

Revista de Medicina Veterinaria

de la

ESCUELA DE MONTEVIDEO

ALGUNAS IDEAS MODERNAS RELACIONADAS CON LA HERENCIA Y LA CRÍA

CONFERENCIA DADA POR EL DOCTOR DANIEL E. SALMON
EN LA SESIÓN DEL 23 DE AGOSTO DEL 9.º CONGRESO RURAL

Los conocimientos que se tenían hasta hace poco tiempo respecto de la herencia eran á tal punto deficientes, que los éxitos obtenidos por los criadores, algunos de ellos notables, constituyen más bien el resultado de una selección hábil y de la combinación de condiciones favorables que el de la aplicación inteligente de las leyes que la rigen. Las conclusiones á que han llegado los grandes autores difieren fundamentalmente y es evidente, en la actualidad, la necesidad de revisar radicalmente los textos sobre la cría.

Se han practicado, en los últimos años, investigaciones científicas notables que se acercan mucho á la solución de los misterios de la herencia y ponen de manifiesto que en esta materia el fenómeno ocurre, como en todas las de otro orden, de acuerdo con leyes fijas y definidas, cuyo conocimiento ha de habilitar al criador para proceder racionalmente y con alguna seguridad en cuanto al éxito que persigue. Espero, pues, poder dar una idea de la importancia que han adquirido esas investigaciones y de los resultados ya obtenidos.

Las investigaciones consisten en experimentos prácticos de cría y en estudios microscópicos minuciosos de las células germinales, de su producción, unión, y del desarrollo subsiguiente

de los óvulos fertilizados, en una nueva planta ó en un nuevo animal.

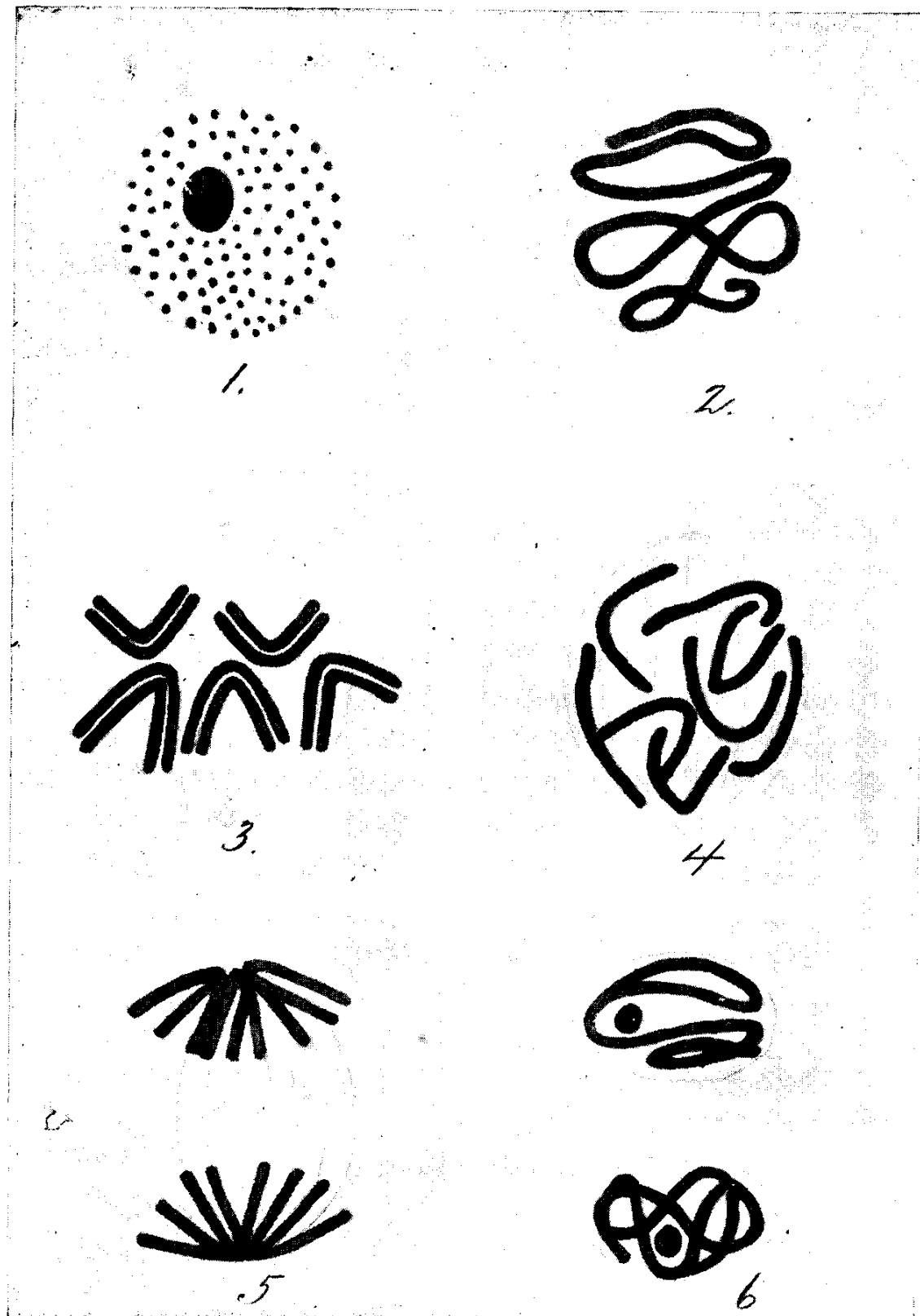
La tendencia es á la conclusión de que existe un definido material hereditario, ó, en otras palabras, una substancia que transporta las fuerzas hereditarias, ó factores, ó determinantes, ó como quiera llamarse á esas influencias que determinan las características de la descendencia.

Se supone que este material existe en los cromosomos de las células germinales, paternas y maternas. Empecemos por explicar lo que es una célula y la localización de sus partes principales.

La mayor parte de las células son tan pequeñas que solo se perciben con ayuda del microscopio. Constituyen la unidad de estructura, es decir, que todas las partes de los animales y de las plantas están formadas por la agregación de células distintas, más ó menos independientes entre sí.

La célula es una pequeña partícula de materia viva, rodeada por una envoltura celular que normalmente presenta forma esférica pero que por la presión de las células adyacentes ú otras causas, puede adquirir gran variedad de figuras. Dentro de la envoltura celular hay una masa de materia viva llamada citoplasma, luego un cuerpo más ó menos esférico llamado el núcleo, también rodeado de una pared, dentro de la pared nuclear una masa menor de materia viva llamada el plasma nuclear y flotando en ese plasma un número de cromosomos ó de gránulos cromáticos.

Es sobre estos cromosomos que se han concentrado los estudios científicos en la esperanza de poder llegar á explicar algunos de los misterios de la reproducción. La importancia de los cromosomos, en cuanto al funcionamiento regular de las células, está demostrada por los cambios complicados que ellos sufren cuando estas se preparan para dividirse. En los intervalos entre esas divisiones la substancia cromática se distribuye en forma de gránulos muy pequeños en todo el plasma nuclear, pero cuando se aproxima el tiempo de la división, los gránulos cromáticos vuelven á reunirse y forman una cuerda que se arrolla en el núcleo. Esta cuerda se divide luego en un número determinado de partes iguales, llamadas cromosomos que se curvan y se



CAMBIOS DE LOS CROMOSOMOS EN LA DIVISIÓN DE LA CÉLULA

Figura 1). Substancia cromática en forma de gránulos.

