

FUNDAMENTOS DE LA REPRODUCCIÓN BIOLÓGICA

Bárbara Martínez Escrich
Rafael Pineda Reyes

FUNDAMENTOS DE LA REPRODUCCIÓN BIOLÓGICA



Sevilla 2021



Manuales Universitarios

EDITORIAL

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

NÚM. 102 AÑO 2021

COMITÉ EDITORIAL:

Araceli López Serena
(Directora de la Editorial Universidad de Sevilla)
Elena Leal Abad
(Subdirectora)

Concepción Barrero Rodríguez
Rafael Fernández Chacón
María Gracia García Martín
Ana Ilundáin Larrañeta
María del Pópulo Pablo-Romero Gil-Delgado
Manuel Padilla Cruz
Marta Palenque Sánchez
María Eugenia Petit-Breuilh Sepúlveda
José-Leonardo Ruiz Sánchez
Antonio Tejedor Cabrera

Reservados todos los derechos. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación, sin permiso escrito de la Editorial Universidad de Sevilla.

© Editorial Universidad de Sevilla 2021
C/ Porvenir, 27 - 41013 Sevilla.
Tlfs.: 954 487 447; 954 487 451; Fax: 954 487 443
Correo electrónico: eus4@us.es
Web: <https://editorial.us.es>

© Rafael Pineda Reyes y Bárbara Martínez Escrich 2021

Impreso en papel ecológico
Impreso en España-Printed in Spain

ISBN 978-84-472-3105-8
Depósito Legal: SE 684-2021

Diseño de cubierta y maquetación: Cuadratín Estudio
Impresión: Podiprint

Índice

Abreviaturas.....	9
1. Introducción.....	11
1.1. Principio de asignación	12
1.2. Ciclos biológicos	13
2. Sexualidad	17
2.1. Tipos de sexualidad	18
2.2. Significado biológico	19
3. Reproducción asexual (vegetativa)	23
3.1. Tipos.....	23
3.2. Clonación.....	24
4. Reproducción sexual (gamética).....	27
4.1. Determinación sexual.....	28
4.2. Asignación sexual.....	32
4.3. Coste doble	34
4.4. Selección de parentesco	34
4.5. Asimetría y selección sexuales.....	35
4.6. Estaciones reproductoras	38
4.7. Tipos de reproducción sexual.....	42
5. Gametogénesis.....	49
5.1. Animales	49
5.2. Plantas	54
5.3. Disfunciones.....	56
6. Fecundación	59
6.1. Animales	59
6.2. Plantas	61
7. Consecuencias demográficas de la reproducción	63
8. Bibliografía	71

ABREVIATURAS

ADN:	ácido desoxirribonucleico
AMPc:	adenosín-monofosfato cíclico
CMS:	esterilidad masculina citoplásmica
DMD:	dominio metilado diferencialmente
ESS:	estrategia evolutivamente estable
FSH:	hormona estimulante del folículo
LH:	hormona luteinizante o luteoestimulante
mHAgS:	antígenos menores de histocompatibilidad
MPF:	factor promotor de fase M
PCB:	bifenilos policlorados
PDC:	plantas de día corto
PDI:	plantas de día intermedio
PDL:	plantas de día largo
PHYA:	fitocromo A
PKS:	sustrato de fitocromo quinasa
RFLP:	fragmentos de restricción de longitud polimórfica

1. INTRODUCCIÓN

La vida es un entretejido finísimo de supervivencia y reproducción. Sobrevivir en un mundo pleno de supervivencias implica defender lo ya conseguido, pero también mejorarlo creando nueva información. Hay que probar a cambiar, a evolucionar, un proceso que únicamente puede llevarse a efecto por reproducción y sacando provecho del juego conservación y cambio, o lo que es lo mismo, heredabilidad y mutación-recombinación.

