

Mendel, 1822-1884 : un inconnu célèbre / par Vítězslav Orel ; traduit de l'anglais par Françoise Robert. Correspondance avec Carl Nägeli ; traduite de l'allemand par J.-R Armogathe ; postface, J.-R Armogathe.

Contributors

Orel, Vítězslav.
Robert, François.
Armogathe, Jean Robert.

Publication/Creation

Paris : Belin, 1985.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/qhsdnygn>

License and attribution

You have permission to make copies of this work under a Creative Commons, Attribution, Non-commercial license.

Non-commercial use includes private study, academic research, teaching, and other activities that are not primarily intended for, or directed towards, commercial advantage or private monetary compensation. See the Legal Code for further information.

Image source should be attributed as specified in the full catalogue record. If no source is given the image should be attributed to Wellcome Collection.

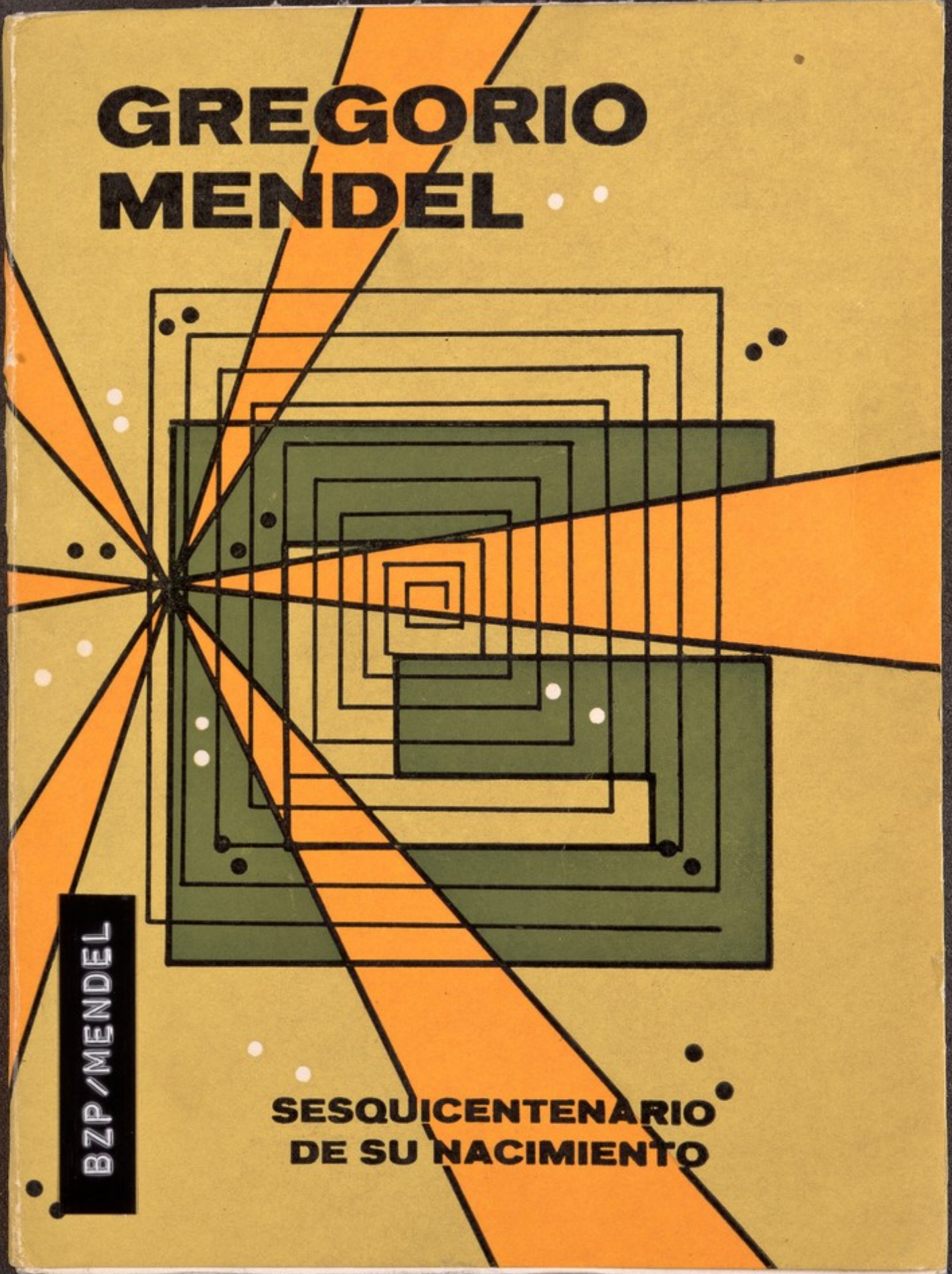
**wellcome
collection**

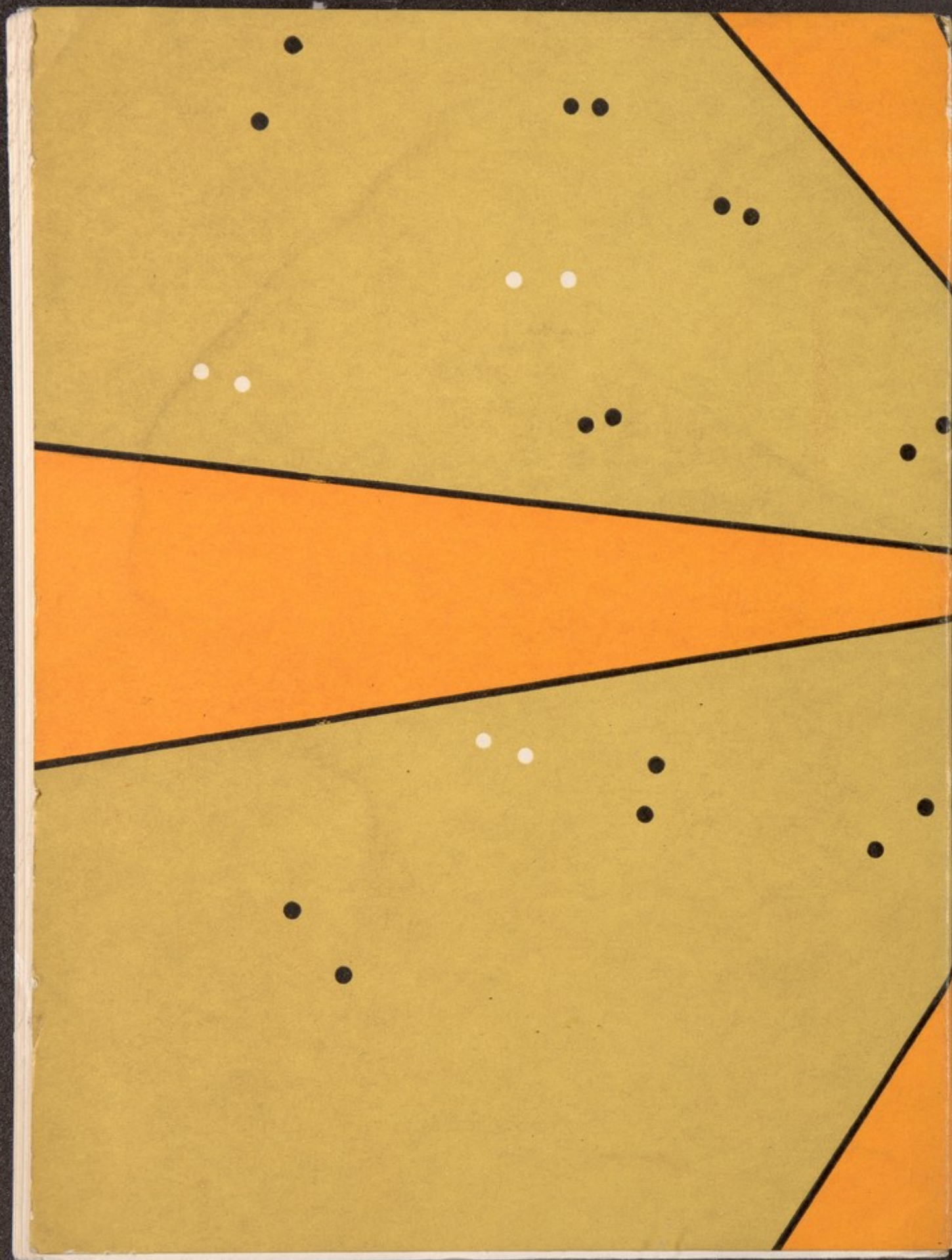
Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>

