

---

## LA ESPECIE\*

---

ALFREDO LAGUARDA-FIGUERAS

Programa de Genética, Comisión Nacional de Energía Nuclear e Instituto de Biología, U.N.A.M.

\*Presentado en el Simposio para Conmemorar el Centenario de Mendel. México, D.F. 1965.

Uno de los conceptos biológicos fundamentales más discutidos es el concepto de Especie. Al intentar definir a la Especie, el abismo de excepciones ensombrece todo anhelo de universalidad. Aparentemente ha sido posible, en innumerables ocasiones, establecer las diferencias entre las poblaciones de individuos que forman especies diversas basándose en sus características morfológicas. Sin embargo, sabemos que individuos con características morfológicas que divergen en un grado suficiente para el establecimiento de diferencias específicas, al cruzarse pueden producir híbridos fértiles. De igual manera, encontramos diversas poblaciones cuyos individuos poseen las mismas características morfológicas; sin embargo, al tratar de obtener individuos fértiles vemos que ciertos elementos de una población dada son incapaces de originar híbridos fértiles al cruzarse con otros representantes característicos de la población mencionada. Un ejemplo clásico de esto es la incompatibilidad hemática que se presenta al cruzarse individuos de la especie humana, los cuales no están capacitados para tener hijos. También en la especie humana se presentan anomalías congénitas del metabolismo, dadas por genes dominantes, recesivos, translocaciones, aneuploidías, etc. En algunos de estos casos pueden producirse letalidad, subletalidad, o anomalías que representan desventajas en la competencia vital.

En ocasiones existe incompatibilidad física entre dos o más razas de la misma especie, siendo imposible, a pesar de no existir incompatibilidad genética, la obtención de descendencia fértil. Un ejemplo de lo antes señalado es el caso del perro.

Puede suceder, también, que el aislamiento entre dos especies sea de tipo geográfico o ecológico, siendo posible su hibridación artificial. La planta *Galeopsis pubescens* con un número de cromosomas igual a 16 ( $2n=16$ ) al hibridarse con *Galeopsis speciosa* ( $2n=16$ ) da origen a una nueva Especie *Galeopsis tetrahit* ( $2n=36$ ). Esta última especie ha sido encontrada en la naturaleza, comprobándose su origen en forma experimental.

El aislamiento geográfico hace que las diversas razas de una especie mantengan y acentúen sus diferencias genéticas, estableciéndose así entidades alopátricas, las cuales están formadas por individuos que viven en territorios distintos. Este aislamiento puede originar poblaciones aisladas en cuanto a sus posibilidades de reproducción, dando origen a las nuevas especies. Por otra parte, debido al aislamiento reproductivo, las especies se convierten en múltiples casos en simpátricas, esto es, especies que conviven en el mismo territorio sin posibilidades de hibridación.

En ocasiones vemos que las poblaciones integradas por individuos de especies distintas puedan encontrarse limitadas en biotopos distintos de la misma región geográfica, según las distintas exigencias ambientales de cada biotopo. Las especies pueden estar aisladas también estacionalmente, cuando maduran sexualmente en distintas estaciones del año. Otro tipo de aislamiento similar al anterior es el aislamiento circadiano, dado por los hábitos diurnos o nocturnos.

El aislamiento sexual se presenta cuando los machos y las hembras de una especie o población tienen preferencia o exclusividad en cruzarse con los elementos de su propia población o especie. Cuando los genitales de una población o especie son incompatibles con los genitales de ciertos representantes del sexo opuesto se establece el aislamiento mecánico. Asimismo, los gametos del sexo masculino de una especie pueden no ser atraídos por los del sexo femenino de la otra, o quizás pierdan viabilidad dentro de los conductos sexuales de las hembras de la otra especie, estableciéndose así un tipo de aislamiento que recibe el nombre de aislamiento gamético.

También es frecuente que el producto del cruzamiento de dos especies dé por resultado una generación de híbridos que no intercambian genes entre sí debido a esterilidad o inviabilidad. En este caso los cigotos pueden morir inmediatamente o hasta la madurez en la cual el híbrido debería de estar en condiciones para efectuar la reproducción.

