas que inmediatamente buscan regresar al mar. ¿Qué adaptaciones han tenido ésta y otras especies para reproducirse? En la presente lección lo sabremos.

**Fig.1.1.** Las tortugas marinas existen desde hace unos 180 millones de años, desde la época de los dinosaurios. Han podido sobrevivir, gracias a una serie de adaptaciones.

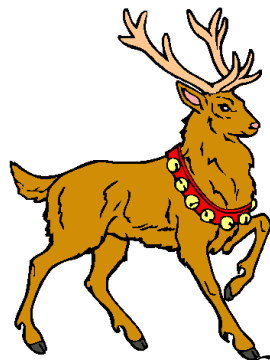


*Si quieres aprender, enseña.*

## *Adaptaciones en la reproducción de los seres vivos...*

Los seres vivos han producido descendencia a lo largo del tiempo debido a diversas adaptaciones reproductivas que están relacionadas con su ambiente. ¿Se reproducirá igual un animal acuático que uno terrestre? ¿Por qué algunas flores requieren la ayuda de insectos para polinizarse? **Fig.1.2** ¿Por qué algunas especies de animales se cortejan?

**Fig.1.2.** La fecundación de óvulos de la flor con la ayuda de los insectos es un fenómeno que se denomina polinización, y es un ejemplo de una adaptación reproductiva. **(Cota, E.2012).**



*Ciervo....*

## *Adaptaciones morfológicas*

Adaptación reproductora	Descripción	Ejemplo	Importancia de la adaptación
Dimorfismo sexual.	Es la diferencia en la apariencia externa entre el macho y la hembra. Estas diferencias pueden ser en tamaño, color, o por la presencia de estructuras que sólo presentan uno de los sexos.	El ciervo presenta cornamenta; la cierva carece de éste.	Permite a los organismos identificar a los del sexo complementario, sobre todo en época reproductiva.

### **El tamaño de la cuerna de los ciervos refleja su fertilidad**

Un reciente estudio de la cuerna de los ciervos efectuado por un equipo de investigadores del Museo Nacional de Ciencias Naturales, dependiente del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC, 2005) ha permitido realizar dos hallazgos sorprendentes. En primer lugar, han descubierto que el tamaño y la complejidad de la cornamenta de los ciervos guardan una relación directamente proporcional con su fertilidad. Al mismo tiempo, han conseguido determinar por vez primera qué factores determinan la fertilidad en los machos de ciervo: el número de

espermatozoides producidos y la velocidad a la que éstos nadan, indicadores probablemente extrapolables a otras especies de machos de mamíferos, incluidos los humanos.

Los dos hallazgos se enmarcan en un proyecto de investigación sobre reproducción en poblaciones de ciervo ibérico dirigido por los investigadores del CSIC Montserrat Gomendio **Fig.1.3** y Eduardo Roldán **Fig.1.4**, ambos del Museo Nacional de Ciencias Naturales (CSIC), en Madrid, y Julián Garde **Fig.1.5**, del Instituto de Investigaciones en Recursos Cinegéticos (centro mixto del CSIC, Universidad de Castilla La Mancha y Junta de Comunidades de Castilla La Mancha), en Ciudad Real. Las conclusiones de su trabajo acaban de protagonizar sendos artículos en *Biology of Reproduction* y *Proceedings of the Royal Society of London (Biological Sciences)*.

Hasta ahora sólo se estimaba el tamaño de la cuerna de los machos de ciervo como un arma, por la ventaja que puede representar a la hora de pelear con un rival de su misma especie por defender un harén de hembras. Pero los investigadores del CSIC han probado que tiene además una función de señalización para las hembras, a las que ofrece información de importancia sobre la fertilidad del macho.

En concreto, los investigadores han comprobado que cuanto más grande y más compleja es la cornamenta, es decir, cuantas más ramificaciones y más puntas tienen, mayor es su fertilidad. El tamaño y la complejidad de la cuerna refleja precisamente aquellas características que determinan la fertilidad de los machos, es decir, el número de espermatozoides y la velocidad a la que estos nadan. A partir de este dato constatado, los científicos del CSIC proponen que esta información sobre la fertilidad de los machos podría ser percibida de algún modo por las hembras, y utilizada además para elegir con qué macho aparearse, desmarcándose así de la hipótesis tradicional de que sólo los ejemplares que vencen en las peleas logran el apareamiento con las hembras. ([sierradebaza.org](http://sierradebaza.org)).