GREGORIO MENDEL

BZP/MENDEL

SESQUICENTENARIO
DE SU NACIMIENTO



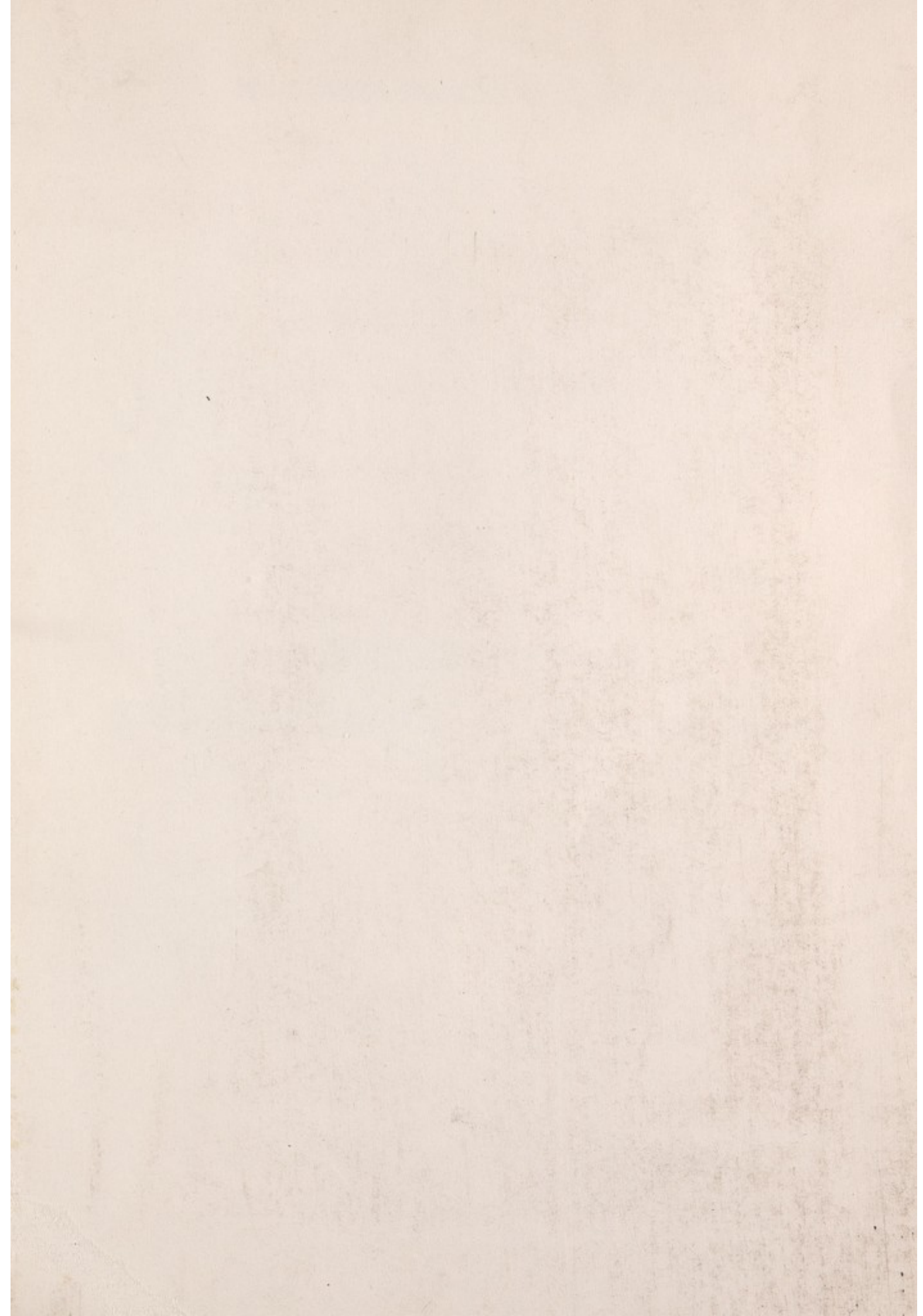


BzP (Mendel)



22101124225

X 51726



ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

Gregorio Mendel

1822 - 1972

GREGORIO MENDEL

SESQUICENTENARIO DE SU NACIMIENTO

EDITORES:

José López Sánchez, Cuba

Vítěslav Orel, Checoslovaquia

MUSEO HISTORICO DE LAS CIENCIAS

"CARLOS J. FINLAY"

La Habana 1974, "Año del XV Aniversario"

ACADEMIA DE CIENCIAS DE CUBA

CONTENIDO

Palabras liminares

Gregorio Mendel
1822 - 1972

EDITORES:

José López Sánchez, Cuba

Vitezslav Orel, Checoslovaquia

MUSEO HISTORICO DE LAS CIENCIAS

"CARLOS J. FINLAY"

La Habana 1974, "Año del XV Aniversario"

MENDEL, Gregor Johann [1822-84]

GENETICS 19-20 cent.

DC9

CUBA: Genetics

Gregorio Mendel
1822 - 1884

BZP (Mendel)

EDITORES:

Jose Lopez Sanchez, Cuba
Vincslav Orst, Checoslovaquia



325171

MUSEO HISTORICO DE LAS CIENCIAS
"CARLOS J. FINLAY"
La Habana 1974, "Año del XV Aniversario"

CONTENIDO

	PAG.
Palabras liminares	9
Inauguración de la Exposición:	
JAN JURISTA	
Palabras de apertura	13
ISRAEL TALAVERA	
Discurso de contestación	15
Sesión Científica:	
JOSE LOPEZ SANCHEZ	
Significación histórico-científica de Mendel y el mendelismo	25
VITEZSLAV OREL	
Mendel y la Genética actual	57
RAUL MESA	
Palabras de introducción	66
PEDRO M. PRUNA GOODGALL	
Genética y Entomología	67
ZOILO MARINELLO — EMILIO MORALES	
Breve comentario sobre Genética y Cáncer	71
JESUS MARTINEZ MARTINEZ	
Posibilidades de la computación en la Genética	73
WILFREDO TORRES — LUIS HERRERA	
Las investigaciones genéticas en el Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC)	75

FRANCISCO DIAZ BARREIRO

La hibridación en la caña de azúcar en Cuba 80

JUAN A. GONZALEZ ARENCIBIA — VICENTE BEROVIDES ALVAREZ

Enseñanza e investigaciones sobre Genética en la Escuela
de Ciencias Biológicas de la Universidad de La Habana . 88

Biografía:

GREGORIO MENDEL

Autobiografía juvenil 95

VITEZSLAV OREL

Breve biografía de Gregorio Mendel 98

Trabajos Clásicos:

