

El centenario de las leyes de Mendel

Por Juan COMAS

I. *Precursores.* Aunque la práctica de la hibridación entre especies o variedades de animales y plantas es muy antigua, los intentos más o menos empíricos tratando de obtener una explicación causal de los resultados obtenidos, datan sólo —y aún esporádicamente— del siglo XVIII. Recordemos, entre otros, a Fairchild, en Inglaterra (1719), quien efectuaba ya fecundaciones híbridas entre distintas especies de claveles (*Dianthus*); J. G. Kölreuter en Alemania (1764) emprendió de manera sistemática hibridaciones entre especies de los géneros *Nicotiana* (tabaco), *Hyoscyamus* (beleño), etcétera; el francés Sageret (1826) con diversas cucurbitáceas; el holandés Gärtner (1837), etcétera.

Pero ninguno de ellos logró concretar las causas de la presencia o ausencia de ciertos caracteres en los descendientes híbridos de un determinado cruce interespecífico.

Intentos más acuciosos fueron realizados, casi contemporáneamente con Mendel, por el botánico francés Charles Naudin (1863-65) cruzando especies diferentes: *Nicotiana persica* x *N. langsdorffii*; *Datura stramonium* x *D. laevis*; *Linaria vulgaris* x *L. purpurea*; etcétera. Sus trabajos, publicados con anterioridad al de Mendel anticiparon, aunque en forma empírica, lo que después fue la *Ley de disociación de caracteres*; es decir que Naudin dejó constancia de la uniformidad de los híbridos en la primera generación, así como de un polimorfismo más o menos amplio en generaciones sucesivas; pero no logró su formulación concreta por falta de determinaciones numéricas. La imposibilidad de profundizar en el análisis del fenómeno, se debió precisamente a que Naudin efectuaba sus experiencias con especies muy distintas, que diferían en gran número de caracteres, lo cual evidentemente complicaba mucho el análisis de la hibridación.

II. *Mendel.* Por el contrario, el fraile austriaco tuvo la suerte o la intuición de empezar hibridando razas o variedades de la misma especie, concretamente del guisante (*Pisum sativum*), con lo cual el problema se simplificaba mucho, ya que las razas de una misma especie no difieren entre sí más que por uno o pocos caracteres:

El éxito de sus investigaciones sobre híbridos se debió, como justamente señala J. L. de la Loma, al método de trabajo y observación adoptado: a) tomando en cuenta en cada caso un solo elemento, es decir variedades que poseían una característica claramente opuesta, cruzándolas entre sí y estudiando sus descendientes en varias generaciones, pero sin tomar en cuenta los demás caracteres de tales híbridos; b) estudiando la descendencia de cada individuo por separado; c) sometiendo los resultados al cálculo matemático, para llegar a conclusiones numéricas, evitando el subjetivismo de las observaciones simplemente cualitativas.

De este modo logró formular sus dos leyes dadas a conocer en 1865 en una breve monografía cuya capital importancia únicamente fue reconocida 35 años más tarde.

Johann Mendel nació en 1822 en la localidad de Heinzen-dorf, colonia alemana enclavada entre la población eslava de la Silesia austriaca. Después de sus estudios secundarios ingresó en el monasterio agustino de Brunn. En 1847 se ordenó de monje, adoptando el nombre de Gregorio con el que es universalmente conocido.

En 1851 fue a Viena, enviado por su Orden, con el fin de estudiar ciencias naturales y matemáticas; regresando al Convento de Santo Tomás en 1853 para trabajar como maestro, iniciándose al mismo tiempo en el cultivo de híbridos en la huerta de la comunidad. Más tarde, en 1868, fue nombrado Abad del Monasterio.

Las experiencias de Mendel, efectuadas entre 1856 y 1864, consistieron al principio —como ya señalamos— en el cruzamiento entre variedades de guisante que se diferenciaban en un solo carácter contrapuesto; ello le permitió comprobar que en la primera generación, F_1 , todas las nuevas plantas eran semejantes (por tal carácter) a uno de sus progenitores; pero que dejando reproducirse a estos individuos entre sí se obtenía una segunda generación, F_2 , en la cual reaparecían los dos caracteres primitivos (de los abuelos) en la proporción aproxi-

mada de 75% y 25% respectivamente. Así, cruzando una variedad de guisante de flores blancas con una de flores rojas, todos los descendientes hijos de la primera generación, F_1 , tenían flores rojas; pero hibridando éstos entre sí resultaba una segunda generación, F_2 , en la que reaparecían las flores blancas (en un 25%) manteniéndose las rojas (en un 75%). O sea 3:1.