Para que un fenotipo escolte su genotipo a la generación siguiente (reproducción) ha debido sortear muchos obstáculos: superar el nacimiento y la infancia, llegar al periodo de madurez, protegerse de los elementos, encontrar comida, curar las heridas, mantener los parásitos a raya, evadir a los depredadores, cooperar con los miembros de su especie, competir con los de otras, almacenar reservas, encontrar una pareja conveniente (en caso de reproducción sexual), convencerla para tener descendientes y cuidar de ellos hasta que maduren. Estos obstáculos son escrudiñados inmisericordemente por la selección natural, ya que “cuando la naturaleza gasta por un lado se ve obligada a ahorrar por otro” (Darwin, 1977).

En este libro se analizan los principios biológicos fundamentales que subyacen en la reproducción de los distintos tipos de organismos, tanto la asexual o vegetativa como la sexual. Frecuentemente se pone el énfasis en aspectos cuantitativos y evolutivos, de forma que pueda resultar de ayuda a un grupo más diverso y amplio de estudiantes durante su formación básica o para cualquier persona entusiasta del campo. En todo caso, se debe tener en cuenta que los organismos siguen el principio de asignación, esto es, un reparto de los recursos limitados entre el mantenimiento, el crecimiento y la reproducción. Todas estas cuestiones se discuten a lo largo del libro, donde se consideran aspectos moleculares, celulares, orgánicos y sus consecuencias poblacionales o demográficas.

1.1. PRINCIPIO DE ASIGNACIÓN

Un fenotipo es esencialmente un sistema de asignar o distribuir recursos para resolver estas pruebas de la mejor forma posible (W). Su diseño (arquitectura genética, genotipo) impone prioridades inmediatas y de por vida que deben satisfacerse fisiológicamente considerando las ligaduras y explotando las oportunidades ambientales que moldean las soluciones potenciales. El principio de asignación (figura 1) expresa que los recursos son limitados y han de repartirse entre el mantenimiento y el exceso de producción (los excedentes de la supervivencia). Dado que pueden invertirse en crecimiento (U) y reproducción ($1-U$) y, puesto que ambos aumentan la idoneidad, el problema fundamental es encontrar el valor U que optimiza W (es decir, U^*):

$$\partial^2 W(U) / \partial U^2 < 0 \quad (1),$$

donde W es la idoneidad, U^* es el crecimiento óptimo y ∂ es la derivada parcial (se usa derivada parcial porque W es un funcional de varias variables).

Un concepto relacionado con lo anterior es el de estrategia evolutivamente estable (ESS, del inglés *evolutionarily stable strategy*), idea procedente de la teoría de juegos que se refiere al fenotipo óptimo local de mayor idoneidad relativa para resolver algún aspecto de la supervivencia o la reproducción. Parece muy simple, pero (igual que el análisis variacional) no lo es.

La vida es un fenómeno continuo en el tiempo (palingénesis) y la selección natural solo puede optimizar la supervivencia si existen generaciones, esto es, si se repite el ciclo biológico y se dan oportunidades a los procesos generadores de novedad. Además, la supervivencia en sí misma es una victoria vana o efímera si no se transmite a la descendencia (reproducción) el programa que la posibilita. La reproducción es la característica predominante de la vida ya que garantiza su continuidad, bien sea perpetuando las especies o diversificándolas. Podría decirse, parafraseando a J. Monod, que el sueño de todo organismo es tener hijos.

Los seres vivos se pueden reproducir (volver a producir) por vías asexual, sexual o ambas. La reproducción sexual lleva emparejados múltiples aspectos negativos, tanto morfológicos (complejidad estructural) como etológicos (encuentro de pareja, riesgo del cortejo), genéticos (reducción del parentesco genético y del desequilibrio de ligamiento) y demográficos (doble coste). Pero dado que el 95% de las especies se reproducen sexualmente, debe admitirse que la asociación de reproducción y sexualidad compensa de algún modo todos los inconvenientes. No obstante, el análisis de la superioridad biológica de la reproducción sexual ha sido bastante refractario desde los tiempos de Darwin. Si N es el tamaño de la población, n el número de genes susceptibles de experimentar mutaciones favorables y ν la frecuencia de mutación, J. Maynard Smith (1929-2004) señaló que la reproducción sexual acelera la evolución si se cumple:

$$N > n/10\nu \quad (2)$$

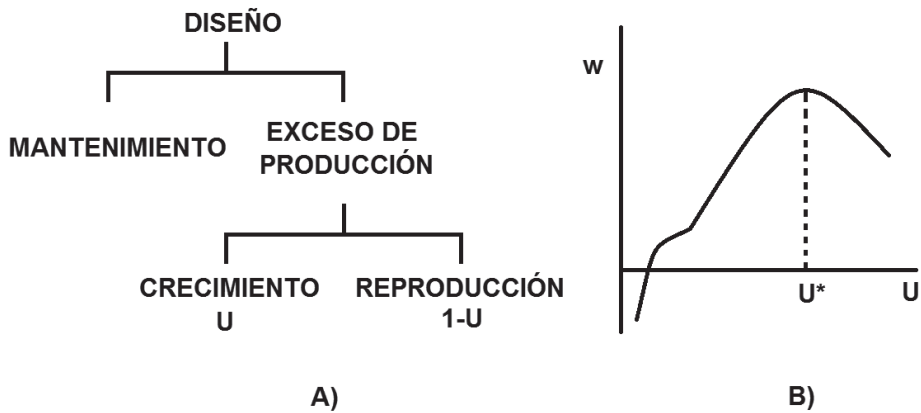


Figura 1. Presupuesto de un fenotipo (A) y optimización de la asignación (B).

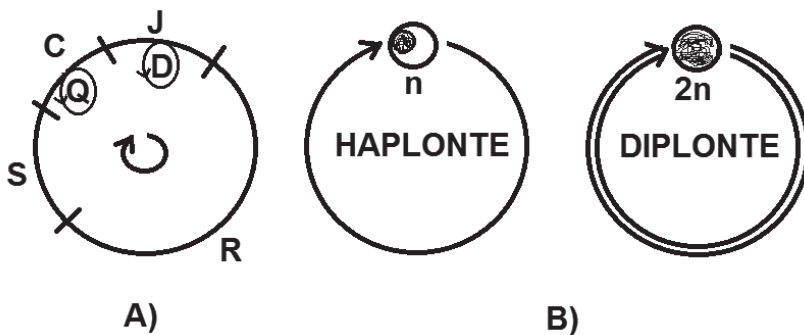


Figura 2. Ciclo biológico generalizado (A). Ciclos monofásicos (B).

1.2. CICLOS BIOLÓGICOS

Las estrategias codificadas en el genotipo se materializan en una fenología reminiscente del ciclo celular llamada ciclo biológico (figura 2A). Idealmente se pueden diferenciar cuatro etapas: unicelular o cigoto (C), juvenil (J), reproductora (R) y senil (S), que pueden incluir un periodo de quiescencia (Q) y otro de desarrollo (D), muy variables.

Aunque las especies generalmente se muestran por los especímenes adultos en los libros y museos de Historia Natural, la vida de los organismos comprende varias fases de su ciclo biológico y cada una de ellas contribuye en mayor o menor medida a la supervivencia (S) y reproducción (b). Los organismos son en realidad conjuntos cohesionados de caracteres que especifican estrategias

biológicas. Combinando unos componentes con otros y con las variables ambientales se obtienen funciones de funciones muy complicadas, algunas de las cuales forman conjuntos permitidos llamados géneros o historias de vida, mientras que otros son incongruentes debido a incompatibilidades (ligaduras, compromisos y conflictos). Aunque no es sencillo resumir de forma rigurosa los componentes de los ciclos biológicos, en la tabla 1 se hace un intento.

TABLA 1. COMPONENTES DE LOS GÉNEROS DE VIDA.