GREGORIO MENDEL

Experimentos sobre híbridos de plantas 115

Comentario por V. Orel 158

Sobre algunos híbridos de *Hieracium* obtenidos por
fecundación artificial 167

Comentario por V. Orel 173

Correspondencia:

GREGORIO MENDEL

Cartas a C. Nägeli 181

CARL NÄGELI

Fragmentos de cartas a G. Mendel 212

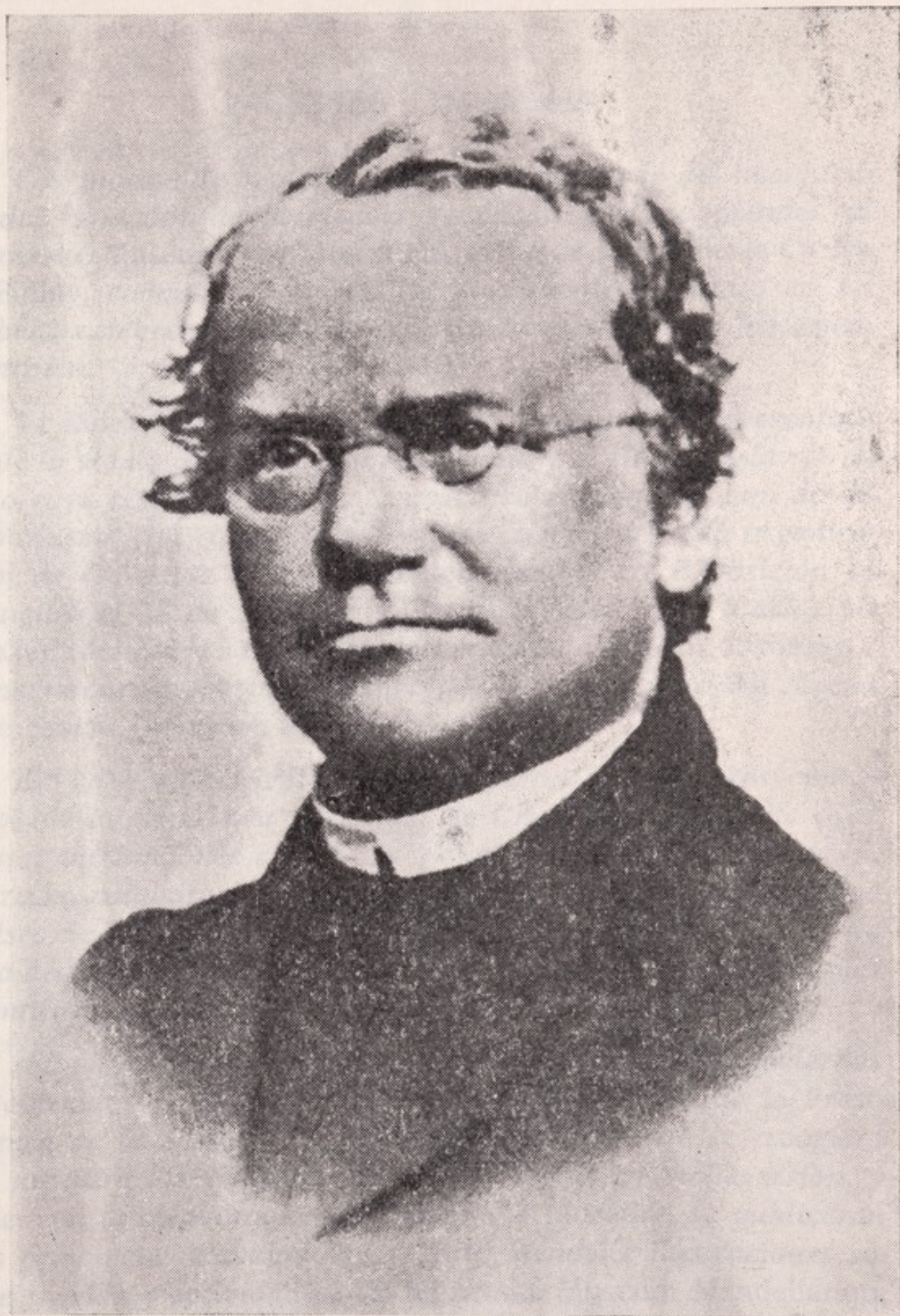
Comentarios por V. Orel 217

Bibliografía:

Trabajos publicados por Gregorio Mendel 223

Publicaciones de Mendel contenidas en libros de otros
otros autores 224

Bibliografía general 225



Gregorio Mendel: copia fotográfica de un óleo anónimo que existe en el Mendelianum, Museo Moravo.

PALABRAS LIMINARES

Con motivo de cumplirse el sesquicentenario del nacimiento del fundador de la ciencia genética, Gregorio Mendel, el Moravské Museum y el Museo Histórico de las Ciencias Carlos J. Finlay, convinieron en realizar un evento conjunto en La Habana celebrando tan significativo acontecimiento histórico-científico.