- » 2). Cuerda cromática arrollada en el núcleo.
- » 3). Los cromosomos en el plano ecuatorial del núcleo y divididos longitudinalmente.
- » 4). La cuerda dividida en cromosomos iguales.
- » 5). Los cromosomos en los polos del núcleo.
- » 6). Los cromosomos en forma de cuerda. El núcleo y la célula divididos.

ubican en la circunferencia del plano ecuatorial del núcleo. Los cromosomos se dividen luego longitudinalmente en dos partes iguales, cada una de las cuales se dirige á uno de los polos del núcleo. Por último, este se divide en el plano ecuatorial de manera que los cromosomos de cada polo pasan á cada una de las nuevas células. (Véase lámina número 1).

El objeto de este proceso complicado parece ser el de determinar una distribución equitativa de los cromosomos entre las dos células formadas por la división y probablemente determinar la regularidad y seguridad de la distribución de los factores hereditarios entre los descendientes de la célula original de la cual proviene cada individuo.

La reproducción y la herencia se observan en sus más simples manifestaciones en organismos que constan de una sola célula, como las bacterias y los protozoarios, es decir, en las formas más bajas de la vida.

Ciertas variedades de estos organismos causan las enfermedades contagiosas en el hombre y en los animales y es con tal motivo que han sido larga y cuidadosamente estudiadas. Algunos de estos microbios se reproducen en condiciones favorables con tan extraordinaria rapidez que desarrollan en cada hora que transcurre una nueva generación, lo que permite estudiar en un mes los efectos de la herencia en un número mayor de generaciones que las que podrían observarse en un siglo si el estudio hubiera de practicarse en los grandes animales domésticos. Es pues, conveniente recoger nuestras impresiones sobre la herencia en estos organismos que constan de una célula.

La multiplicación del bacilo del carbunclo por medio de la simple división de estas células, se observa fácilmente en la sangre y en las culturas obtenidas en el laboratorio. En la figura 1 de la lámina número 2 se ve una sola célula individual de este bacilo *A*. Es una célula muy pequeña, alargada y cilíndrica. Se reproduce por alargamiento, contrayéndose en su centro, como se ve en *B* y luego dividiéndose completamente para producir dos individuos tales como se observan en *C*. Es fácil comprender que las características de los dos bacilos *C* son probablemente idénticas á las del primer bacilo *A* desde que están com-

puestos de la misma pared y contenido celular. En efecto, el cuerpo entero de éste ha sido utilizado en la producción de los dos individuos *C*, que constituyen su descendencia. Llamando á *A* la primera generación y á *B* la segunda, debemos suponer que esta ha de heredar los caracteres que tenía la primera en el momento en que ocurrió la reproducción. Vale decir, que si el individuo *A* hubiera adquirido nuevas características durante su breve existencia, debido á un cambio de ambiente, no debe sorprendernos que los dos individuos *C* hereden estas características en su pleno desarrollo. Y parece que es lo que ocurre.

Estos bacilos de carbunclo tienen dos características bien definidas, susceptibles de modificarse por un cambio de ambiente.

La primera es la condición de formar esporos, lo cual significa que tiene también otra forma de reproducción. Después de vivir y multiplicarse en la sangre ó en otras sustancias hasta haber alterado su composición y haberlas vuelto desfavorables para su crecimiento ulterior, produce esporos ó gérmenes dentro de sus propias paredes celulares, que son análogas á las semillas de las grandes plantas y pueden permanecer en estado latente hasta encontrar un medio de cultura fresco y favorable, tal como la sangre de un nuevo animal.

A una temperatura de 42.5 grados este bacilo no produce esporos, y si se obtiene su producción por división, á la misma temperatura durante un tiempo determinado, pierde la condición de formar esporos y este cambio de función ó condición es transmitido por herencia á las nuevas generaciones, aún cuando vuelva á temperaturas ordinarias. Pueden producirse así y cultivarse por tiempo indefinido, razas del bacilo del carbunclo que no producen esporos.

Otra característica de este bacilo es su virulencia, es decir, su poder para desarrollarse en los tejidos de los animales y causar la enfermedad. Cuando se obtiene la reproducción de este bacilo á una temperatura de 42.5° durante algunos días, no solo pierde la condición de producir esporos sino también parte de su virulencia y solo causa una enfermedad benigna á la cual reaccionarán los animales inoculados. Es decir, que se ha convertido en una vacuna. Esta virulencia

atenuada se transmite por herencia aún en otras condiciones y se puede cultivar los bacilos por tiempo indefinido manteniendo siempre en ellos la característica de solo ser el germen de una enfermedad benigna.

Permaneciendo á 42.5° por un término mayor se convierte en un microbio inocuo, que transmite indefinidamente este carácter á su descendencia.

Debido á la pequeñez de la célula del bacilo del carbunclo no es posible distinguir perfectamente el núcleo é ignoramos por lo tanto como obra durante la división de la célula. Se ha observado en el *Bacillus subtilis*, que es más ó menos similar, un cuerpo que representa evidentemente el núcleo de los más altos tipos de células. Cuando el bacilo se prepara para formar dos individuos, el núcleo se alarga y se divide en dos partes, luego se contrae cada vez más en la parte media de la varilla hasta que se produce la división completa. (Lámina 2 fig. 2).

Los tripanosomas que causan en el hombre, caballo, ganado vacuno y otros animales, las enfermedades llamadas del sueño, surra, nagana, dourina, mal de caderas, etc., nos suministran un ejemplo de lo que ocurre en la reproducción de los protozoarios. Estos organismos también se reproducen por división, separándose primero el núcleo y luego el cuerpo mismo para formar el cuerpo de los descendientes. (Lámina 2 fig. 3). También debemos suponer en este caso que la cría, al tiempo de llegar á ser individuos independientes, manifestará las características que tenía el ascendiente en el momento de dividirse. Un ejemplo se observa en los tripanosomas de animales que han sido tratados con ciertos remedios, como ser el atoxilo y la parafucsina, sustancias que al principio tienen un efecto destructivo sobre estos parásitos. Sin embargo, si la dosis administrada no es suficientemente elevada para destruir el tripanosoma casi de inmediato, y el animal afectado sufre una recaída, los parásitos adquieren un extraordinario poder de resistencia y ya no serán destruidos por una dosis que pueda resistir el animal afectado. Este poder de resistencia á la acción de sustancias químicas nocivas es transmitido por herencia durante un tiempo indefinido. EHRLICH obtuvo una raza resistente á la parafucsina que conservó esta caracterís-

tica adquirida durante 180 pasajes á través de ratones, habiendo durado la experiencia 18 meses, y otra raza resistente al atoxilo que también la mantuvo durante 138 pasajes en quince meses. MESNIL y BRIMONT tenían una raza resistente al atoxilo después de 150 pasajes á través de ratones durante 18 meses y calcularon que en ese término se produjeron por lo menos 1.500 generaciones de parásitos. En los casos citados es indudable que las características adquiridas durante la vida de una generación fueron heredadas por generaciones sucesivas.