COMPONENTES	SUBCOMPONENTES	
Genéticos	Ploidía	Haploidía
		Diploidía
		Haplodiploidía
		Poliploidía
	Arquitectura genética (Interacciones génicas)	
Recombinación	Parasexualidad	
	Sexualidad	
Morfológicos	Número y tamaño de la descendencia	
	Desarrollo y maduración	
	Organización somática	Unitaria
		Modular
Reproductores	Modalidad	Asexual
		Sexual
		Alternante
	Tiempo de generación	Estrategas r
		Estrategas K
Etológicos	Defensa	
	Dispersión	Libre
		Parasitaria
Ambientales	Constantes	
	Variables	

Un superorganismo ideal necesitaría poco mantenimiento, se reproduciría inmediatamente después de nacer hasta el final de su longeva vida, tendría cada vez muchos hijos vigorosos, sería capaz de invertir grandes cuidados al tiempo que competir eficazmente con sus contrincantes y defenderse de los parásitos. Pero los "demonios darwinianos" no pueden sortearse ya que los recursos disponibles son limitados y el esfuerzo dedicado a desarrollar algunos aspectos del programa no puede emplearse a la vez en materializar otros. Además, como enseña la Economía, los valores son siempre relativos.

Las especies con reproducción asexual o vegetativa (agamogonia) tienen un ciclo monofásico haplonte o diplonte (figura 2B), dependiendo de que las células

sean haploides (n) o diploides ($2n$). No obstante, algunas especies son heterocariontes (presencia en sus células de dos núcleos haploides distintos ($n + n'$) o poliplontes (núcleos con múltiples complementos, mn). Los descendientes son prácticamente idénticos a sus progenitores (dadas las bajas frecuencias de mutación y transposición). En realidad, no son individuos, sino clones o "dividuos". La muerte es circunstancial y no una necesidad lógica. La reproducción asexual es típica de bacterias, mohos, protozoos, plantas que forman estolones y animales coloniales (modulares).

Los organismos haplontes tienen una carga genética menor (hay menos alelos perjudiciales cuando se ha establecido un equilibrio entre mutación y selección). Por el contrario, los organismos diplontes son más resistentes a los daños que se producen en el ácido desoxirribonucleico (ADN). La diploidía se produce por endomitosis (división del núcleo sin que siga la división del citoplasma). No obstante, las especies agamogónicas presentan procesos sexuales (= recombinación) desligados de la reproducción. Este intercambio facultativo de material genético suele tener lugar en situaciones críticas en las que hay que afrontar cambios ambientales importantes (estrés). Puesto que en estas situaciones no estaría indicada la multiplicación, es obvio que la razón de la sexualidad es la adaptación.

Los organismos en los que el intercambio de material genético está asociado a la reproducción (gamogonia) tienen un ciclo bifásico en el que simultanean o alternan fases haploide y diploide. Una división reductiva (meiosis, R) da paso a la fase haploide, que siempre contiene gametos, y la fusión de estos (fecundación, F) da paso a la fase diploide, que siempre contiene el cigoto. Es preciso indicar en este punto, aunque se describirá en más detalle más adelante (ver Sexualidad meiótica en el apartado 2.1. Tipos de sexualidad), que Meiosis significa disminución y es un proceso de reducción del material genético. Desde un punto de vista celular es un proceso de división en la que una célula diploide experimenta dos divisiones sucesivas, con la capacidad de generar cuatro células haploides. Requiere el emparejamiento de los cromosomas homólogos (formación de bivalentes) y generalmente está acoplado, pero no necesariamente, con el sobrecruzamiento.

La reproducción sexual (gamética) adopta modalidades variadísimas, pero es un fenómeno típicamente celular independientemente de que se dé en organismos uni o pluricelulares. Los gametos proceden de dos individuos sexuados distintos (dioecia), de un individuo que contiene los dos sexos (monoecia, hermafroditismo) o de individuos monosexuados (partenogénesis). El diseño de un ciclo bifásico consta de tres estados [cigoto, crecimiento (desarrollo) y maduración (reproducción sexual)] y adopta fenologías muy variables según la separación temporal y espacial de R y F (separación de las fases nucleares, figura 3). La muerte es una imposición o necesidad lógica.