En ocasiones es muy difícil de adjudicar a un determinado mecanismo el aislamiento de una especie o población, puesto que muy frecuentemente son varios los mecanismos que aíslan a una especie de otra u otras, obligando al biólogo a tomar en cuenta los factores morfológicos, fisiológicos, geográficos, ecológicos, de esterilidad

interespecífica y de fecundidad intraespecífica. Una vez reunidos todos estos datos se podrá concluir si se está trabajando con una especie distinta o con la especie conocida. Esto le permite saber si los mecanismos de aislamiento son totales o parciales, puesto que, en ocasiones el aislamiento sexual puede ser debido a preferencia para el apareamiento con los representantes de la misma especie, aunque esto no excluya el apareamiento eventual entre los machos y las hembras de distintas especies; o puede suceder que los cruzamientos interespecíficos queden totalmente descartados. Así, también, en los límites territoriales o ecológicos de especies próximas, pueden existir condiciones ambientales que reúnan una fracción de las especies vecinas permitiendo su cruzamiento, o, a pesar de existir tales condiciones, puede no suceder lo anterior. Independientemente de la influencia selectiva del medio, que representa limitaciones que aíslan a las especies próximas, así como, la conducta (en los animales) que en ocasiones permite el apareamiento de individuos de especies diversas, existen factores genéticos que hacen posible o imposible, el aislamiento o la formación de híbridos fértiles entre las especies o poblaciones próximas, estos factores son: diferencias cromosómicas, esterilidad génica y cromosómica, inversiones, translocaciones y poliploidía.

Una especie puede presentar diferencias cromosómicas con respecto a otras, tanto en el número de cromosomas como en el tamaño y en la forma de los mismos. Salvo en el caso de la poliploidía, todos los cambios en el número de cromosomas tienen su origen en las translocaciones. Un ejemplo de esto es el que se presenta en las plantas del género *Datura*, cuyas especies, *Datura stramonium*, *Datura ferox*, *Datura quercifolia*, varían en un cierto número de translocaciones. En el caso de *Oenothera* se presenta una serie de translocaciones sucesivas a partir de especies con siete cromosomas bivalentes, hasta llegar a las que forman un anillo con catorce cromosomas, los cuales representan el máximo de translocaciones simples. La planta *Fritilaria* presenta fragmentación y fusión de los cromosomas, los cuales se presentan con números básicos de 9, 12 y 13 cromosomas. Un ejemplo de Agmatoploidía es dado por el género *Luzula* el cual presenta fragmentación simple y múltiple de los cromosomas con centrómero difuso cuyo número varía de  $2n$  a  $4n$  y  $6n$ .

La dotación ancestral de cromosomas en la *Drosophila* (mosca de la fruta) está formada por cinco pares en forma de bastón y un par puntiforme (*Drosophila subobscura*, *Drosophila viridis*, etc.), siendo uno de los cromosomas en forma de bastón el cromosoma x. Posteriormente la translocación entre el cromosoma x y uno de los autosomas da origen a la dotación cromosómica de *D. pseudobscura* y *D. persimilis*: dos cromosomas x en forma de V, tres parejas de autosomas en bastón y una pareja de cromosomas puntiformes. Por medio de dos translocaciones se combinan dos cromosomas autosómicos en forma de bastón formando un cromosoma en forma de V, con el centrómero colocado en medio, uniéndose el cromosoma puntiforme con el otro bastón, dando como resultado el complemento cromosómico V, en *D. willistoni*. El cariotipo de *D. melanogaster* deriva del tipo ancestral, por medio de dos translocaciones que reúnen a cuatro autosomas en forma de bastón y originan dos cromosomas en forma de V, quedando inalterado el cromosoma x en bastón. Este tipo de mecanismo es el mismo que da origen a las distintas especies de plantas del género *Crepis*.

Las inversiones en los cromosomas implican en ocasiones aislamiento, puesto que los cambios en la disposición de los genes, no sólo producen alteraciones difíciles en los cromosomas, sino que representan un papel importante en la evolución del complemento cromosómico. *D. melanogaster* y *D. simulans* bastantes similares morfológicamente, dan híbridos totalmente estériles, debido a una importante inversión en uno de los autosomas y a varios pequeños cambios en la disposición de los genes de otros cromosomas. *Drosophila pseudobscura* y *D. persimilis*, casi idénticas, suelen diferir en cuatro grandes inversiones, siendo especies semiestériles puesto que sus híbridos machos son estériles y sus híbridos hembras son fértiles. Las razas, o quizá especies en formación de *D. americana*, *D. texana*, *D. nova mexicana* y *D. virilis*, presentan diferencias morfológicas mínimas, llegando a diferir en ocho inversiones de varios cromosomas. Asimismo, *D. pseudobscura* y *D. miranda* son bastantes similares y dan híbridos totalmente estériles.