El modo de reproducción de los altos animales es distinto del que acabo de explicar para las formas más bajas. Los animales domésticos tienen su origen en dos células, una del padre y otra de la madre. Al fusionarse forman una célula que se divide y subdivide hasta haber producido un número suficiente para constituir todos los órganos de un nuevo animal. La diferencia esencial entre ambos modos de reproducción, desde el punto de vista de la herencia, consiste en que en el primer caso, el de la bacteria y protozoa, el cuerpo entero del individuo pasa á la descendencia, mientras que en los altos animales contribuye con una sola célula microscópica que es una de los varios millones que constituyen su organismo. Más aún, la célula germinal de los grandes animales no representa en modo alguno las otras clases de células. Esta se desarrolla por división en órganos especializados, que se separan de los demás del cuerpo durante el primer período de la vida embrionaria, y las células reproductoras no se mezclan durante la vida con las demás células del cuerpo.

Cada espermatozoide tiene un linaje directo que puede trazarse retrospectivamente á través de las células de los testículos hasta llegar á las producidas por las primeras divisiones del óvulo fertilizado que fueron segregadas en ese período de la vida para formar los diferentes órganos del embrión. Como ningún óvulo ni espermatozoide proviene de los músculos, huesos, cerebro ú otros órganos del cuerpo, debe admitirse que las células reproductoras son siempre originadas por otras células reproductoras.

Esta idea puede demostrarse tal vez con más claridad en la fig. 4 de la lámina núm. 2. El óvulo fertilizado para el desarrollo

Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

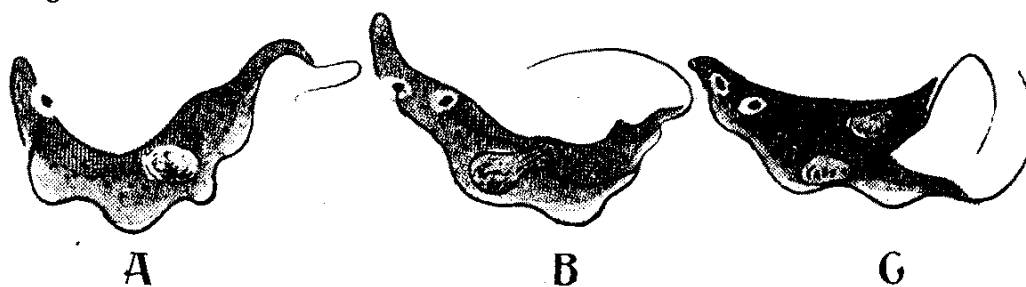


Fig. 4

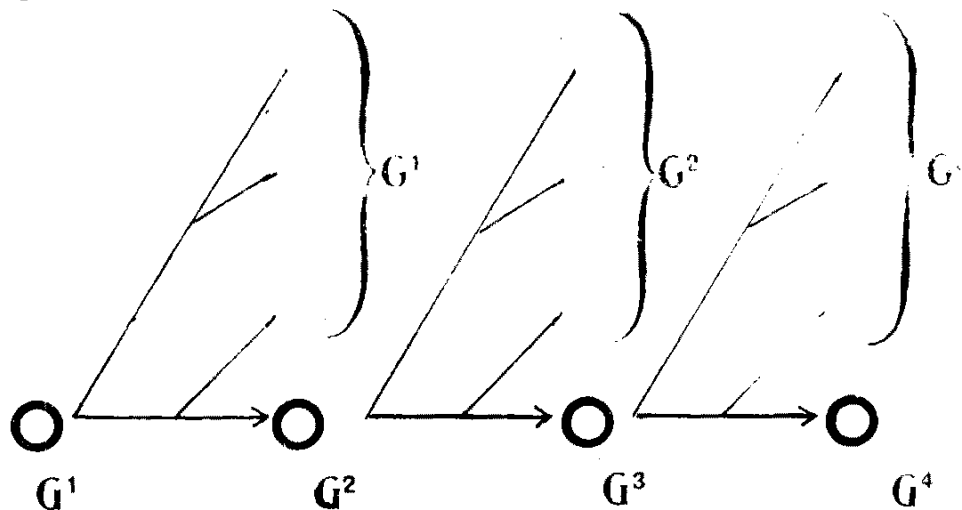


Fig. 1. Reproducción del bacilo del carbunco. A) La célula individual. B) La célula dividiéndose. C) La célula completamente dividida. D) Reproducción por formación de esporos.

Fig. 2. Reproducción del *Bacillus subtilis*. A) La célula individual. B) División del núcleo. C) La célula dividiéndose. D) La célula completamente dividida.

Fig. 3. Reproducción del *Trypanosoma*. A) Célula individual. B) Los centrosomas divididos y el núcleo dividiéndose. C) Los núcleos divididos y el cuerpo de la célula dividiéndose.

Fig. 4. Diagrama demostrativo de la continuidad del plasma germinal.

de la primera generación está representado en G , parte de las células producidas por la división de aquel van á formar los testículos ó los ovarios del nuevo animal G^2 y parte á formar los demás órganos del cuerpo C^1 .

El óvulo para el desarrollo de la segunda generación es descendiente de las células reproductoras G^2 que han permanecido separadas de las células del cuerpo C^1 durante la vida. En cada generación subsiguiente el proceso se repite de igual modo. Los cromosomos de las células son transmitidos de una generación de células á la siguiente y los de las células reproductoras pasan de generación en generación de animales, en línea directa, á través de las mismas. Los cromosomos de las células reproductoras pasan á las del cuerpo al mismo tiempo en que comienza el desarrollo de cada nuevo individuo pero los cromosomos de estas no pasan á las células reproductoras. Si estos cromosomos son, pues, portadores de las fuerzas hereditarias, como se cree actualmente, el método de reproducción, por lo menos en los altos animales parece estar destinado á mantener esas fuerzas puras de una generación á otra y á prevenirlos en lo posible de la influencia del ambiente. Esta línea descendiente directa de las células reproductoras, que llevan su material germinativo separado é incontaminado con las células del cuerpo, es llamada por WEISSMAN *la continuidad del plasma germinal* y de esta continuidad ha formulado la teoría que niega que los caracteres adquiridos durante la vida de un individuo puedan ser transmitidos á la descendencia.

Mientras puede admitirse que las células reproductoras transmiten al dividirse sus propias características, como ocurre en los organismos uni-celulares, tales como las bacterias y los tripanosomas, cuesta creer que les sea posible llevar los caracteres adquiridos por las células de otras partes del cuerpo después de la segregación original de las diferentes clases que ocurre en los primeros días de la vida del embrión.