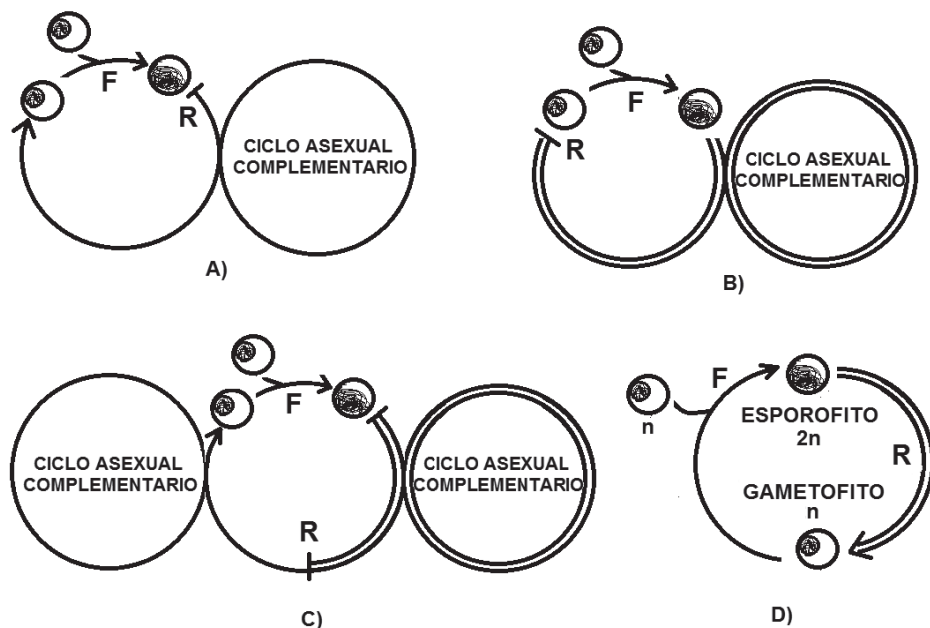


Figura 3. Ciclos bifásicos haplonte (A), diplonte (B) y diplohaplonte (C, D).

La figura 3 muestra una descripción de los diferentes ciclos: en el ciclo haplonte, todos los estados son haploides porque R tiene lugar después de formarse el cigoto (alternancia cigótica); en el ciclo diplonte, todos los estados son diploides porque R tiene lugar antes de formarse el cigoto (alternancia gamética); y en el ciclo haplodiplonte (o diplohaplonte), hay dos segmentos temporales con distinta ploidía denominados esporofito (diploide) y gametofito (haploide), y se habla de alternancia intermedia. Esta puede ser iso- o heteromorfa según tengan el mismo o distinto fenotipo y homo- o heterotálica si se dan en el mismo o distinto "pie". En las especies primitivas domina el gametofito y, en los casos extremos, el esporofito se reduce al cigoto (Euglenofitas, Pirofitas y muchas Clorofitas). En las especies más evolucionadas domina el esporofito. En los casos extremos, el gametofito queda reducido a los gametos, como ocurre en Bacilariofitas y muchas Feofitas y Rodofitas.

2. SEXUALIDAD

A nivel molecular, sexualidad significa recombinación genética, esto es, la formación de un heterodúplex de ADN a partir de dos homodúplex procedentes de fuentes distintas:



La recombinación general es el intercambio de secuencias entre dos cadenas de ADN que comparten un gran porcentaje de homología sin que se altere la ordenación génica. Tiene lugar durante los procesos parasexuales (procariotas) y sexuales (meiosis) y sirve tanto para reparar el genoma como para generar variación genética. La recombinación especializada requiere en unos casos que las cadenas presenten un pequeño porcentaje de homología (recombinación específica de posición) aunque también ocurre entre secuencias que no son homólogas en absoluto (transposición). Puede generar variación genética pero su significado más evidente está relacionado con la reordenación del genoma y la expresión. En la tabla 2 se resumen los tipos de recombinación y sus características fundamentales.

TABLA 2. VARIEDADES DE RECOMBINACIÓN.