La esterilidad de los híbridos está relacionada con la falta de capacidad de apareamiento de los cromosomas durante la meiosis. Los híbridos interespecíficos son en ocasiones heterocigotos por translocación y esto explica la esterilidad de algunos de ellos. Así, los cromosomas de distintas especies pueden contener los mismos "loci" dispuestos en orden distinto, siendo probable su incapacidad para verificar el apareamiento meiótico. Al no existir ni el apareamiento meiótico ni los quiasmas entre los cromosomas homólogos se interfiere el curso normal de la meiosis, haciendo que los híbridos puedan ser estériles. Cuando los híbridos son estériles, por diferencias en la disposición de los genes a lo largo de los cromosomas de las especies paternal, se produce la esterilidad cromosómica. Sin embargo, en ocasiones, los futuros gametos degenerarán antes del apareamiento meiótico, como sucede en el caso del macho producto de la hibridización del asno y del caballo. En los híbridos de las especies de *Drosophila pseudobscura* y *D. persimilis*, sucede todo lo contrario; el apareamiento de los cromosomas parece normal pero suceden cambios genéticos. *D. melanogaster* y *D. simulans* producen híbridos ciento por ciento estériles, pese a que la localización de sus genes tiene mayor semejanza que la presentada entre algunas razas de

la misma especie, las cuales dan lugar a híbridos totalmente fértiles. Esto complica el problema pues indica la existencia de genes que perturban la meiosis.

Puede suceder que los híbridos sean estériles debido a la constitución genética, como sucede en el caso de la esterilidad femenina presentada por el híbrido de las plantas del tabaco *Nicotiana sylvestris* y *N. tomentosa*, denominándose a este fenómeno *esterilidad génica*.

Cuando una vez divididos los cromosomas no se produce la división del núcleo ni de la célula, las nuevas células poseen doble número de cromosomas que las células paternas. Estos poliploides originados por la duplicación de los cromosomas de la misma cepa se llaman autopoliploides, siendo alopoliploides o anfidiplóides aquellos que se originan en la duplicación de la dotación de cromosomas de un híbrido interespecífico. Un ejemplo de esto son los tetraploides de la planta *Datura*.

La planta *Raphanobrassica karpechenkoi* fue obtenida de los híbridos formados por el rábano, *Raphanus satibus* (número diploide de cromosomas  $2n=8$ ), y la col, *Brassica oleracea* ( $2n=18$ ). Los híbridos tienen 18 cromosomas, 9 de los cuales proceden del rábano y los otros 9 proceden de la col. Los cromosomas de híbridos del rábano y de la col no se aparean durante la meiosis, siendo esta nueva planta casi estéril. Sin embargo, el número de cromosomas se duplica en algunas células formando semillas que pueden dar lugar a híbridos de la segunda generación. La gran mayoría de estos híbridos poseen 36 cromosomas (9 parejas del rábano y 9 parejas de la col). La fertilidad de estos híbridos es casi completa. Esta nueva especie de 36 cromosomas no segrega los caracteres de las especies paternas. La planta adulta lleva 36 cromosomas o 18 bivalentes los cuales dan lugar a gametos con 18 cromosomas, 9 representan la dotación completa de los cromosomas del rábano y 9 la dotación completa de los cromosomas de la col.

Los híbridos alotetraploides no son en muchas ocasiones fértiles: al *Drosophila pseudobscura* con *D. persimilis*, los híbridos machos estériles poseen frecuentemente células tetraploides en sus testículos, siendo la meiosis de estas células tan anormal como en el caso de los gametos diploides, sin que se formen gametos funcionales. La esterilidad en este caso es génica, puesto que las células tetraploides poseen el mismo tipo de genes que las células diploides.