De acuerdo con lo manifestado, la tendencia actual es á considerar la mayor parte de las variaciones que ocurren en individuos de una nueva generación y que son susceptibles de transmisión á una siguiente, como resultado de influencias que han afectado las células germinales antes del nacimiento del

animal, más bien que como el de influencias que han afectado las células del cuerpo después del nacimiento. Se ha amputado durante varias generaciones la cola de ciertas familias de caballos, durante varios siglos la de las ovejas; los judíos y mahometanos son siempre circuncidados al nacer, y en ningún caso se han modificado por herencia los órganos mutilados. Lo mismo puede decirse de las deformaciones artificiales, como ser la compresión de los pies de las mujeres chinas que tampoco no se han modificado por herencia.

Las enfermedades se heredan con menos frecuencia de lo que se supone generalmente. Se ha constatado que la supuesta herencia de la tuberculosis y enfermedades similares es una simple infección congénita contraída en el útero. Los esparravanes, sobrehuesos, y otras exóstosis en la descendencia de caballos afectados se debe á la conformación defectuosa de los remos ó á la falta de densidad en el hueso, heredadas por el padre y transmitidas luego á la cría. En estos casos se hereda la predisposición á la enfermedad. Algunas que se citan como hereditarias tienen su origen en el ambiente y desaparecen al ser transportados los animales á otras localidades.

Sin embargo existen enfermedades y deformaciones que son evidentemente hereditarias, pero no es improbable que se produzcan debido á influencias que han afectado las células germinales de las cuales proviene el primer individuo en que se han manifestado y que han continuado en línea no interrumpida á través de las células germinales.

Casi todos los textos de zootecnia afirman que puede provocarse el desarrollo de ciertos órganos ó aptitudes por medio de la gimnástica funcional y que seleccionando los animales en los cuales este desarrollo se ha manifestado en mayores proporciones se obtiene la transmisión á los descendientes hasta fijar su carácter hereditario. Esta teoría es probablemente el resultado de una interpretación equivocada de los hechos. Se admite actualmente que los grandes criadores como BAKEWELL, CARLOS y ROBERTO COLLINGS, BOOTH y BATES han perfeccionado sus animales mediante una selección hábil y fijando por consiguiente los caracteres de los mejores ejemplares. Indudablemente la gimnástica funcional constituye una parte

importante del método, pero su eficacia es más bien que producir aptitudes, en el sentido que permite determinar cuales son los animales que han heredado extraordinaria velocidad, precocidad, capacidad en la producción de leche, etc.

El producto de un toro Durham premiado puede heredar todas las cualidades del padre, pero si se le abandona ó se le expone á las inclemencias del tiempo no se desarrollará en buenas condiciones y no se le podrá seleccionar como buen productor para cría. Es evidente, pues, que para practicar eficazmente la selección debe favorecerse el desarrollo de las aptitudes heredadas, que el criador podrá luego juzgar. HUBBACK, el primer gran toro Durham de CARLOS COLLINGS no se obtuvo por el método de BAKEWELL ó de COLLINGS. Producto de la casualidad, llamó la atención del criador, quien notó sus condiciones, lo adquirió, le prodigó los cuidados necesarios para el desarrollo de sus cualidades heredadas é hizo luego de él el primer reproductor de su cabaña.

Por otra parte, son numerosos los casos de ejemplares sobresalientes, obtenidos por los mejores sistemas de gimnástica funcional, que no han transmitido sus características á la cría.

El hecho de que la selección ha mejorado las razas es la comprobación de que en cada generación ocurren considerables modificaciones de caracteres y de que algunas de estas son hereditarias. Se deben, pues, probablemente, á las influencias que afectan el plasma germinal en las células reproductoras, y es el fin de los criadores encontrar cuales son estas influencias y como pueden controlarse. Una variedad de grano ó una raza de animales puede carecer de algún carácter que es necesario conferirle. ¿Qué procedimiento debe seguirse para obtener ese carácter y para fijarlo de manera que los descendientes lo hereden con regularidad? Contestaré parcialmente á estas preguntas tratando de explicar algunas investigaciones que contribuirán á hacer comprender mejor esta cuestión un tanto complicada.

Ya en 1866, GREGOR JOHANN MENDEL, natural de Austria, publicó un estado de sus investigaciones relacionadas con lo que él llamaba hibridación pero que era, en realidad, cruzamiento y mestización, que le permitieron deducir una ley considerada por muchos no solo uno de los más grandes descu-

brimientos realizados respecto de la herencia, sino uno de los más grandes descubrimientos biológicos. Este importantísimo trabajo no llamó mayormente la atención en aquella época y permaneció ignorado durante 34 años, olvidado en las actas de la Sociedad de Historia Natural de Brunn. Recién en el año 1900 fué exhumado y constatada su importancia.

Con el objeto de dar idea clara de la ley de MENDEL, en el término de que disponemos, nos referiremos únicamente á los casos más simples en que encuentra su aplicación.

MENDEL realizó sus experimentos con plantas, pero se ha demostrado después que la ley de que es autor es de aplicación general á los animales.

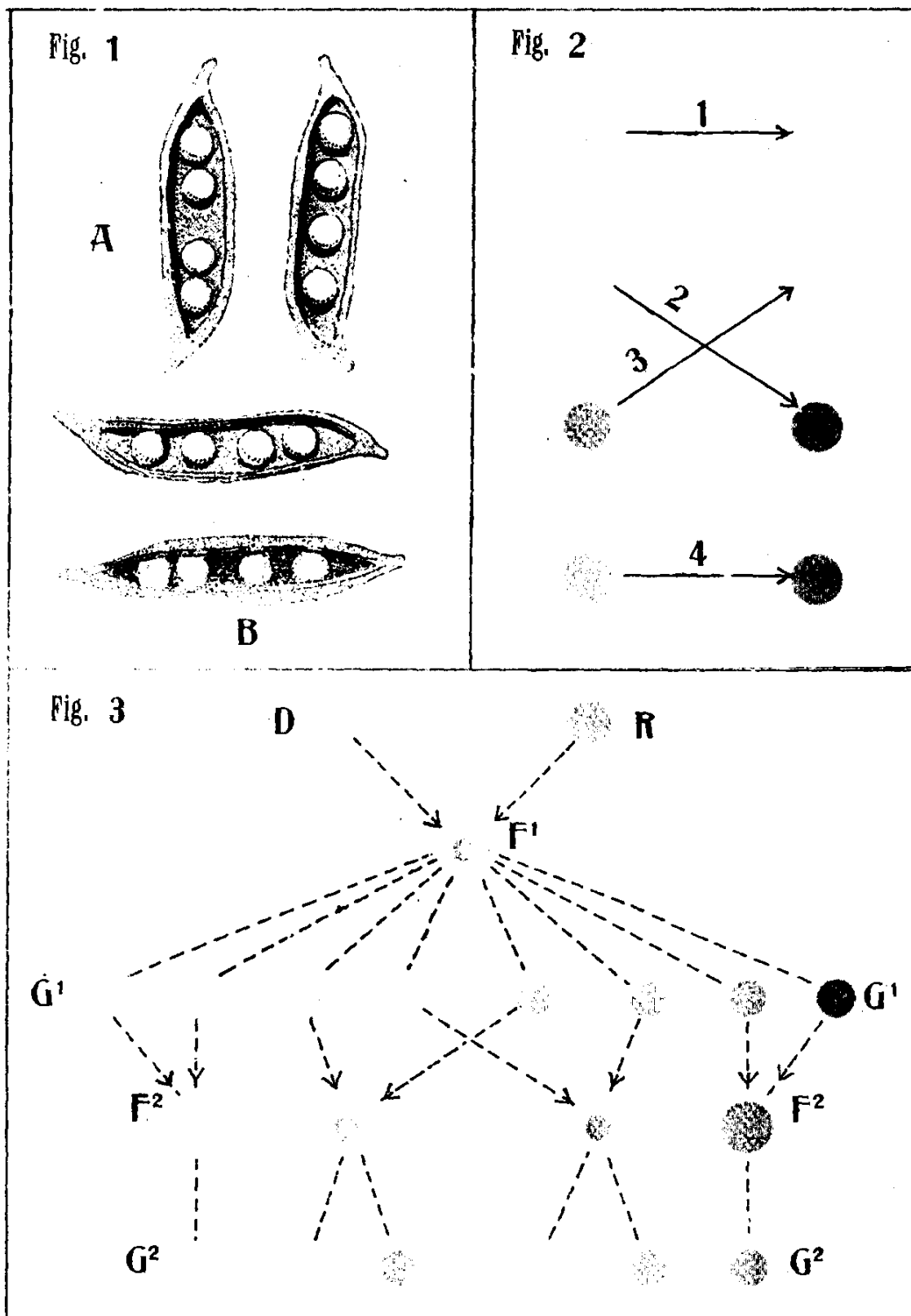
Seleccionó 22 variedades ó sub-especies de guisantes (*Pisum sativum*) notoriamente puras y que se criaron puras durante los ocho años que duraron los experimentos.