TIPOS	PROCESOS	ORGANISMOS	REQUISITOS
General	Transformación	Procariotas	Secuencias <i>chi</i> , Recombinasas, Resolvasas
	Conjugación		Plásmidos F, Ti, Ri
	Meiosis	Eucariotas	Nódulo de recombinación
Especializada	Transducción	Procariotas	Secuencias <i>att</i> , Integrasas
	Transposición	Pro y Eucariotas	Elementos IE, Transposasas
	Transfección	Eucariotas	Vectores génicos
	Translocación		Secuencias RSS, Proteínas RAG

2.1. TIPOS DE SEXUALIDAD

A niveles celular y orgánico, los mecanismos de la sexualidad son variados y difieren en procariotas y eucariotas. Según L. Margulis y D. Sagan (1998) se dan tres tipos de sexualidad, en los que progresivamente se ha ido acoplado la creación de variedad genética a la reproducción y la transmisión horizontal ha dado paso a la transmisión vertical; esos tipos de sexualidad son los siguientes:

Transgénica

Los procariotas pueden transferir e intercambiar genes intrageneracionalmente (sin producción de nuevos descendientes) y transespecíficamente (sin respetar la barrera de especie, concepto que, por otra parte, no tiene mucho sentido entre bacterias). Estos procesos, llamados antiguamente parasexuales, pueden ser más o menos directos y reciben diferentes nombres dependiendo del mecanismo implicado (tabla 2). Es sorprendente que el sexo transgénico pudiera haber existido antes que las primeras células y es explotado por las técnicas de la Ingeniería Genética como una herramienta fundamental.

Hipersexualidad

Así denominó L. Margulis (1938-2011), madre de la teoría de la aparición de las células eucariotas, a los procesos de simbiogénesis celular. Se trata de una asociación simbiótica a nivel genético que comienza porque una célula engulle o fagocita a otra y la relación intracitoplásmica se estabiliza debido a una ganancia de idoneidad. Se conocen ejemplos de endosimbiosis bacterianas y heterocariosis eucarióticas y se cree que el origen de la célula eucariota tuvo lugar por endosimbiosis. También se da sexualidad entre procariotas y eucariotas. Dejando a un lado las repercusiones individuales de índole patológica que acarrear dichos intercambios, las manifestaciones biológicas a nivel poblacional se están empezando a comprender y puede adelantarse que depararán no pocas sorpresas. Además, complican extraordinariamente o imposibilitan la reconstrucción de la filogenia (diversificación y especiación reticuladas).

Sexualidad meiótica

Es la sexualidad ligada a la reproducción en la que alternan temporalmente una fase diploide producida por fusión y otra haploide producida por meiosis cuya duración y desarrollo varían enormemente. Meiosis significa disminución y es un proceso de reducción del material genético. Requiere el emparejamiento de los cromosomas homólogos (formación de bivalentes) y generalmente está acoplado, pero no necesariamente, con el sobrecruzamiento. La meiosis puede constar de

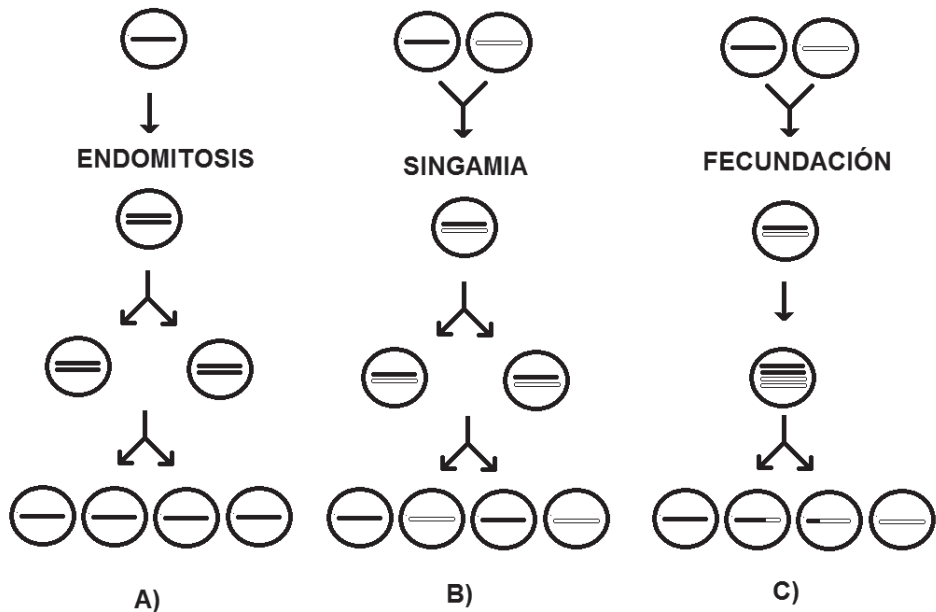


Figura 4. Endomitosis (A), meiosis de una (B) y dos divisiones (C).