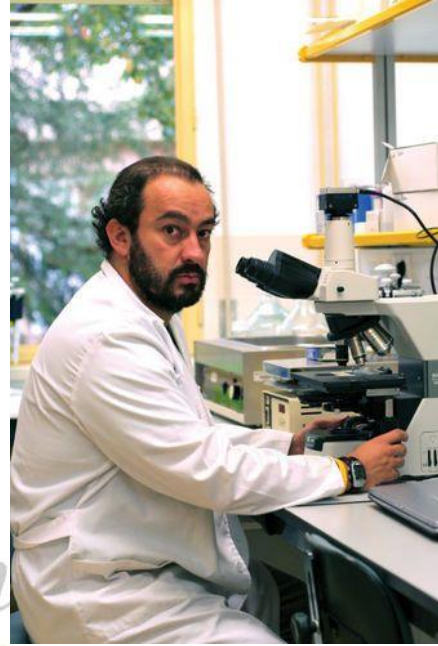


**Fig.1.3** Montserrat Gomendio Kindelan (Madrid, 12 de noviembre de 1960).

**Fig.1.4** Eduardo Roldán Schuth. Licenciado en Veterinaria y Doctor en Ciencias Biológicas.



**Fig.1.5** Julián Garde.



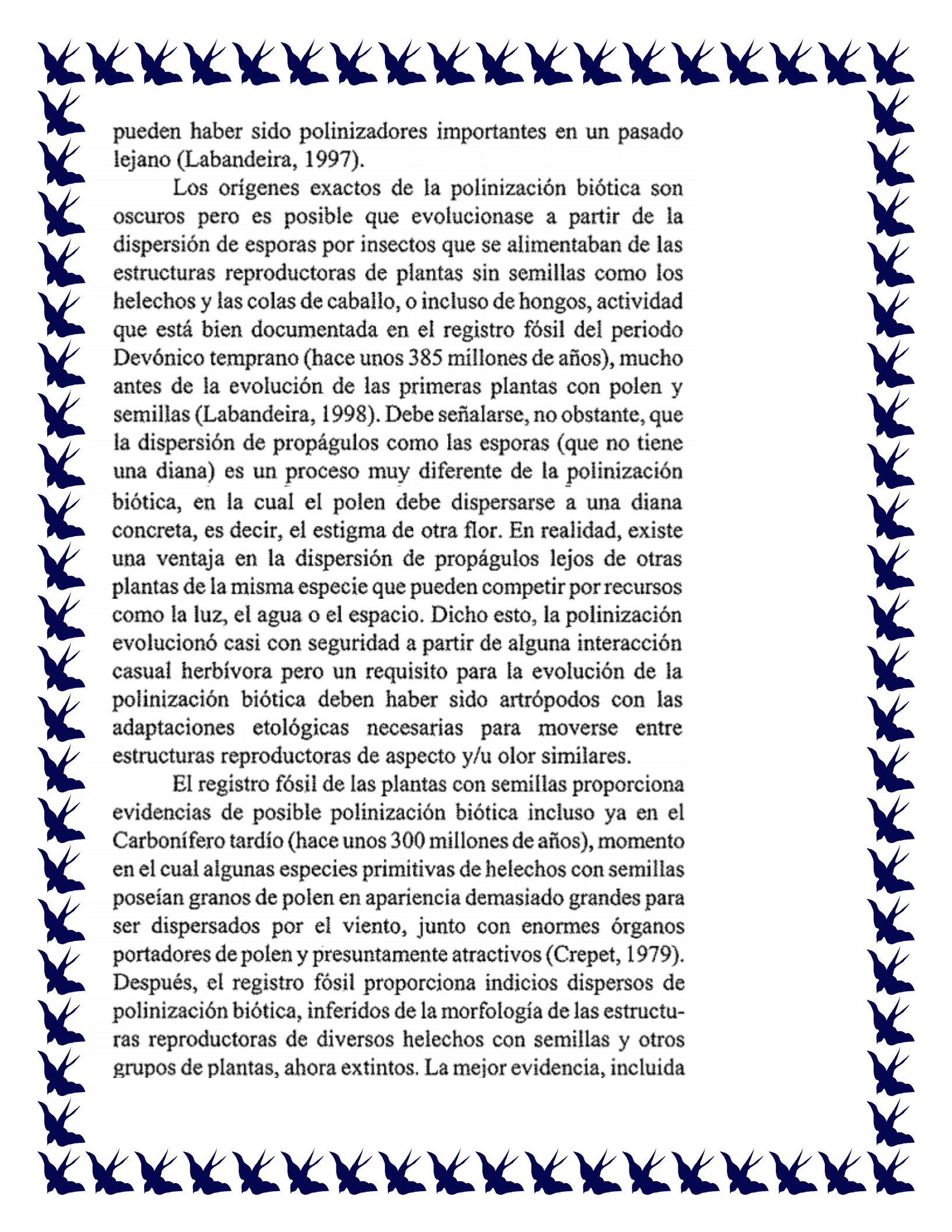
## *Adaptaciones conductuales*

### *Polinización*



#### **LA EVOLUCIÓN DE LA POLINIZACIÓN BIÓTICA**

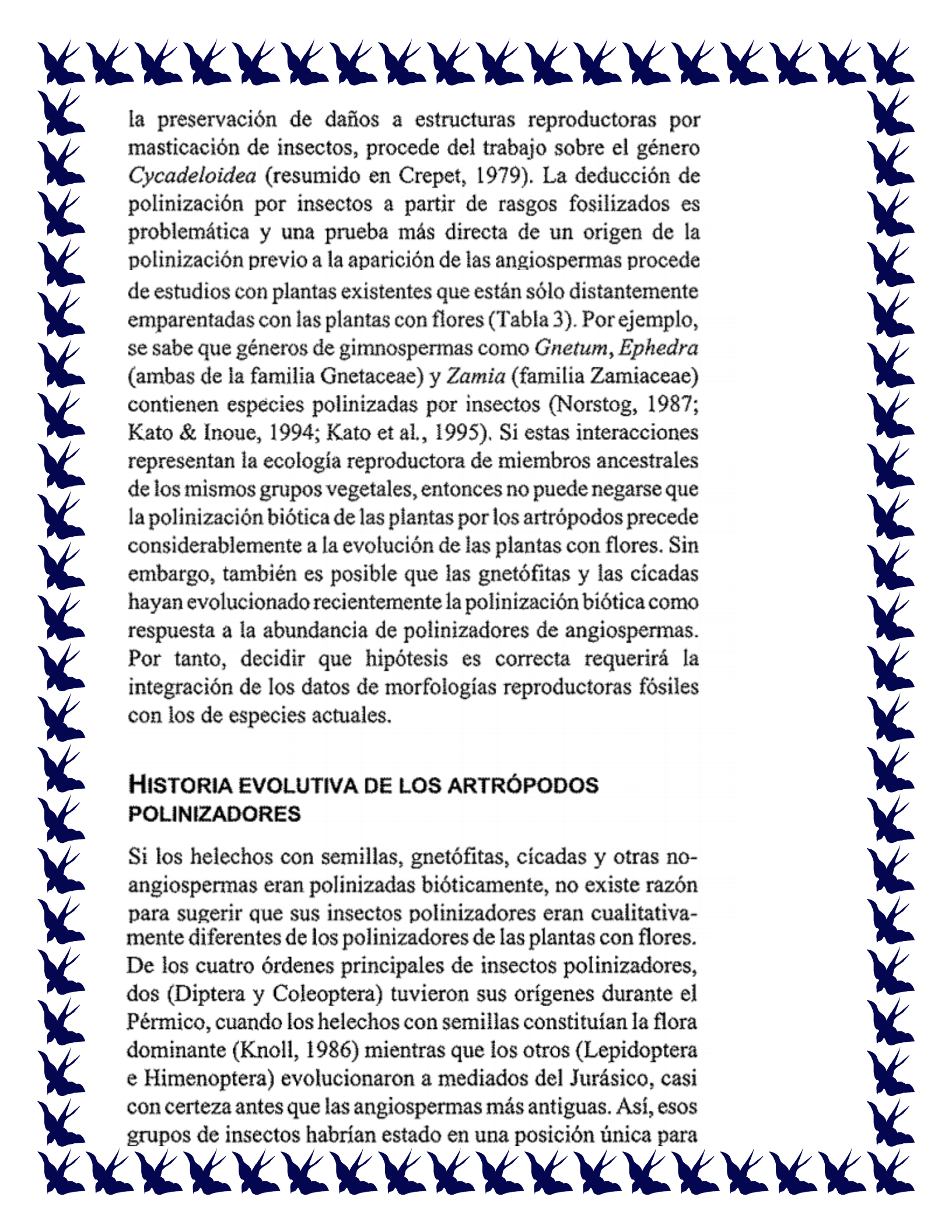
La historia evolutiva de los artrópodos polinizadores es en buena medida la historia de los insectos polinizadores; como ya se ha visto, los insectos son los principales polinizadores de las plantas con flores con representantes actuales. La larga historia de los insectos, que precede a la de las angiospermas, sugiere que éste ha sido siempre el caso, aunque algunos grupos de insectos extintos hace tiempo poseyeron piezas bucales aparentemente adaptadas para alimentarse de polen y