Para mayor claridad en la descripción trataremos el experimento realizado con el cruzamiento de una variedad de semilla amarilla con otra de semilla verde. Como el guisante es una planta que se fertiliza á sí misma, el polen para el cruzamiento debía ser transferido artificialmente.

La primera generación de este cruzamiento dió plantas cuyas semillas eran todas amarillas. La generación subsiguiente, ó sea la segunda después del cruzamiento, dió amarillas y verdes en la proporción de tres y una. (Lámina 3, fig. 1). Cuando se plantaron estas semillas las verdes solo produjeron de igual color; una parte de las amarillas solo produjeron semillas amarillas, en tanto que la otra dió verdes y amarillas en la proporción anterior. Quiere decir que en la tercera generacion todas las verdes se criaron puras; una tercera parte de las amarillas también, en tanto que las dos terceras partes eran impuras y produjeron verdes y amarillas en la proporción de 3 á 1.

Es evidente que en este cruzamiento la primera generación á pesar de ser todas amarillas, contenía todas las fuerzas del elemento necesario para producir verdes, desde que en la generación siguiente produjeron de ambos colores, pero como en la primera generación eran todas amarillas, MENDEL, en este caso, llamaba amarillo el carácter dominante y verde el recesivo.

LÁMINA N.º 3



DEMOSTRACIÓN DE LA LEY DE MENDEL

- Fig. 1. Guisantes ascendientes y de la 1.^a y 2.^a generación. A) Guisantes ascendientes. B) Guisantes de la 1.^a y 2.^a generación.
- Fig. 2. Manera de unirse de las células de polen y de los óvulos en la segunda generación.
- Fig. 3. Combinación de los caracteres de Mendel en la primera generación y segregación en la segunda.

Estos experimentos practicados por MENDEL, y algunas investigaciones recientes demuestran que existen en las plantas y en los animales caracteres contrastantes, de los cuales uno predomina y el otro es recesivo, y que al efectuar un cruzamiento entre variedades que poseen estos caracteres, la primera generación obedecerá al dominante, conteniendo sin embargo, en estado latente, el recesivo. Se observaron en los guisantes otros caracteres semejantes como ser: plantas grandes y enanas, siendo las primeras el carácter dominante; semillas redondeadas con arrugas poco profundas y semillas angulares con arrugas profundas; podos maduros verdes y amarillos; flores en posición axilar ó terminal. Se observa la misma ley cruzando dos animales con caracteres contrastantes. Si se cruza un ratón gris con uno blanco la cría es gris; el gris es dominante, el blanco recesivo; la cría de esta primera generación produce ratones grises y blancos en la proporción de tres á uno, y la cría de los ratones blancos de esta segunda generación permanece pura y solo produce blancos, mientras que una tercera parte de la de los grises de la segunda generación, que también es pura, produce grises y las dos terceras partes, que es impura, sigue produciendo animales de ambos colores.

Igual resultado se observa en la cruza de conejos blancos y oscuros, gallinas de cresta rosa y cresta parada, ganado con cuernos y ganado mocho, ganado Hereford de cara blanca y Durham de cara oscura, etc., Puede afirmarse, pues, que los experimentos demuestran la existencia de una ley que afecta la herencia en las plantas y en los animales. Los caracteres contrastantes que están sujetos á esta ley se conocen por caracteres de MENDEL; pero no todos los caracteres aparentemente contrastantes se heredan de igual manera, y aún en algunos de MENDEL la segregación de los caracteres no es tan completa como en los casos que hemos descripto y por lo tanto los resultados se presentan más complicados. Nos concretaremos, pues, á los casos más simples debido á que no nos es posible estudiar ahora algo más que los principios.

Empecemos por comprender lo que ocurre cuando la cruza se realiza con guisantes verdes y amarillos. Si los óvulos de las

semillas verdes se fertilizan con el polen de los amarillos, cada uno de los óvulos fertilizados contiene los elementos que originan el desarrollo de cada uno de los caracteres; pero como la fuerza que produce semillas amarillas es superior á la otra, es, en el lenguaje de los criadores, preponderante ó, en término de MENDEL, dominante. El resultado es que la planta se desarrolla por efecto de este cruzamiento, produce semillas amarillas que, aún cuando son aparentemente puras, dan, después de plantadas, semillas de ambos colores. Ello prueba que cada una de las de la primera generación contenía los elementos productores de ambas clases. Era indiferente que el carácter dominante perteneciera á la planta productora de óvulos ó á la de polen; el aspecto de las semillas resultaba idéntico en ambos casos.

Surgen ahora las preguntas siguientes: Si los dos caracteres se hallaban combinados en las semillas de la primera generación, por qué se separaron ó segregaron en las semillas de la segunda? Porqué es la proporción de 3 á 1? Porqué algunas de las semillas amarillas producían del mismo color, otras de ambos y las verdes siempre verdes?

MENDEL explicaba estos fenómenos presumiendo que la descendencia de la cruce de los primeros parientes puros produce dos clases de células germinales en igual número, vale decir, dos clases de óvulos y dos de células de polen; una de ellas con el carácter dominante y la otra con el recesivo. Las dos clases de células de polen y las dos de óvulos, reunidas en número suficiente, producen todas las combinaciones posibles y la proporción relativa de estas combinaciones estaría sujeta á la ley de las probabilidades.

