

DOCUMENTO 7**¿Qué es la partenogénesis?**

La gran mayoría de los animales se reproducen sexualmente, de modo que el desarrollo del huevo se inicia luego de que el óvulo es fecundado por un espermatozoide. Sin embargo, en un 1% de las especies del planeta según White (1977), los huevos pueden desarrollarse sin que haya ocurrido una previa fecundación. Este tipo de reproducción se denomina **partenogénesis**, del griego *parthenos*, virgen y *génesis*, generación.

La partenogénesis es particularmente frecuente entre las especies vegetales (con excepción de las gimnospermas o coníferas). Además, ha sido comprobada en alrededor de ochenta vertebrados de sangre fría, como algunos peces, anfibios, reptiles, y en numerosos grupos de invertebrados como gusanos

planos y cilíndricos (platelmintos y nematodos), caracoles (gasterópodos), lombrices de tierra e insectos de diversos órdenes.

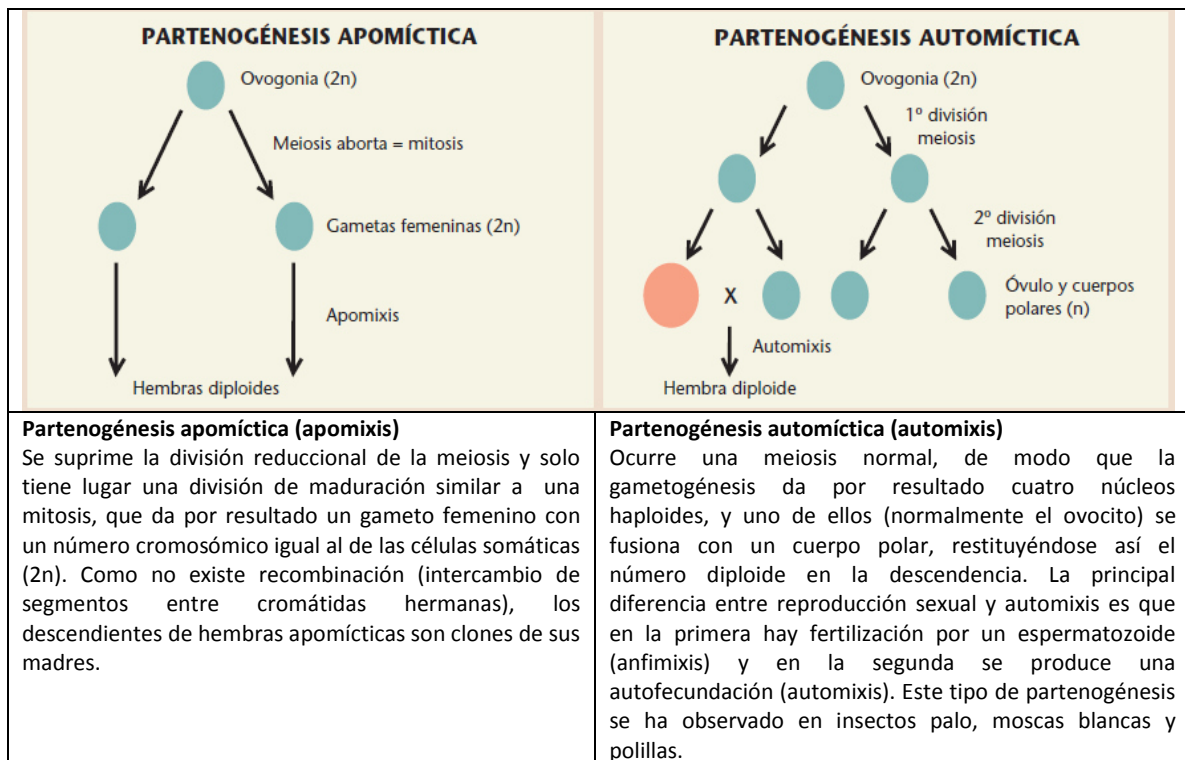
Las especies partenogenéticas de vertebrados, como algunos lagartos de la familia Gekkonidae (figura 1) presentan poblaciones conformadas exclusivamente por hembras que producen descendientes genéticamente idénticos a ellas, mecanismo conocido como reproducción clonal. El término clonación hace referencia a la obtención de uno o varios individuos genéticamente idénticos a la célula que les dio origen. En la última década del siglo XX dicho término alcanzó gran difusión en los medios científico-académicos y en la prensa, debido a la obtención del primer clon de un mamífero, la oveja Dolly.