A decorative border of blue birds, possibly swallows, arranged in a repeating pattern around the perimeter of the page. The birds are facing right and are positioned at the top, bottom, and sides of the text area.

pueden haber sido polinizadores importantes en un pasado lejano (Labandeira, 1997).

Los orígenes exactos de la polinización biótica son oscuros pero es posible que evolucionase a partir de la dispersión de esporas por insectos que se alimentaban de las estructuras reproductoras de plantas sin semillas como los helechos y las colas de caballo, o incluso de hongos, actividad que está bien documentada en el registro fósil del periodo Devónico temprano (hace unos 385 millones de años), mucho antes de la evolución de las primeras plantas con polen y semillas (Labandeira, 1998). Debe señalarse, no obstante, que la dispersión de propágulos como las esporas (que no tiene una diana) es un proceso muy diferente de la polinización biótica, en la cual el polen debe dispersarse a una diana concreta, es decir, el estigma de otra flor. En realidad, existe una ventaja en la dispersión de propágulos lejos de otras plantas de la misma especie que pueden competir por recursos como la luz, el agua o el espacio. Dicho esto, la polinización evolucionó casi con seguridad a partir de alguna interacción casual herbívora pero un requisito para la evolución de la polinización biótica deben haber sido artrópodos con las adaptaciones etológicas necesarias para moverse entre estructuras reproductoras de aspecto y/u olor similares.

El registro fósil de las plantas con semillas proporciona evidencias de posible polinización biótica incluso ya en el Carbonífero tardío (hace unos 300 millones de años), momento en el cual algunas especies primitivas de helechos con semillas poseían granos de polen en apariencia demasiado grandes para ser dispersados por el viento, junto con enormes órganos portadores de polen y presuntamente atractivos (Crepet, 1979). Después, el registro fósil proporciona indicios dispersos de polinización biótica, inferidos de la morfología de las estructuras reproductoras de diversos helechos con semillas y otros grupos de plantas, ahora extintos. La mejor evidencia, incluida

A decorative border of blue birds, possibly swallows or similar species, is arranged in a repeating pattern around the perimeter of the page. The birds are facing right and are rendered in a stylized, silhouette-like manner.

la preservación de daños a estructuras reproductoras por masticación de insectos, procede del trabajo sobre el género *Cycadeloidea* (resumido en Crepet, 1979). La deducción de polinización por insectos a partir de rasgos fosilizados es problemática y una prueba más directa de un origen de la polinización previo a la aparición de las angiospermas procede de estudios con plantas existentes que están sólo distantemente emparentadas con las plantas con flores (Tabla 3). Por ejemplo, se sabe que géneros de gimnospermas como *Gnetum*, *Ephedra* (ambas de la familia Gnetaceae) y *Zamia* (familia Zamiaceae) contienen especies polinizadas por insectos (Norstog, 1987; Kato & Inoue, 1994; Kato et al., 1995). Si estas interacciones representan la ecología reproductora de miembros ancestrales de los mismos grupos vegetales, entonces no puede negarse que la polinización biótica de las plantas por los artrópodos precede considerablemente a la evolución de las plantas con flores. Sin embargo, también es posible que las gnetófitas y las cícadas hayan evolucionado recientemente la polinización biótica como respuesta a la abundancia de polinizadores de angiospermas. Por tanto, decidir que hipótesis es correcta requerirá la integración de los datos de morfologías reproductoras fósiles con los de especies actuales.