un paso de división (sin duplicación del material genético) o dos (con duplicación) y adelantarse o retrasarse en el ciclo (figura 4). Se desconoce si en la meiosis de una división solo hay conversión génica (un proceso relacionado con la reparación) o si también hay sobrecruzamiento. N. Lane (2016) ha denominado a este tipo "sexo total" dado que hay una recombinación recíproca de los dos genomas implicados. Al destruirse el ligamiento se permite que la selección discrimine gen a gen y contribuya a mantener la varianza genética. En el sexo total todo es exuberancia, desde el derroche a manos llenas de la floración en los árboles tropicales hasta los comportamientos surrealistas de los rituales de cortejo de los animales.

2.2. SIGNIFICADO BIOLÓGICO

El sexo está relacionado con el mantenimiento (conservación) y la creación de variación genética y no deja de sorprender que un mecanismo originado para reparar el material genético haya evolucionado para crear nuevo material (Bernstein *et al.*, 1984). El asunto se complica cuando se asocia sexo y reproducción (reproducción sexual) o sexo y selección natural multinivel (fenotípica/darwiniana o grupal). Según C. G. Williams (1975) "El problema del sexo es el más sorprendente de la Biología Evolutiva" y para J. L. Gould y C. G. Gould (1989) "El sexo es admirablemente complejo, extremadamente caro y virtualmente ubicuo...

Es una fuerza tan poderosa que puede crear una especie en una generación o condenar al olvido a otra establecida". Ya indicó C. Darwin que algunos elementos paradójicos del sexo siguen estando "ocultos en la oscuridad". Afortunadamente, para los jóvenes investigadores queda mucho por investigar y un buen ejemplo de ello es la señalización por kisspeptinas, la cual se ha mostrado fundamental en el control de la reproducción (Pinilla *et al.*, 2012).

Mantenimiento de la variación

La función primordial del sexo es la administración del inventario de genes y cromosomas y de su eventual reparación. En algunos Cilióforos existe un ciclo fisiológico o maupasiano (figura 5). Así, *Paramecium*, el "animal zapatilla" es heterocariótico, esto es, tiene micronúcleos haploides (precigóticos) o diploides (postcigóticos) que controlan la reproducción y un macronúcleo poliploide que rige las funciones vegetativas. En estos infusorios, las generaciones juveniles experimentan escisiones vegetativas transversales y van acumulando mutaciones al ir madurando.

Si en la etapa de madurez no tiene lugar una conjugación (reproducción sexual), los organismos terminan envejeciendo y mueren cuando la carga genética se hace insoportable. A veces, un organismo senil logra rejuvenecer por autogamia, esto es, fusionando dos micronúcleos hermanos haploides (precigóticos) y formando un nuevo núcleo diploide con los genes reparados.

Creación de nueva variación

a) Hipótesis del "ribazo superpoblado" o variación espacial, formulada por C. Darwin.

En los hábitats abarrotados de organismos son importantes los pequeños detalles adaptativos. La estrategia óptima de las especies es sobrevivir explotando las pequeñas heterogeneidades espaciales de los recursos. Según esta hipótesis: 1) la selección natural primará los alelos menos frecuentes, es decir, es dependiente de la frecuencia y 2) un hábitat dado soportará tantos más individuos cuanto más diferentes sean ya que no tendrán que competir abiertamente entre ellos por el factor limitante. Experimentos realizados con *Drosophila* y plantas herbáceas apoyan esta idea. Es común emplear la técnica de cultivar distintas razas de una especie agrícola para obtener mejores cosechas.

b) Hipótesis de "la reina roja" o variación temporal (Van Valen, 1973).