El Moravské Museum envió una Exposición representativa de la vida y obra de Gregorio Mendel y al Dr. Vitezslav Orel, bajo cuya responsabilidad se encuentra el Mendelianum de dicho Museo, con el propósito de que cooperara en la organización de los actos de esta conmemoración. La Exposición se inauguró el 26 de mayo de 1972, en la Biblioteca "Carlos M. Trelles" del Museo Histórico de las Ciencias Carlos J. Finlay e inmediatamente después se efectuó en el Paraninfo del Museo una Sesión Científica en honor de Mendel.

En la Sesión Científica participaron trabajadores científicos de la República Socialista de Checoslovaquia y de diferentes instituciones científicas cubanas poniendo de relieve la estrecha colaboración existente entre los científicos de ambos países de la comunidad socialista, iniciada desde hace más de una década con resultados beneficiosos para las investigaciones científicas, entre ellas las biológicas.

Finalizadas estas actividades, se convino, por los acuerdos establecidos en el Acta Final y con la aprobación de la Presidencia de la Academia de Ciencias de Cuba, que se recogiera en un libro los informes y trabajos leídos en dicha sesión, y que, con la colaboración del Moravské Museum, se publicaran los principales trabajos de Gregorio Mendel e ilustraciones sobre su vida y actividades. El Moravské Museum Mendelianum enviaría los textos de dichos trabajos, así como comentarios científicos a cada uno de ellos.

La publicación del libro estaría a cargo de la Academia de Ciencias de Cuba y se encargaría de ello el Dr. José López Sánchez, Director del Museo Histórico de las Ciencias Carlos J. Finlay.

En septiembre de 1973 tuvo lugar en el Moravské Museum, en Brno, un encuentro del Dr. José López Sánchez con el Dr. R. Musil, Director de dicho Museo y el Dr. Vitezslav Orel, Jefe del Mendelianum, donde se acordó el contenido y la forma definitiva del libro. En el mismo debían incluirse los trabajos presentados en la Sesión Científica efectuada en La Habana, así como los dos trabajos clásicos de Mendel sobre Pisum e Hieracium y la correspondencia entre Mendel y Nägeli, los cuales se publicarían en versión al español, con comentarios explicativos del Dr. Orel.

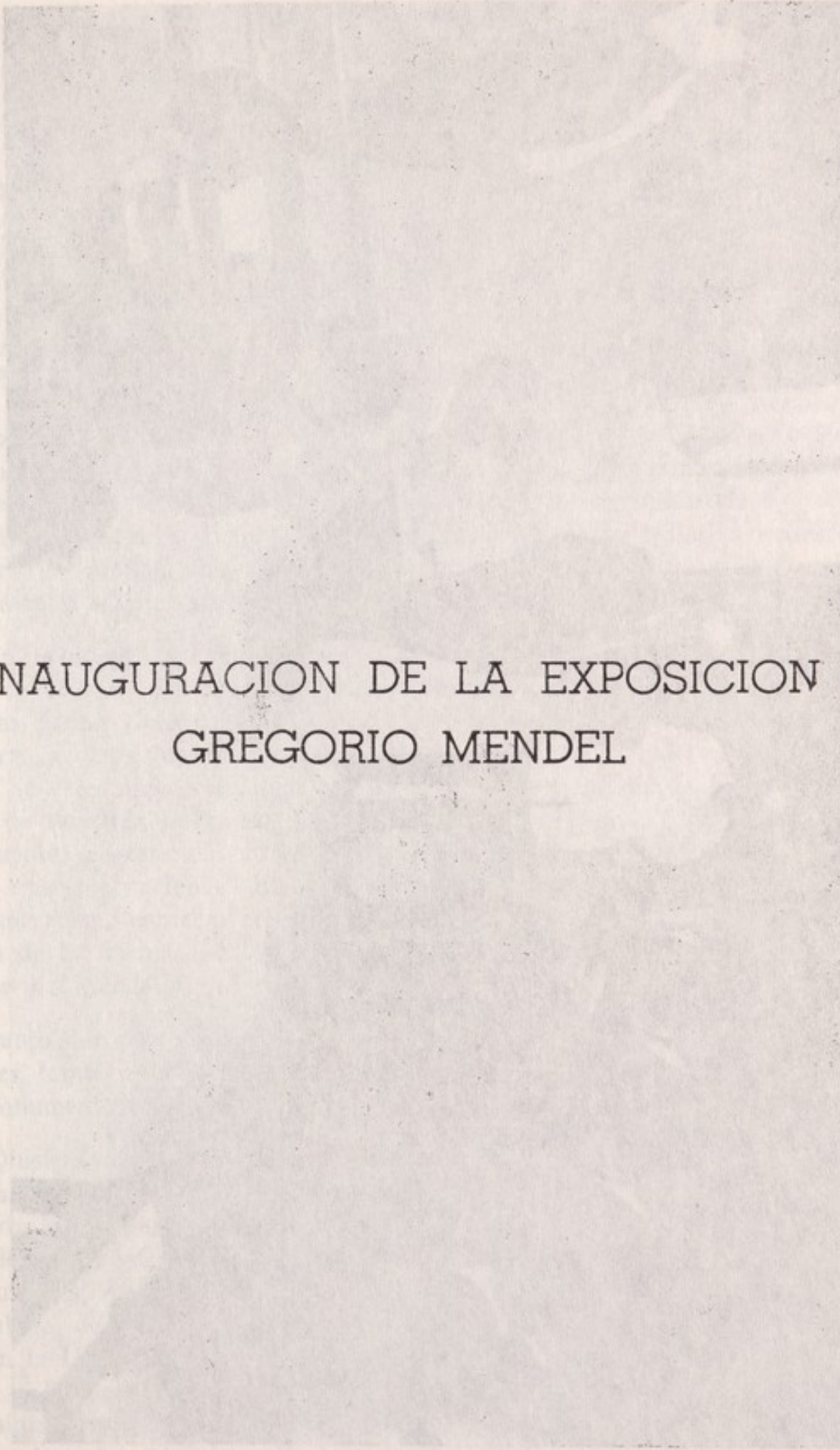
El proyecto del libro fue elevado a la consideración del Presidente de la Academia de Ciencias de Cuba, Dr. Zoilo Marinello Vidaurreta, quien lo aprobó, autorizando su publicación.