## **HISTORIA EVOLUTIVA DE LOS ARTRÓPODOS POLINIZADORES**

Si los helechos con semillas, gnetófitas, cícadas y otras no-angiospermas eran polinizadas bióticamente, no existe razón para sugerir que sus insectos polinizadores eran cualitativamente diferentes de los polinizadores de las plantas con flores. De los cuatro órdenes principales de insectos polinizadores, dos (Diptera y Coleoptera) tuvieron sus orígenes durante el Pérmico, cuando los helechos con semillas constituían la flora dominante (Knoll, 1986) mientras que los otros (Lepidoptera e Himenoptera) evolucionaron a mediados del Jurásico, casi con certeza antes que las angiospermas más antiguas. Así, esos grupos de insectos habrían estado en una posición única para

explotar la aparición de las angiospermas.

A pesar de su evolución anterior, se ha sugerido que la diversificación de los principales órdenes de insectos polinizadores (Diptera, Coleoptera, Lepidoptera e Hymenoptera) estuvo íntimamente ligada a la diversificación de las plantas con flores (véanse referencias en Labandeira & Sepkoski, 1993). Según esta hipótesis, bastante simplista, existió una retroalimentación positiva entre la evolución de nuevas especies vegetales y la evolución de nuevas especies de polinizadores. Si éste fue el caso, se esperaría que la historia evolutiva de los principales órdenes de polinizadores siguiese a la de las angiospermas, con una diversificación escalonada de insectos y plantas. A juzgar por el registro fósil, esto no ha ocurrido. Desde su origen probable en el Jurásico tardío, hace unos 150 millones de años, las angiospermas siguieron siendo bastante escasas hasta el inicio de una diversificación explosiva al comienzo del Cretácico, hace aproximadamente 120 millones de años. La cantidad de plantas con flores aumentó entonces de modo exponencial hasta el Terciario medio (hace unos 35 millones de años), momento en el cual ya habían dominado la mayoría de los hábitats terrestres (y, por consiguiente, las comunidades animales en aquellos ecosistemas) durante quizá 40 millones de años. La cantidad de especies de angiospermas se estabilizó finalmente en este punto, aunque dicha estabilidad es dinámica e implica tasas de extinción de taxa antiguos similares a las de aparición de nuevos taxa.

Adaptación reproductora	Descripción	Ejemplo	Importancia de la adaptación
Polinización	Las flores que producen néctar atraen a los insectos y estos, al succionar el néctar, impregnan su cuerpo de polen. Cuando estos insectos visitan otras flores, favorecen en el intercambio de polen	Abejas que liban el néctar de diferentes plantas con flor, como el naranjo y el limón.	Los insectos facilitan la fecundación de los óvulos de plantas al trasplantar polen de otras plantas.

(entomología).



## Adaptaciones metabólicas

Adaptación reproductora	Descripción	Ejemplo	Importancia de la adaptación
Feromonas	Son sustancias químicas que los organismos, especialmente los animales, liberan en el ambiente. Tienen un efecto de atracción o sobre las conductas de otros animales.	El olor que desprenden los animales machos y hembras durante los periodos de reproducción.	Permiten la identificación de los sexos complementarios.

## Las adaptaciones reproductivas y la evolución de los seres vivos

Hemos hablado sobre las diferentes adaptaciones reproductivas pero, ¿cómo llegaron a esta evolución? A continuación lo sabremos...

La evolución de los seres vivos está íntimamente relacionada con la reproducción.

Las adaptaciones reproductivas que las diversas especies han tenido (como la fecundación interna, la polinización o el huevo con cascara) han sido fundamentales en la evolución de los organismos. Por ejemplo, hace más de 250 millones de años los vertebrados del medio terrestre eran del tipo anfibio, de modo, que al reproducirse requerían depositar sus huevos en algún ambiente acuático, lo que les impedía invadir el medio terrestre de manera completa. Por ello, en esa época algunas de esas especies desarrollaron una cubierta para sus huevos, el cascara y esta fue una adaptación que favoreció que el embrión se desarrollara en un ambiente con gran humedad, sin que necesariamente estuviera en el agua; de esta manera, algunas especies pudieron dispersarse dentro de las tierras continentales, dando origen a los reptiles.