Esta proporción puede sin embargo verse fácilmente en la lámina número 3. Fig. 2. Tenemos representadas 4 óvulos, dos contienen el elemento que produce semillas amarillas y dos el que origina verdes, y cuatro células de polen, dos con el elemento verde y dos con el amarillo. Consideremos primero las dos células de polen portadoras del elemento amarillo. Tomando la primera de estas encontramos que puede escoger entre cuatro óvulos, dos verdes y dos amarillos. La probabilidad es, pues, igual de que entre en uno ó en otro. Supongamos, siguiendo la línea pri-

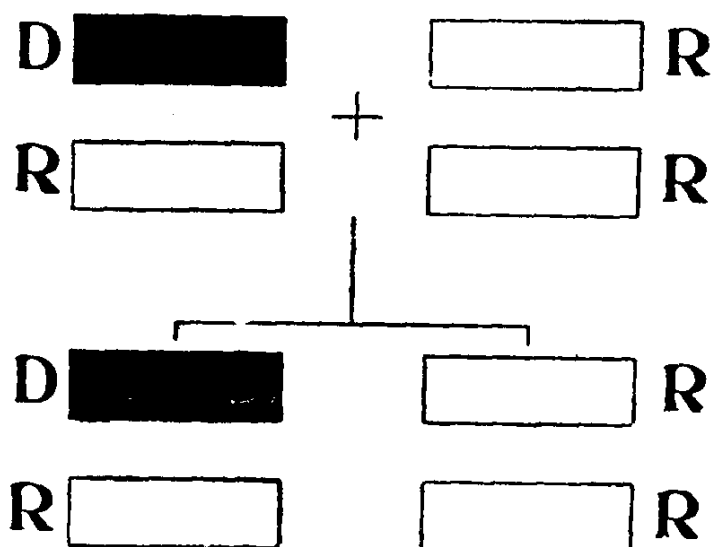
mera que combina con el primer óvulo amarillo. Solo quedarían una célula de polen amarilla, un óvulo de este color y dos verdes. La probabilidad es 2 á 1 que esta última combine con un óvulo verde. Quedan aún dos células de polen verdes y una de ellas debe unirse con un óvulo de igual color y otra con un amarillo.

Esto da, entre los cuatro óvulos fertilizados, uno que contiene dos elementos amarillos, otro dos verdes, y dos, cada uno de los cuales contiene uno verde y otro amarillo y son por consiguiente impuros.

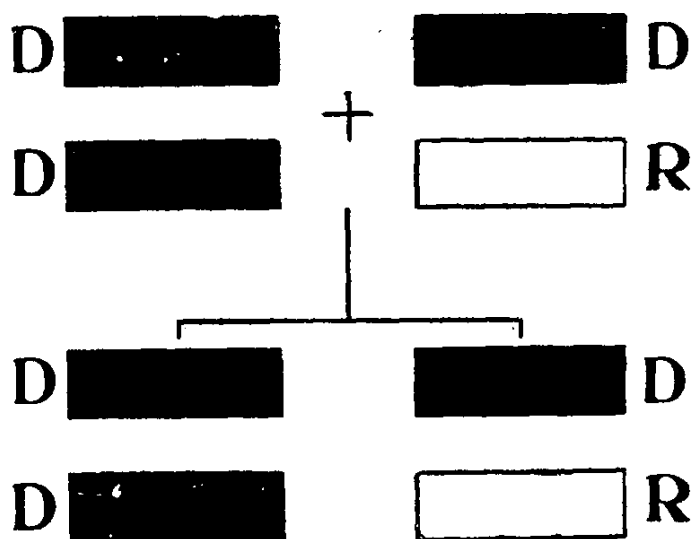
Estos cuatro óvulos fertilizados se desarrollan en cuatro semillas de las cuales tres serán amarillas y una verde, es decir, en la proporción de 3 á 1. La semilla verde es pura y solo produce de igual color; de las amarillas solo una es pura mientras 2 son impuras y producen de ambos colores. Ahora bien, este es exactamente el resultado que obtuvo MENDEL en sus experimentos.

Es posiblemente más claro el diagrama en la lámina 3, fig. 3, en el cual *D* representa el ascendiente dominante y *R* el recesivo. F^1 (primera generación filial) indica la primera generación en la cual, como se ha visto, se halla latente el carácter recesivo. G^1 representa 8 células germinales que son segregadas ó divididas en las dos clases, verde y amarilla. Las líneas puntuadas siguen la combinación de estas células germinales al producir la segunda generación F^2 , mientras G^2 muestra el carácter de las células germinales que produce cada individuo de la segunda. Este es, por supuesto, el resultado medio con un gran número de individuos. Con un número reducido, el resultado que se obtiene no da siempre el promedio.

Toda la segunda generación está compuesta, como hemos visto, por tres clases de individuos, es decir: dominantes puros, recesivos puros, dominantes impuros. La exposición anterior demuestra lo que ocurre cuando se cruzan recesivos puros con dominantes puros y cuando se crían únicamente dominantes impuros. Debemos conocer el resultado de las otras dos cruas posibles. El diagrama que sigue ilustra respecto del encuentro de dominantes impuros y recesivos puros y demuestra que la cría es, en igual número, dominante impura y recesiva pura.



El diagrama siguiente demuestra que la cría de dominante, puro é impuro, es dominante pura é impura en igual número:



Es á tal punto esencial hacerse una idea clara de estas combinaciones que se hace necesaria una tabla en que ellas puedan verse en conjunto:

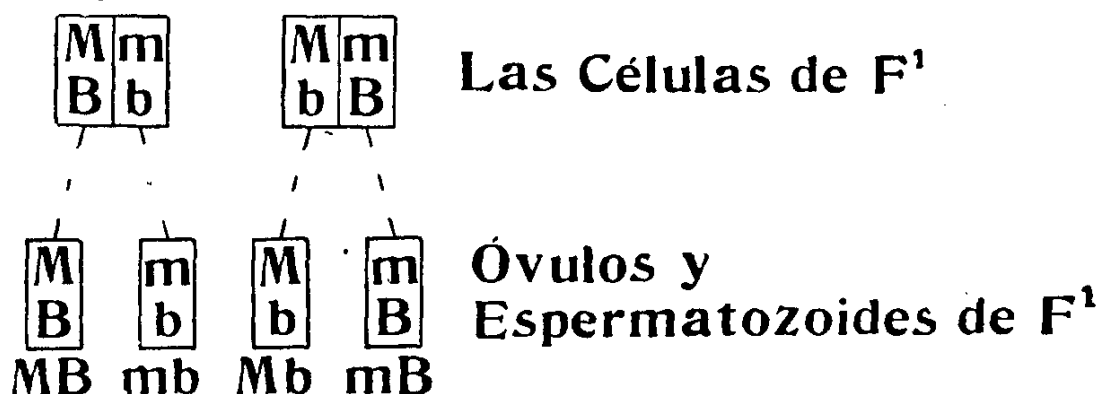
D D	x	D D	Dan siempre	D D
R R	x	R R	»	R R
D D	x	R R	»	D R
D R	x	D R	»	1 D D: 2 D R: 1 R R
D R	x	R R	»	1 D R: 1 R R
D D	x	D R	»	1 D D: 1 D R

Para comprender la aplicación práctica de estos hechos es necesario ir más lejos y estudiar lo que ocurre cuando se juntan dos ó tres pares de MENDEL. Tomemos el caso de una cruce entre ganado Hereford puro de cara blanca y con cuernos, y de ganado Durham mocho y de cara oscura. La cara blanca del Hereford es dominante respecto de la cara de color del Durham y el carácter mocho del Durham es dominante sobre los cuernos del Hereford. Podemos, pues, representar el carácter mocho por M , el de cuernos por m (el recesivo de M), la cara blanca por B y la cara de color por b .