Figura 1. *Heteronotia binoei*, especie de lagarto de la familia *Gekkonidae* de Australia, que presenta poblaciones partenogenéticas.

En los invertebrados, y particularmente en los insectos, las progenitoras partenogenéticas pueden originar solo hembras (partenogénesis *telitóquica*), solo machos (partenogénesis *arrenotóquica*) o

individuos de ambos sexos (partenogénesis *anfitóquica*). La partenogénesis telitóquica es la más común y puede ser apomíctica o automíctica, dependiendo de la presencia o ausencia de meiosis.



Origen de la partenogénesis

A pesar de que se conocen muchas especies partenogenéticas, poco se sabe acerca de los mecanismos que han originado este tipo de reproducción. En el reino animal se han propuesto cuatro mecanismos básicos que determinarían la transición a la asexualidad: partenogénesis espontánea (mutación), por hibridación, contagiosa e infecciosa. Asimismo, en cada grupo animal la partenogénesis adquiere rasgos particulares. Por ejemplo, en insectos se halla frecuentemente correlacionada con la atrofia completa o parcial de las alas, de modo que las especies partenogenéticas presentan **vagilidad** (capacidad de movimiento por medios

propios) escasa o nula en el estado adulto. La ausencia de alas constituye una desventaja para los insectos de reproducción sexual que deben trasladarse para el encuentro con el sexo opuesto, pero no afecta a las formas partenogenéticas, donde la disminución en la capacidad de vuela estaría correlacionada con una mayor fecundidad e incrementaría el potencial de dispersión pasiva a través de las formas inmaduras (huevos, larvas o pupas).

La correlación entre partenogénesis y ausencia de alas se observa en muchos insectos de vida parásita, como piojos y pulgas, y en algunas especies de vida libre que habitan en ambientes donde el costo

energético del vuelo es alto, por ejemplo en estepas, desiertos, costas oceánicas o zonas de alta montaña. En ambientes con una mayor complejidad biótica, como los bosques y las selvas, existe una menor proporción de insectos ápteros y la partenogénesis es menos frecuente.

Otra característica comúnmente asociada a la partenogénesis es la poliploidía, definida como el aumento de la dotación cromosómica completa de un organismo, de tal suerte que sus células somáticas tienen tres o más juegos de cromosomas. Dado que las hembras poliploides producen generalmente gametos inviables, pues la meiosis da lugar a un número irregular de cromosomas en cada núcleo, la partenogénesis se convierte

en la única forma de escapar de la esterilidad.

Para explicar el origen de la poliploidía se han propuesto dos hipótesis principales. La *hipótesis de hibridación* plantea que algunas hembras que habrían adquirido la capacidad de producir ovocitos con un número $2n$ de cromosomas serían fecundadas ocasionalmente por machos normales (esperma n), originándose así una progenie triploide de origen híbrido. Según la *hipótesis de segregación*, bajo los efectos de las bajas temperaturas u otras variables ambientales algunas hembras podrían adquirir la capacidad de originar una progenie con distintos grados de ploidía, debido a la formación de diferentes placas metafásicas durante la división celular.

Distribución de la partenogénesis

Las especies bisexuales y sus afines partenogenéticas, suelen presentar diferente rango geográfico, de modo que en las formas partenogenéticas la distribución es más amplia que en las bisexuales. Este fenómeno, descrito por primera vez en 1928 por el biólogo francés A Vandel, se denomina *partenogénesis geográfica* y se asocia con la *poliploidía geográfica*. Por ejemplo, se ha comprobado que la mayoría de los gorgojos partenogenéticos son poliploides, principalmente triploides (60% de las especies) y los linajes con mayores niveles de poliploidía presentan una distribución más amplia.

Uno de los ejemplos mejor estudiados se refiere al gorgojo europeo *Otiorhynchus scaber*, que presenta formas bisexuales restringidas a ciertas áreas de las cadenas montañosas del centro de Europa,

y formas partenogenéticas generalmente poliploides, con amplia distribución en el norte del continente.