Otro ejemplo es el de los mamíferos, los cuales hace unos 65 millones de años tuvieron una adaptación reproductiva muy importante: la **placenta**. Ésta es una

estructura dentro del útero que brinda protección, alimento y oxígeno al embrión en el cuerpo materno. Gracias a la placenta, el embrión puede permanecer en el interior de la madre.

Otras adaptaciones, como el **cortejo** (es decir, las conductas que favorecen a la reproducción o a la producción de feromona) han permitido la continuidad de las especies. **(Prado, A. 2010).**

## CURIOSIDADES...

Aprendiendo


○ *¿Es inevitable el conflicto entre los sexos?*

**En la naturaleza, cuando se trata de la reproducción sexual lo que conviene a machos y a hembras suele ser muy distinto.**

Seguramente una proporción sustancial de todo lo que ha escrito la humanidad está relacionada con la naturaleza del conflicto entre los sexos. Pero, como muchos otros fenómenos, necesitamos estudiarlo en otros organismos para poder interpretarlo en forma objetiva. Nuestras culturas le han sobrepuesto tantas capas de "explicaciones" morales, religiosas o históricas, que no sentimos casi nunca la necesidad de buscar fundamentos biológicos a lo que nos parece un problema solamente cultural. Sin embargo, hay muy buenas razones biológicas para esperar que ese conflicto sea la norma en las especies sexuales. Pero ¿qué es exactamente eso de "conflicto sexual"?

*Intereses genéticos*

Cualquier definición es un esfuerzo por abarcar en pocas palabras todos los posibles casos de un fenómeno dado. Eso implica que hay que leer una y otra vez las definiciones, y buscar el significado de cada una de sus partes: es tan difícil escribir una buena definición, como leerla adecuadamente. Yo propongo que el conflicto entre los sexos es toda aquella manifestación de las diferencias en los intereses genéticos de machos y hembras relacionadas con la formación de parejas reproductivas.



Al referirme a "toda aquella manifestación" quiero decir que el conflicto no solamente se expresa en pleitos, y que podemos ver evidencia del mismo tanto en la conducta como en la forma y la fisiología de los machos y las hembras. "Diferencias en los intereses genéticos" significa que las características genéticamente determinadas, como son algunas pautas conductuales o ciertas características físicas, que resultan más valiosas en un macho no necesariamente son convenientes en una hembra, y viceversa. Finalmente, la "formación de parejas reproductivas" supone que el conflicto no se relaciona, por ejemplo, con la cantidad de alimento que consumen los machos en relación al que consumen las hembras, o con alguna otra diferencia ecológica de ese tipo. Más bien, de acuerdo con esta definición, el conflicto se relaciona con los papeles que desempeñan ambos sexos en la reproducción. Se trata del conflicto sobre cuándo y con quién reproducirse, y sobre cuántos recursos (tiempo y esfuerzo) invertir en las crías que resulten de esa decisión. En efecto, el conflicto entre los sexos tiene su raíz en las diferentes formas en que machos y hembras invierten en la crianza.

#### Diferencias entre machos y hembras

La consecuencia biológica más importante del apareamiento es la combinación de los genes de un macho y los de una hembra en un nuevo individuo. En este crío van a confluír los destinos de algunos genes de la madre y del padre. Los genes determinan, en interacción con el ambiente, las características que tendrá el nuevo individuo y es posible que los atributos que funcionaron bien en el padre, por ejemplo tener adornos exagerados para atraer pareja, no funcionen igualmente bien en una hija, a quien dichos adornos lejos de aportarle beneficios le resulten sumamente costosos. Esto ocurre porque hay características externas que han evolucionado específicamente para mandar señales que sabrán interpretar los animales de una misma especie.

Por ejemplo, en los gorriones es común que los machos tengan una mancha negra en el pecho, cuyo tamaño indica dominancia. Un macho al que se le pinta una gran mancha negra es percibido como rival por los machos dominantes y es atacado violentamente por ellos. Esa misma suerte correría una hembra que tuviera esa mancha negra en el pecho.