Mendel trabajó perseverantemente con millares de plantas tratando de comprobar estos primeros resultados; para lo cual recurrió a variedades de *Pisum sativum* que en cultivos previos habían mostrado constancia en sus elementos diferenciales. Escogió en definitiva siete características contrapuestas que fueron: 1) Color de la flor (blanca o roja); 2) Color de los cotiledones (amarillo o verde); 3) Forma de la semilla (lisa o rugosa); 4) Forma de la vaina (lisa o estrangulada); 5) Color de la vaina (verde o amarilla); 6) Posición de las flores (axial o terminal) y 7) Longitud del tallo (normal o enano).

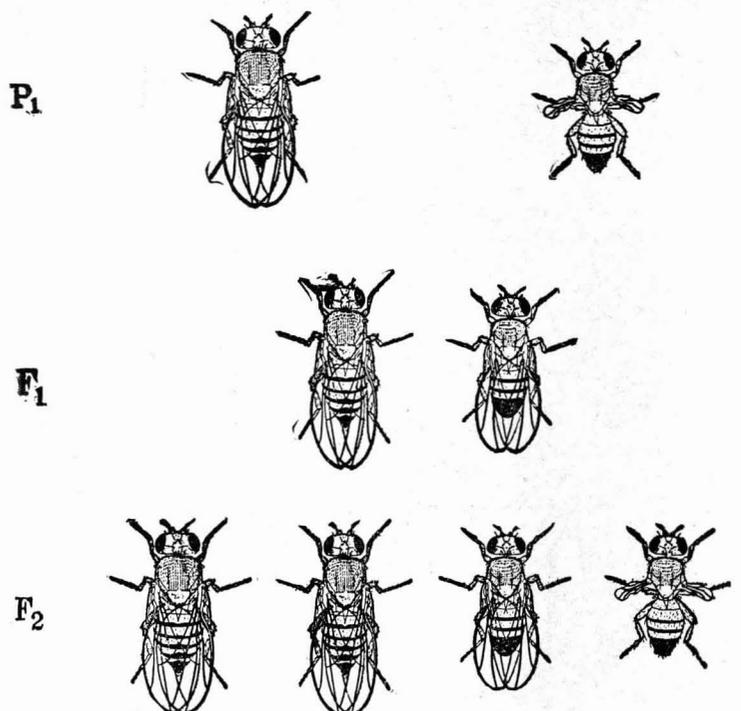
Los resultados experimentales en todos los casos fueron prácticamente coincidentes con los que el cálculo teórico pudo prever en esa disociación de caracteres en la generación F_2 .

De ahí la formulación de la *primera ley de hibridación o de disociación de caracteres*: "Cuando se cruzan dos razas o variedades que difieren por un solo carácter (monohibridismo), los híbridos de la generación F_1 son todos semejantes entre sí y a uno de los progenitores. En la segunda generación, F_2 , se presentan de nuevo los dos caracteres parentales en la proporción de 75% y 25%, o sea 3:1 respectivamente." En el ejemplo mencionado de flores rojas y flores blancas, todas las plantas de flores rojas en la generación F_2 son idénticas en su aspecto externo, pero en realidad corresponden a dos tipos: uno puro, es decir que por autofecundación da indefinidamente flores rojas; y otro híbrido, semejante al de la generación F_1 . De ahí que la proporción (rojas) 3: 1 (blancas) se convierte en 1 (rojas puras): 2 (rojas híbridas): 1 (blancas).

Este enunciado de la ley corresponde a los datos de Mendel y a su época; investigaciones posteriores han modificado su planteamiento, ya que no siempre los híbridos de la generación F_1 son externamente iguales a uno de los progenitores; son los casos llamados de herencia interparental.

Mendel calificó de *dominante* al carácter presente en los híbridos de F_1 y de *recesivo* al contrario, que sólo reaparece en F_2 . Nomenclatura que sigue utilizándose en Genética.