Es conocido que la variación es consecuencia de la coevolución y de los cambios ambientales físicos y bióticos. La vida es una suerte de carrera en la que vale todo porque las dificultades aumentan con el paso del tiempo. Las soluciones dadas por la última generación se quedan anticuadas y, aunque es imposible

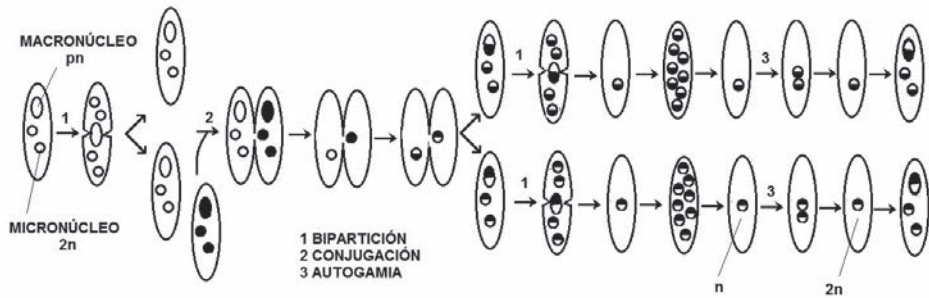


Figura 5. Procesos reproductores y sexuales en *Paramecium*.

predecir la combinación alélica óptima de la próxima, es absolutamente cierto que será distinta de la anterior (“¡Hay que seguir andando para quedarse en el mismo sitio!”). Esta hipótesis predice que el número de recombinaciones está correlacionado con el tiempo de generación ya que una especie longeva tiene que hacer frente a más eventualidades.

c) Hipótesis de los “genes egoístas y ultraegoístas” (Escuela de Oxford).

Según esta hipótesis, los genes son parásitos que siguen dos estrategias para mejorar su idoneidad: 1) mayor movilidad (transposones) para transmitirse intrageneracionalmente (herencia horizontal) y 2) mayor número de copias (heterocariosis y poliploidía) para poderse transmitir intergeneracionalmente (herencia vertical).

La primera es frecuente entre organismos de organización procarionta. En eucariotas, la sexualidad implica la reunión en un citoplasma de dos o más genomas conteniendo genes nucleares y citoplásmicos antagónicos. “La tragedia del citoplasma común” (Hurst, 1991) y la existencia de “genes ultraegoístas” (Crow, 1988) crea conflictos intragenómicos que actúan de potentes agentes evolutivos.

d) Trinquete mulleriano (Muller, 1964).

Una población asexual está condenada a acumular mutaciones deletéreas (lastre genético) y a extinguirse antes o después. En un momento dado podrá descomponerse en grupos que porten 0, 1, 2, ... mutaciones. Si el grupo carente de mutaciones se pierde por un aumento de los genotipos en la población en virtud del azar en lugar de la selección por su idoneidad, es decir, por deriva genética, con mayor probabilidad cuanto más reducido sea el grupo, únicamente podrá recrearse por mutación (improbable) o recombinación. El sexo es, por tanto, un agente que destruye el trinquete.

La diploidía es ventajosa a corto plazo. Un genoma diploide se adapta a los nuevos retos ambientales dos veces más rápidamente que otro haploide ya

que amortigua posibles mutaciones perjudiciales o deletéreas, es más propenso a adquirir mutaciones beneficiosas y tiene mayor idoneidad en dos situaciones ambientales. No obstante, a largo plazo, puede ocurrir que los dos alelos de un buen gen acaben mutando y el diploide vaya perdiendo idoneidad (lastre genético). Además, la diploidía es cara y la recombinación en ausencia de apareamiento tiene las consecuencias de la endogamia (homocigosis). Otra estrategia aceptable para vivir también consiste en producir una populosa descendencia haploide, de pequeño tamaño y tiempo de generación corto, en la que las mutaciones perjudiciales y otras circunstancias desfavorables se vean compensadas por las ventajas de la asexualidad (economía y potencial reproductor). Por consiguiente, se puede sacar partido de las ventajas combinadas de la haplo y diploidía y experimentar un ciclo haplodiplonte.