También puede ocurrir que las características que funcionan bien en la madre, como la predisposición de las hembras de algunas aves para incubar, tengan efectos indeseables en un hijo, ya que un macho ornamentado que se siente a incubar los huevos atraería sobre el nido la atención de los depredadores. Un ejemplo que lo ilustra es el de las calandrias; los machos tienen un plumaje negro y amarillo muy llamativo, mientras que las hembras son pardas. Por otro lado, cuando una característica está controlada por los mismos genes en machos y en hembras, puede ser imposible optimizar simultáneamente en ambos sexos la magnitud del atributo. En otras palabras, no se puede ser al mismo tiempo el mejor macho y la mejor hembra.

## *Saber con quién...*

Una primera fuente de conflicto es con quién aparearse. Un solo macho puede, en principio, fecundar los óvulos de todas las hembras de su población. Sin embargo, al hacerlo estará invirtiendo en muchísimos descendientes sólo una fracción de lo que cada hembra invierte en un solo crío. En esta desigualdad está la raíz del conflicto entre los sexos. Por lo común las hembras tienen determinado el número máximo de descendientes que habrán de producir, lo que supone que una hembra no puede tener muchos más hijos que cualquier otra hembra: todas tienen un número parecido de óvulos disponibles. Esta situación es muy distinta de lo que ocurre en los machos, quienes pueden (cuando menos en teoría) tener tantos hijos como óvulos hay disponibles en todas las hembras de su población. Por supuesto, si un macho logra fecundar a muchas hembras, éstas no tendrán hijos con los otros machos, es decir que por cada macho exitoso que se aparee con varias hembras, habrá uno o más machos que no consigan aparearse con ninguna. La consecuencia es que, mientras que la mayoría de las hembras tienen varios hijos, algunos machos tendrán muchos hijos y muchos machos no tendrán ninguno. De acuerdo con la lógica de la selección natural, si un macho tiene algo que lo hace capaz de aparearse con muchas hembras (digamos que tiene una característica que le da alguna ventaja sobre los otros machos, por ejemplo, que las hembras lo consideren muy "guapo"), y si ese algo es heredable, en muy pocas generaciones todos los machos de esa población tendrán ese "algo" (la mayoría serán descendientes del macho guapo).

## *A la mala*

*Si quieres aprender,  
enseña.*

¿Y dónde quedó el conflicto? ¿Acaso no les conviene a las hembras tener hijos guapos? Sí, les puede convenir, pero no olvidemos que los demás machos, los no guapos, estarán bajo presión para lograr algunos hijos aunque sea "a la mala". Si para las hembras es adecuado elegir un macho guapo, entonces para la mayoría de los machos que no sean guapos la mejor estrategia será "engañar" a la hembra durante su elección. Esto lo logran de diversas maneras: impidiendo que las hembras evalúen a los machos (por ejemplo, frecuentemente los machos de peces como el cola de espada intentan copular sin antes haber cortejado a la hembra); interceptando apareamientos (hay machos en algunas especies de saltamontes que no cantan, pero se instalan cerca de los machos que sí lo hacen e interceptan a las hembras cuando se dirigen a ellos); o bien imponiéndoles apareamientos no deseados (como los patos, que obligan a las hembras a copular aún cuando éstas ya se hayan apareado con otros machos). Hay especies en donde los machos pueden recurrir a apareamientos subrepticios, cuando las hembras están ocupadas



en otras actividades como comer o evitar a sus depredadores (esto se ha demostrado en el pez guppy de Trinidad).

Entonces, el primer tipo de conflicto entre los sexos es el que está relacionado con el apareamiento y resulta de la tendencia de los machos a aparearse con tantas hembras como sea posible, mientras que las hembras intentan aparearse sólo con los mejores machos. (Macías, C. 2002).

### FUENTES DE CONSULTA

#### Cibergrafía:

- [http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN\\_26/B26-052-741.pdf](http://www.sea-entomologia.org/PDF/BOLETIN_26/B26-052-741.pdf)
- [http://www.sierradebaza.org/Fichas\\_fauna/04\\_01\\_ciervo/ciervo.htm](http://www.sierradebaza.org/Fichas_fauna/04_01_ciervo/ciervo.htm)

#### Bibliografía:

- Cota, E.2012. Ciencias I Biología, Trillas, México, D.F.
- Prado, A. 2010. Ingreso a bachillerato, Trillas, México, D.F.

#### Hemerografía:

- Gálvez, G.2000. "¿Es inevitable el conflicto entre los sexos?" ¿Cómo ves? #48, UNAM, México, D.F.