El segundo paso en las investigaciones de Mendel fue el



"cuando se cruzan dos razas o variedades que difieren por un solo carácter"

estudio de la hibridación entre variedades del mismo guisante (*Pisum sativum*) pero tomando en cuenta a la vez dos caracteres contrapuestos: semillas lisas y amarillas frente a otras rugosas y verdes; el resultado fue que todos los híbridos nacidos en la generación F_1 tuvieron semillas lisas y amarillas; parecía como si hubieran desaparecido los caracteres de semilla rugosa y verde. Pero en la generación F_2 producida por autofecundación de F_1 , aparecieron en proporciones constantes y estadísticamente determinadas 4 tipos distintos: dos con semillas lisas-amarillas y rugosas-verdes idénticos a los abuelos, pero además dos nuevas variedades con semillas: lisas verdes y rugosas-amarillas.

Tales resultados le permitieron formular una segunda Ley denominada de *Recombinación independiente de los factores*.

Como en el caso de la *Ley de disociación*, también aquí Mendel comprobó sus resultados no sólo con otros de los caracteres contrapuestos en variedades de guisante, sino también en nuevas plantas, como el género *Phaseolus*. Y tampoco se limitó a experiencias con dos caracteres (dihibridismo) sino que las continuó haciendo cruzamientos a base de 3 caracteres (tri-hibridismo), etcétera. Todo lo cual corroboró la exactitud de sus cálculos teóricos, confirmando la explicación causal del fenómeno de la hibridación.

Ante los miembros de la Sociedad de Historia Natural de Brünn, los días 8 de febrero y 8 de marzo de 1865, expuso Mendel los resultados de sus experiencias, así como su interpretación de los mismos; trabajo que fue publicado por dicha Sociedad en 1866.

El estudio de Mendel permaneció ignorado; no tuvo la menor repercusión en los medios científicos de la época y cayó en el olvido; faltaba el ambiente propicio para captar su inmensa importancia. Apenas si la doctrina transformista empezaba a tener adeptos (recuérdese que Darwin publicó su *Origen de las especies* en 1859) y era imprevisible adivinar el papel que los fenómenos de la herencia iban a desempeñar en la comprensión del mecanismo de la evolución.

Pero posiblemente actuaron además otros factores para esa desatención científica. Las experiencias de Mendel, pese a su escrupulosa metodología, se habían efectuado sin microscopio y con plantas cultivadas, lo cual les confería apariencia de mediocridad, fruto de la actividad de un 'aficionado', el cual —además— era fraile. ¿Podía tomarse en serio el trabajo en esas condiciones, cuando estaba en auge la doctrina darwinista que había provocado en los primeros momentos las iras y animadversión de un amplio sector clerical, tales como las del obispo Wilberforce en 1860?

Suele creerse que las tareas administrativas, de dirección y organización, que pesaban sobre Mendel desde 1868 al nombrársele Abad del Convento, terminaron con su preocupación científica. Pero no es así; por lo menos durante 8 años, entre 1866 y 1873, dedicó parte del tiempo a ampliar sus experiencias de hibridación en otras especies vegetales. La evidencia de tal acerto está en la interesantísima correspondencia que sostuvo con Karl W. Nägeli (1817-1891), el eminente botánico suizo; conocemos 10 de tales cartas, entre el 31 de diciembre de 1866 al 18 de noviembre de 1873, en todas las cuales describe detenida y minuciosamente los resultados de sus nuevas experiencias al cruzar variedades de los géneros *Hieracium* y *Cirsium* (familia Compuestas), *Geum* (familia Rosáceas), *Linaría* (familia Escrofulariáceas), etcétera.

Durante todo este periodo, y pese a la dolencia ocular que por un año (1869) interrumpió sus actividades, Mendel no sólo se mantuvo al corriente de lo hecho por otros investigadores en el campo de la hibridación vegetal, sino que trató de comprobar sus experimentos y resultados. Así lo expresa en forma explícita refiriéndose a los trabajos de Gaertner, lamentándose de que dicho autor no diera a conocer el detalle de las técnicas y métodos utilizados.