Insectos partenogenéticos y surgimiento de las plagas.

La distribución no uniforme de las formas bisexuales y partenogenéticas sugiere una aparente superioridad de los linajes partenogenéticos para colonizar ambientes de climas rigurosos o con un alto grado de disturbio.

Las especies que se reproducen por partenogénesis, a pesar de su menor variabilidad genética, estarían mejor adaptadas que sus contrapartidas sexuales para afrontar las condiciones adversas imperantes fuera de su ambiente original. Además, si las hembras partenogenéticas coexistieran en un mismo ambiente con sus antecesores de reproducción sexual, podrían ser eventualmente fecundadas por machos de estos últimos, dando lugar a un efecto genético deletéreo que quebraría la identidad de ambas especies. Las formas partenogenéticas suelen dispersarse hacia ambientes marginales, no ocupados previamente por sus antecesores sexuales.

Entre las ventajas de la partenogénesis para la colonización de nuevos ambientes se ha mencionado que una sola hembra transportada en cualquier estado de desarrollo tiene la potencialidad de comenzar una nueva población. Al liberarse el costo de producir machos, la fecundidad de las hembras partenogenéticas se duplicaría con respecto a aquellas que producen una descendencia de sexos diferentes. Además, el número de puestas y la cantidad de huevos por puesta son generalmente superiores en las formas partenogenéticas que en las bisexuales.

La frecuente asociación entre partenogénesis y poliploidía es otra de las variables a tener en cuenta en el surgimiento de potenciales plagas. Se han

estudiado unas 75 especies de gorgojos partenogenéticos, de los cuales, sólo cuatro eran diploides y el resto poliploides. Los poliploides presentan generalmente mayor tamaño corporal, y en ellos el aumento de heterocigosis favorece la adaptación a nuevos ambientes y aumentaría la expectativa de vida. Así la partenogénesis, la poliploidía o ambos factores podrían dar cuenta de la enorme capacidad invasora de estos organismos.

Al obtener ventajas adaptativas a corto plazo y al contar con requerimientos de hábitat menos restrictivos, las hembras partenogenéticas actuarían como oportunistas, colonizando ambientes como los cultivos. Por el contrario, las especies de reproducción sexual serían más exitosas en ambientes complejos, donde su progenie genéticamente más diversa es capaz de ocupar distintos nichos ecológicos y alcanzar un éxito evolutivo a largo plazo.

En síntesis, los estudios realizados hasta el momento sugieren que las especies partenogenéticas de muchos insectos poseen una mayor capacidad de dispersión y adaptación a ambientes de climas rigurosos (más fríos, áridos y/o ventosos) que sus contrapartidas sexuales. Así, las áreas levemente perturbadas, divididas en parches, o transformadas por el hombre, proveen hábitats favorables para estas especies, cuyo modo particular de reproducción les permite incrementar sus niveles poblacionales y transformarse en plagas agrícolas.

Durante el mes de **Marzo**, en sus **cuatro sesiones**, trabajamos la partenogénesis a partir del presente documento. Para ello, tras la eclosión de los primeros huevos allá por el mes de septiembre, separamos las ninfas en insectarios aislados, evitando así que entraran en contacto con otros individuos de distintos sexo. Cuando las hembras alcanzaron la madurez sexual observamos a la capacidad de éstas para poner huevos y la vialidad de éstos. Se realizaron las siguientes actividades:

- 1.- ¿Qué es la partenogénesis? ¿únicamente se da en insectos?**
- 2.- ¿Qué tipos de partenogénesis existen?**
- 3.- ¿Qué tiene que ver la partenogénesis con las plagas?**
- 4.- El insecto con el que hemos trabajado en el laboratorio, ¿es partenogenético? ¿por qué?**
- 5.- ¿Cuántos huevos por hembra y día llegan a poner?**
- 6.- Teniendo en cuenta el sexo de los nacimientos que hemos tenido en el laboratorio ¿qué podrías afirmar respecto a la puesta inicial?**
- 7.- Teniendo en cuenta que tenemos en el laboratorio una serie de hembras que nunca han entrado en contacto con machos, ¿cómo será la descendencia si ésta pone huevos?**
- 8.- Realiza una tabla de doble entrada donde recojas las ventajas e inconvenientes de la partenogénesis.**