El Consejo Editorial de la Academia, en su sesión de 9 de enero de 1974, acordó incluirlo en los planes de publicaciones para ese mismo año.

Esta obra es el resultado de la colaboración científica establecida entre el Museo Histórico de las Ciencias Carlos J. Finlay y el Moravské Museum, Brno, Checoslovaquia.

Esperamos que este libro sea útil a la nueva hornada de genetistas y los estimule a perseverar en su trabajo de investigación inspirándose en la vida modesta pero muy activa y llena de sabiduría de Gregorio Mendel. La aportación de este investigador representa, sin duda, uno de los esfuerzos más laboriosos que se han realizado en la ciencia biológica para abrir cauces a la comprensión del mecanismo íntimo de la herencia.

LOS EDITORES



INAUGURACION DE LA EXPOSICION
GREGORIO MENDEL



Un aspecto del acto inaugural de la Exposición Gregorio Mendel donada por el Museo Moravo.

PALABRAS DE APERTURA

Dr. JAN JURISTA

*Consejero Cultural de la Embajada de la
República Socialista de Checoslovaquia*

La Embajada de la República Socialista de Checoslovaquia siente gran satisfacción en poder participar en esta reunión con los representantes cubanos de la esfera científica, con motivo del sesquicentenario del natalicio de Gregor Mendel, fundador de la genética. El Ministerio de Cultura en Praga, se complació en enviar para esta ocasión una exposición permanente, con nuevos documentos sobre el desarrollo de las ciencias agropecuarias y naturales en nuestro país. Este desarrollo debe mucho a los trabajos y descubrimientos de Mendel, que caracterizan la época de la revolución científico-técnica en la esfera de las ciencias biológicas.

En la exposición verán ustedes un mapa de la región de Moravia, trazado en el año 1636 por Jan Amos Comenio. Podrán familiarizarse con los lugares donde vivió y trabajó Mendel, como en el caso de Brno, la capital morava, y otros lugares, trazados igualmente por Comenio. La realización en sí de este mapa constituye ya un testimonio ejemplar de la historia cultural de nuestras naciones. Las grandes ideas humanistas de Comenio fueron fuentes de estímulo durante largos años en el desarrollo del conocimiento de nuestras naciones. El esfuerzo por conservar lo propio, unido al ansia de superación, contribuyeron al desarrollo del conocimiento también en la esfera de las ciencias naturales y, hasta cierto punto, motivaron el descubrimiento de Mendel.

Junto con las vistas de Brno de la época de Mendel, podrán apreciar ustedes también la Brno de hoy, en la cual se conservan cuidadosamente los monumentos históricos.

Quisiera aprovechar esta ocasión para recordar que los científicos en la esfera de las ciencias naturales de la época de Mendel, en Brno, se esforzaron inútilmente por fundar allí una Universidad. La misma no pudo establecerse hasta después de la constitución del Estado checoslovaco independiente, en el año 1919. Y ya, después del año 1945, en la República Socialista de Checoslovaquia, cobran pleno desarrollo las ciencias naturales en la Universidad Jan L. Purkyne, en la Escuela Superior de Agricultura y en la Escuela Superior de Veterinaria, que se vinculan a la gran tradición del siglo pasado. Nuestro Estado respalda en todos los aspectos el desarrollo de estas ciencias. Y, por nuestra parte, nos sentimos hondamente

satisfechos de lo exitoso de la cooperación en esta esfera entre los científicos checoslovacos y cubanos. Permítanme aprovechar igualmente esta ocasión para señalar un hecho poco conocido. Y es que en el ambiente cultural de Brno, de la época de Mendel, junto a los descubrimientos de aquel genio surgió también una moderna escuela musical. En el catálogo para la exposición puede apreciarse que en una fotografía aparece junto a Mendel el compositor musical y patriota checo, Pavel Kriskovský. Bajo su dirección surgió en Brno el gran compositor musical Leos Janáček. En la época monacal de Mendel, Janáček vivió en el convento y solía ir a comprar diariamente, para nuestro eminente investigador, hasta 20 tabacos —probablemente de Cuba—. Por eso, sería propicio que antes de pasar a recorrer la exposición, nos adentremos en el ambiente cultural de Brno, con la música de Janáček.