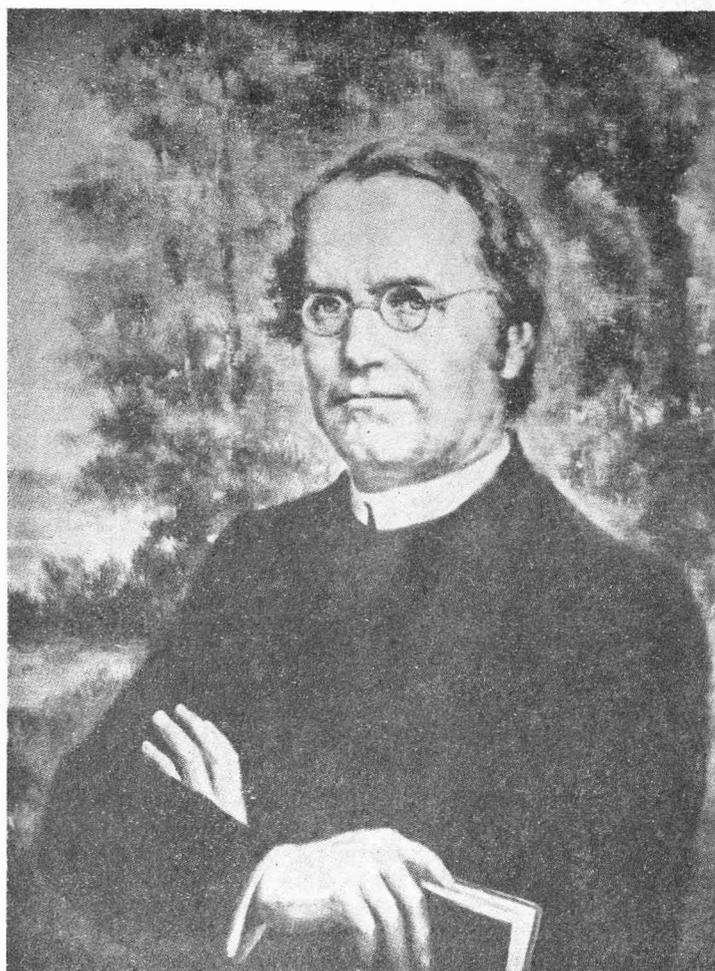
Y lo mismo le ocurrió con algunas de las experiencias de Naudin y Darwin que, específicamente, están en desacuerdo con sus propios resultados.

Recordemos en fin que Mendel publicó en esta época otro estudio aunque no tuvo la importancia y menos la resonancia del primero.

Y muere Mendel en 1884 ignorando las profundas repercusiones científicas que iba a tener su trabajo de 1865.

III. *El re-descubrimiento de las leyes de Mendel*. Con palabras de un gran biólogo y genetista francés se sintetiza muy bien la situación:

“Desde 1865 a 1900 estas investigaciones fundamentales se mantuvieron completamente ignoradas. Durante dicho pe-



Gregor Johann Mendel (1822-84), por Flannery

riodo se abordaron los problemas de la herencia de manera teórica, perfectamente estéril, por una serie de autores eminentes, tales como K. Nägeli, C. Darwin, A. Weismann, Y. Delage, etcétera... Todos estos sistemas no dejaron ninguna huella y es inútil detenernos hoy en ellos.”

Fue una singular coincidencia que después de 35 años de silencio los resultados experimentales y las conclusiones teóricas de Mendel fueran exhumados y comprobados en 1900, simultánea pero independientemente, por tres grandes botánicos: el holandés Hugo de Vries (1848-1935), el alemán Carl Correns (1864-1933) y el austriaco Erich von Tschermak (1871-?). Sus trabajos, además del valor científico, son gloriosa muestra del espíritu de total objetividad y desinterés que animaba a los tres ilustres botánicos al reconocer espontánea y públicamente que sus investigaciones no aportaban nada nuevo ni original a la ciencia, sino que eran simple re-descubrimiento y confirmación de lo que un fraile agustino, Gregor Mendel, había expuesto ya un tercio de siglo antes.

Dijo Tschermak: “The simultaneous discovery of Mendel by Correns, De Vries and myself appears to me especially gratifying. Even in the second year of experimentation, I too still believed that I had found something new.”

Y Correns, después de referirse a que sus resultados experimentales coincidían con los De Vries, añadía:

“But then I convinced myself that the Abbot Gregor Mendel in Brünn had, during the sixties, not only obtained the same result through extensive experiments with peas, which lasted for many years, as did De Vries and I, but had also given exactly the same explanation, as far as that was possible in 1866”... “At the time I did not consider it necessary to establish my priority for this re-discovery by a preliminary note, but rather decided to continue the experiments further.”

Deberían estos ejemplos servir de norma de conducta a todos los hombres de ciencia.

Y quedó así justamente perpetuado el nombre de Mendel, unido para siempre a la nueva ciencia que W. Bateson bautizó como Genética, cuyo explosivo desarrollo es de todos conocido y cuyas perspectivas para el futuro de la humanidad resultan ya imprevisibles.