Al cruzar *Galeopsis pubescens* y *G. speciosa* (plantas de la familia de la menta), Muntzing obtuvo artificialmente una nueva especie, la cual se encontró posteriormente en la naturaleza *Galeopsis pubescens* y *G. speciosa* poseen en sus células diploides 16 cromosomas. Al cruzarse estas especies dan lugar a un híbrido diploide (16 cromosomas), con 8 cromosomas procedentes de *G. pubescens* y 8 cromosomas de *G. speciosa*. A partir de este tipo de planta se obtiene finalmente un tetraploide con 32 cromosomas parecido a las plantas de la especie *G. tetrahit* hallada en la naturaleza, la cual posee también 32 cromosomas formando 16 bivalentes en la meiosis. Seguramente *G. tetrahit* se originó en la naturaleza como híbrido de *G. pubescens* y *G. speciosa*; esta suposición es subrayada por el hecho de que la planta artificial, obtenida en condiciones experimentales, da híbridos fértiles con facilidades, al cruzarse con el *G. tetrahit* natural. En forma similar las especies *Gossypium barbadense* y *G. hirsutum*, anfidiplóides con 26 pares de cromosomas, son producto de los híbridos formados entre las especies de algodón del viejo y del nuevo mundo, ambos con 13 pares de cromosomas; pues 13 pares de sus cromosomas son semejantes a los de las especies diploides americanas y los otros 13 pares son semejantes a los de las especies diploides de Asia, África y Australia. Otro ejemplo de anfidiploidía es el del trigo (*Triticum vulgare*), el cual es bien conocido por su importancia económica.

La poliploidía en animales se presenta principalmente en aquellos grupos que se multiplican por partenogénesis, como en los crustáceos *Artemia*, *Trichoniscus*, y en las mariposas del género *Solenobia*, así como también en los insectos de la familia *Curculionidae*.

Como hemos vistos, existen diversos ejemplos de especies que no se comportan de acuerdo a los conceptos de fertilidad intraespecífica y esterilidad interespecífica; conceptos que, si bien tienen un innegable significado, no son absolutos. Al mismo tiempo debemos estar conscientes de que, si bien no existen dos individuos iguales dentro de la misma especie, dadas las diferencias en su patrimonio hereditario (genotipo) o la expresión actual de determinados caracteres del genoma (fenotipo), también es cierto que el individuo no es típico de la especie: típicas son, hasta cierto punto, las constantes estadísticas de una población de individuos, ya que la población puede analizarse, en un momento dado, por las medidas de los caracteres cuantitativos y las desviaciones de los mismos, así como también por las frecuencias de los caracteres cualitativos.

La definición biológica de especie señala el grado de separación y no el grado de diferenciación, midiéndose el primero por el intercambio de genes entre las poblaciones. Las poblaciones o los grupos de poblaciones, por su parte se hibridizan o puede hibridizarse en ocasiones, de no estar aislados reproductivamente de otros grupos

similares. En términos estrictos diremos que la idea de especie no es más que eso: una idea, una abstracción. Esto no quiere decir que el biólogo no posea suficientes datos para poder diferenciar una población determinada de otra, o para distinguir una especie de la otra, a pesar de que el criterio a seguir sea distinto en cada caso, según difiera el tipo de organismo con el cual trabaje.

#### REFERENCIAS

CUÉNOT L., TETRY A. 1951. *L'évolution Biologique*. Masson et Cie.

DOBZHANSKY, T. 1953. *Genetics and Origin of Species*, Columbia University Press, New York.

———, 1962. *Mankind evolving the Evolution of the Human Species*. Yale University Press, New Haven and London.

FURON, R. 1958. *Causes de la Répartition des Etres vivants*. Masson et Cie.

GUINOCHET, M. 1955. *Logique et dynamique du peuplement végétal*. Masson et Cie. Editeurs.

MAYR, E. 1963. *Animal Species and Evolution*. The Belknap Press of Harvard University Press.

STEBBINS, G. L. 1960. *Variation and Evolution in plants*. Columbia University, New York.

SWANSON, C. P. 1961. *Citology and Cytogenetics*. Prentice Hall Inc.

TAX, S. AND CALLENDER 1960. *Evolution after Darwin*. The University of Chicago Press.

WHITE, W. J. D. 1951. *Citología Animal y Evolución*. Espasa Calpe.