Para concluir, quiero decir que sentimos un gran placer en entregar esta exposición al Museo Histórico de las Ciencias "Carlos J. Finlay" como símbolo de la cooperación permanente en la esfera de la ciencia y, al mismo tiempo, como estímulo para el desarrollo ulterior de las ciencias biológicas, en provecho de la sociedad socialista de nuestras naciones.

DR. ISRAEL TALAVERA

DISCURSO DE CONTESTACION

Sirva este acto en que recibimos del Ministerio de Cultura de la República Socialista de Checoslovaquia tan significativa exposición que recoge una muestra del ámbito científico y cultural de la época histórica donde trabajó y desarrolló su magnífica labor Gregor Johann Mendel, para conmemorar condignamente el sesquicentenario de su natalicio.

Sirva, además, para recibir esta exposición que recoge en su conjunto armónico, científico y didáctico el gran aporte del sabio de Brno en los caminos de desentrañar los mecanismos genéticos de la herencia.

El Museo Histórico de las Ciencias "Carlos J. Finlay" de la Academia de Ciencias de Cuba, se muestra altamente complacido de este gesto de fraterna cooperación. Por sus salas, tanto los especialistas y estudiosos como el pueblo cubano tendrán oportunidad de evidenciar el trabajo de Mendel, su modestia, su abnegación y su labor persistente e incansable legando a las generaciones futuras el resultado de sus investigaciones.

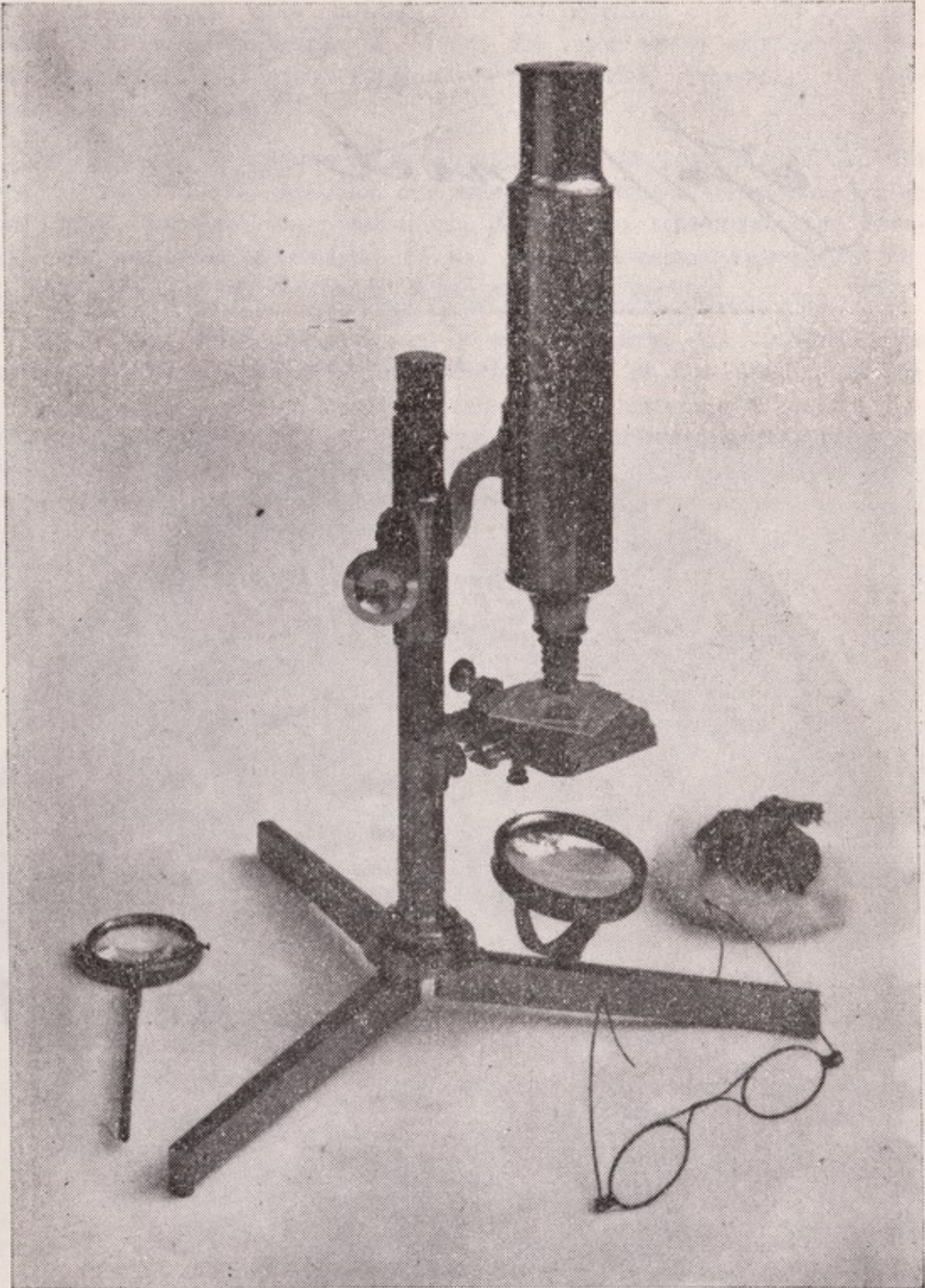
Ampliamente se conoce que en el año 1865 Mendel, profesor en Brünn, actualmente la industrial y bella ciudad de Brno, publicó sus experiencias y presentó su teoría sobre el comportamiento hereditario de ciertos caracteres en los híbridos. Con su extraordinario poder de observador y su trabajo experimental y profundo sentido de la síntesis, metódicamente, arribó a conclusiones sencillas, claras y precisas sobre los caracteres hereditarios de los progenitores, que coexistiendo en el híbrido, solamente uno de ellos, el dominante, se exterioriza, sujeto a leyes, en las distintas generaciones.