La fórmula para estos pares de caracteres en las células del cuerpo de las dos razas y en las de la primera generación sería : El Durham mocho : $MMbb$; el Hereford $BBmm$. F^1 $Mm Bb$.

La cría de la cruce debe ser mocha y de cara blanca. La de esta primera generación, es decir, la segunda, debería contener, si fuera suficientemente numerosa, todas las combinaciones de los factores determinantes de esos caracteres.

Es evidente que los determinantes para el carácter pueden agruparse de dos maneras distintas en las células de la primera generación que resulte de la cruce y que por consiguiente, cuando ocurra la segregación, se formarán cuatro tipos diferentes de células germinales como sigue :



El macho produce, pues, 4 clases distintas de espermatozoides en número igual, y la hembra 4 de óvulos con las mismas combinaciones de determinantes.

Las varias combinaciones que pueden ocurrir entre estos tipos distintos de espermatozoides y óvulos pueden determi-

narse con toda facilidad por medio de una tabla que empiece con todos los tipos de espermatozoides y contenga al margen, todos los tipos de óvulos, sumando estas combinaciones en los puntos de intersección.

Ovulos	Espermatozoides			
	M B	M b	m B	m b
M B	M M B B	M M B b	M m B B	M m B b
M b	M M B b	M M b b	M m B b	M m b b
m B	M m B B	M m B b	m m B B	m m B b
m b	M m B b	M m b b	m m B b	m m b b

Analizando esta tabla encontraremos un cierto número de combinaciones que son, en efecto, duplicaciones y que en realidad solo hay 9 combinaciones distintas que se verán más abajo:

1 M M B B			
2 M M B b			
2 M m B B	1 M M b b	1 m m B B	
4 M m B b	2 M m b b	2 m m B b	1 m m b b

Como todas las combinaciones que contienen una *M* son de carácter mocho y todas que contienen *B* son de cara blanca esta tabla puede resumirse en la siguiente fórmula que es la expresión de los caracteres visibles de 2 pares:

$$9 M B \quad 3 M b \quad 3 m B \quad 1 m b$$

Esta tabla demuestra que en la serie de 16 combinaciones existe un animal en que el factor puro mocho y el factor puro cara blanca se combinan y que transmitirá por consiguiente estos caracteres á los descendientes. Un animal en el mismo

número reúne ambos factores puros, cuernos y cara oscura. Otros dos tienen también los factores puros, un representante de cada una de las razas del cruzamiento original. Los doce restantes son impuros en cuanto á uno de los dos factores. El hecho importante, desde el punto de vista práctico, consiste en que es posible combinar el carácter mocho de una raza con el carácter cara blanca de la otra; y los cuernos de una con la cara de color de la otra y que, en ambos casos, los animales se criarán con estos caracteres puros. Lo mismo ocurre con otros muchos caracteres de MENDEL.

Al estudiar la transmisión de tres de estos pares el problema se complica por cuanto las combinaciones posibles son 64 en vez de 16. Pero, sin embargo, es posible determinar cuáles son estas combinaciones y la proporción en que deben producirse. En este caso habrá ocho tipos visiblemente distintos y si designamos estos pares por las letras Aa Bb Cc podemos también representar los tipos así: $27 ABC + 9 aBC + 9 ABc + 9 AbC + 3 Abc + 3 aBc + 3 abC + 1 abc$.

En esta serie de 64 descendientes solo hay un individuo que reúne las tres dominantes puras y solo uno que reúne las tres recesivas puras.

Se observa en el proceso de las células destinadas á formar los óvulos y espermatozoides un fenomeno notable que da cierta consistencia á la teoría de la desasociación de los caracteres ó factores. Me refiero á la circunstancia de que las células que van á constituir los espermatozoides se dividen en tales condiciones que la mitad de los cromosomos pasan á cada una de las nuevas células y por consiguiente cada uno de éstas solo contiene la mitad de los cromosomos formados por las células del cuerpo.

Los óvulos desempeñan la misma función al expulsar la mitad de los cromosomos fuera de la pared celular. Cuando vuelven á juntarse, el óvulo y el espermatozoide contienen cada uno la mitad de los cromosomos necesarios para formar una célula perfecta y parece que el fenómeno que acabamos de describir se debe á la reducción de estos cromosomos.

Ahora bien, cuál es para el criador el valor práctico de estos cálculos? Ante todo, ordena lo que hasta ahora ha sido caos, y

le permite comprender todos los factores del problema que se propone resolver. En segundo lugar le permite obrar racionalmente y realizar su propósito en el término más breve.

Un ejemplo concreto pondrá de manifiesto la importancia que existe en comprender estos principios. Los agricultores del Estado de Wáshington, después de 25 ó 30 años de pruebas de muchas variedades de trigo no pudieron obtener una conveniente al medio. Las mejores consistían en trigos de primavera, pero estas se plantaban generalmente en el otoño porque en las estaciones favorables el rendimiento era 50 % mayor que cuando se plantaba en primavera. Sin embargo, en estaciones desfavorables las heladas causaban pérdidas considerables. Algunas de estas variedades eran de paja débil y caían antes del tiempo de la cosecha. Otras de glumas abiertas que dejaban caer el grano tan pronto como maduraba.

Con el objeto de obtener un trigo que no adoleciera de estos defectos, la Estación Experimental de Agricultura de Wáshington cruzó dos variedades, una de invierno, con paja débil y glumas abiertas; la otra de primavera de paja fuerte y glumas cerradas. Existían en este caso tres caracteres que se deseaba unir en una variedad; es decir: resistencia al frío, paja fuerte y glumas cerradas. La primera generación demostró que estos caracteres eran dominantes y que por lo tanto debían seguir la ley de MENDEL. Como hemos visto, hay en la segunda generación de esa crua 64 combinaciones posibles y solo una planta en una serie de 64 debe contener estos tres caracteres dominantes unidos, en condición de pureza. Sin embargo, con el trigo, el problema se simplifica, desde que por tratarse de una planta que se fertiliza á sí misma, solo se hacía necesario obtener separadamente la semilla de cada planta de la primera crua, plantarlas al año siguiente en distintos canteros y luego seleccionar la variedad que combinara los tres caracteres buscados. El éxito fué completo. La variedad obtenida así retuvo las características que se había logrado unir.

El profesor BIFFEN ha hecho en Inglaterra cruzamientos análogos de trigo y de cebada. Empleando una variedad de trigo muy susceptible al añublo y otra prácticamente inmune á esta enfermedad, encontró que la primera generación era atacada

igualmente, siendo pues, la susceptibilidad á la enfermedad un factor dominante. Sin embargo, en la segunda generación las plantas verdes sanas, mezcladas con las amarillas enfermas constituían un espectáculo sorprendente. Estas recesivas se criaron puras, su descendencia resultó inmune al añublo y por lo tanto se había logrado crear una variedad valiosísima.

Investigaciones recientes han demostrado que el sexo se hereda por un método análogo al que he descripto para los caracteres de MENDEL.

Se ha encontrado en todos los óvulos de un número considerable de especies y en la mitad de los espermatozoides un cromosomo peculiar que ha sido llamado X .

Los óvulos fertilizados por el espermatozoide que contiene este elemento X se desarrollan siempre en las hembras y los fertilizados por el espermatozoide que carece de este elemento, en los machos. Las fórmulas pueden ser las siguientes :

$$\begin{array}{ll} \text{Óvulo } X \text{ más espermatozoide } X = \text{hembra } (XX) \\ \text{» » » » } \text{no-} X = \text{macho } (X). \end{array}$$

Parece, pues, que el sexo se determina al tiempo en que el espermatozoide entra en el óvulo, que el factor que causa el desarrollo de hembras se relaciona en cierto modo con el cromosomo accesorio y que ninguna condición de alimentación ó ambiente, ejerciendo sobre los padres al tiempo de la copulación ó sobre la madre durante la gestación, interviene en la determinación del sexo de la cría.

Resumiendo, puede decirse que la primera conclusión que fluye del estudio de los fenómenos de MENDEL es la de la independencia de los distintos caracteres de una planta ó de un animal y que, en efecto, pueden combinarse ó desasociarse.

El gran descubrimiento de MENDEL consiste en el reconocimiento de la individualidad de esos caracteres, su combinación en las células de la primera generación que resulta de un cruzamiento y su desasociación ó segregación en la segunda. La predominancia de ciertos caracteres constituye un fenómeno importante y frecuente, aún cuando no es universal, y la primera generación después de un cruzamiento puede, en

ciertos casos, ser intermediaria, en carácter, entre los tipos puros. El criador práctico obtendrá del estudio de los hechos citados dos conclusiones. La primera se refiere á la obtención de la combinación de caracteres que desea. No debe abandonar su propósito por el hecho de no encontrarla en la primera generación, esta puede ser casi uniforme y no manifestar en su apariencia los cambios que se observarán en la segunda.

La segunda conclusión es aún más importante; se refiere al método que debe seguirse para fijar el tipo una vez obtenido.

Si la planta es de las que se propagan por brotos, ingertos ú otro modo asexual, la tarea termina una vez obtenida la forma deseada, por cuanto puede reproducirse indefinidamente.

Si, por el contrario, es menester desarrollar una variedad que se reproduce en forma pura por medio de las semillas, deben probarse separadamente las de cada individuo. Al encontrar una planta que produzca semillas puras, la nueva variedad queda establecida. El mejor modo de perpetuar esas variedades es por su propia fertilización y en caso de esterilidad la planta debe ser fertilizada por algún otro individuo del mismo tipo.

La tarea del criador se hace más difícil desde que no puede propagar su variedad por ningún método asexual ni por propia fertilización, pero con el conocimiento de los principios que he explicado en parte, también él puede obrar inteligentemente y con cierta seguridad de lograr el éxito que persigue. Si los caracteres que se desea son recesivos, solo es menester unir dos puros recesivos.

En caso de que quiera establecer caracteres dominantes debe buscar un macho y una hembra en los cuales dichos caracteres sean puros. Como los dominantes puros é impuros tienen el mismo aspecto, la pureza en los animales elegidos podrá constatare uniéndolos con un recesivo desde que el resultado de esta cruce es suficientemente distinto para ser notado, como puede verse en el cuadro de la página 306.

En la tabla siguiente se nota el número de tipos visibles, el total de estos, y el de las combinaciones en la serie de la segunda generación que se producen cuando los padres tienen de uno á cinco pares de MENDEL :

Pares de Mendel	Tipos Visibles	Total de los Tipos	Combinaciones de la serie
1	2	3	4
2	4	9	16
3	8	27	64
4	16	81	256
5	32	243	1024
6	64	729	4096
7	128	2187	16384
8	256	6561	65536
9	512	19683	262144
10	1024	59049	1.048.576

Es decir, que cuando hay un par de MENDEL, como en el caso de guisantes amarillos y verdes, hay en la segunda generación dos tipos visibles, amarillo y verde: pero hay en realidad tres tipos, el amarillo puro, el amarillo impuro y el verde puro. La série significa el número que se necesita para contener todas las combinaciones; por ejemplo, con estos guisantes, 1 amarillo puro, 2 amarillos impuros y 1 verde.

Con 5 pares de caracteres hay una série de 1024 combinaciones, que contiene 32 tipos visiblemente distintos. Esto no solo indica que cuando existen 3 ó más pares el problema de la cría se complica, sino que demuestra también el alcance de las leyes de la herencia, en cuanto á la producción de nuevos tipos y á la determinación de caracteres, cuando ellas son conocidas y aplicadas con inteligencia por el criador.

No ha sido mi propósito agotar el tema de la herencia ni referir todos los descubrimientos realizados respecto de la transmisión de los caracteres de MENDEL sino el de dar una idea de los principios y demostrar el provecho que de su conocimiento puede obtener el criador práctico.

No he formulado ni someto á la consideración del Congreso conclusión alguna. Empero, creo que cuanto acabo de decir respecto de esta nueva ciencia pondrá de manifiesto la necesidad que existe de proseguir los estudios que puedan haberse emprendido y de inaugurar experimentos tendientes á mejorar las distintas razas de animales y las plantas con el objeto de adaptarlas mejor á las condiciones del ambiente.

El campo de aplicación que pueden tener estos principios es, con relación á las plantas, ilimitado, Con respecto á los animales, pueden relacionarse con la determinación del color, eliminación de caracteres perjudiciales, producción de nuevas razas, perfeccionamiento de las existentes, mejoramiento del vellón de las ovejas, etc. (*)

(*) El autor ha utilizado datos de las obras de MENDEL, BATESON, CASTLE, SPILLMAN, THOMPSON y otros.

MATADEROS ITALIANOS

POR EL DOCTOR ERNESTO A. BAUZÁ

La reglamentación italiana al igual que la francesa, establece la obligación de construir mataderos públicos en toda ciudad cuya población exceda de 6.000 habitantes; á pesar de establecerlo así el Reglamento de Julio de 1890, hay muchas ciudades que carecen aún de mataderos y por otra parte las que disponen de ellos, han construido establecimientos llenos de defectos.

Salas de sacrificio tipo celular, carencia de agua, de cámaras frigoríficas, etc., desagües deficientes, serian las principales características de los mataderos de este país; no obstante, la mayoría de ellos disponen de hornos crematorios, otras veces de digestores muy buenos como igualmente de laboratorios para el análisis é investigación diagnóstica ó experimental de las enfermedades encontradas en los animales sacrificados.

Milán, Torino, Nápoles, Bologna, disponen de mataderos antiguos, pero en los que el esfuerzo del personal técnico veterinario compensa los defectos de los mismos, garantizando eficazmente la salud pública. Solo describiré someramente el de Roma, por ser el único, que aunque sin ser un modelo, es digno de mención.