En el memorial dirigido por Mendel a la Sociedad de Historia Natural de Brünn expuso el resultado de sus experimentos y desarrolló plenamente su teoría, que hoy forman la base de esa rama de la ciencia que con justicia se conoce como el Mendelismo. Sin embargo, su sorprendente descubrimiento sobre un problema que desde hacía más de un siglo acuciaba la mente de los más prestigiosos investigadores permaneció ignorado hasta que en 1900, De Vries, Correns y Tschermak en sus búsquedas bibliográficas para los trabajos experimentales que realizaban, conocieron, cada uno por su cuenta, la memoria publicada por Mendel; desde este momento el sabio checoslovaco ocupa un lugar cimero como fundador del Mendelismo.

Los éxitos alcanzados por el profesor de Brno, demuestran una vez más, la importancia que en los trabajos de investigación tiene el fluir de la comunicación y la estrecha relación entre los científicos.



Edificio central del actual Museo Moravo de Brno.



Los espejuelos y uno de los tres microscopios que se encontraron entre los objetos pertenecientes a G. Mendel.

Wünnz 1872.

G. Mendel

Firma de G. Mendel, del año 1872.



Medalla del Premio Kimber de Genética, que concede la Academia Nacional de Ciencias por contribuciones distinguidas en la ciencia Genética.

Su trabajo es, además, ejemplo de la adecuada planificación y preparación del problema y la claridad sobre los objetivos esenciales que pretenden lograrse. Demuestran la validez del rigor en el empleo del método científico, de la labor constante y sistemática, trabajando sin cansancio y sin desaliento.

Al agradecer, en nombre de la Presidencia de la Academia de Ciencias de Cuba, esta valiosa exposición que amplía y enriquece las colecciones de este Museo, queremos dejar constancia de nuestros sentimientos de amistad y de los lazos fraternales que nos unen. Deseamos expresar al Dr. R. Musil, Director del Museo de Moravia, nuestra gratitud.

Desde hace varios años existen y se profundizan los vínculos entre nuestras Academias. El acto que celebramos hoy es una prueba más de la ayuda recibida. En el marco de este sentido homenaje a Mendel, expresamos nuestra voluntad de reafirmar tales relaciones para unir en un abrazo fraterno a los hombres de ciencias de Cuba y Checoslovaquia y extender esta expresión del internacionalismo socialista a los pueblos de ambos países; para fortalecer nuestra solidaridad en apretada unidad por el logro de nuestras comunes aspiraciones.

EL DIRECTOR
DEL
MUSEO HISTORICO DE LAS CIENCIAS
"CARLOS J. FINLAY"

expresa el testimonio de gratitud al Director del MORAVSKE MUSEUM por el valioso obsequio que constituye la exposición sobre Gregorio Mendel que figurará permanentemente en este Museo.

También deja constancia de lo útil que ha sido la visita del Dr. Vytaeslev Orel en nuestro país, para la organización y desarrollo de la Sesión Científica dedicada a la conmemoración del 150 aniversario del nacimiento de Gregorio Mendel. En dicha sesión el Dr. Orel presentó un trabajo titulado: El descubrimiento de Mendel y la genética moderna.

Aprovecha esta oportunidad para solicitar que este intercambio que se ha iniciado entre nuestros respectivos Museos, se amplíe y profundice en el futuro, en interés de contribuir al progreso científico de nuestros países socialistas.

La Habana, 26 de mayo de 1972.

"Año de la Emulación Socialista"

Dr. José López Sánchez

SESION CIENTIFICA

Presidente:

Ing. Tivo Sáenz, Presidente de la Academia de Ciencias de Cuba.

Vice-Presidente:

Dr. Israel Talavera, Vice-Presidente Adjunto de la Academia de Ciencias de Cuba.

Secretaría:

Dr. José López Vázquez, Director del Museo Histórico de las Ciencias "Carlos J. Finlay".

Conferenciante invitado:

Dr. Václav Greg, Director del Departamento del Museo Moravik en Checoslovaquia.

SESION CIENTIFICA

26 de Mayo de 1972

Colaboradores de:

Lic. Raúl Mesa, Profesor de la Universidad de La Habana.

Dr. Pedro M. Pina González, Investigador del Instituto de Zoología de la Academia de Ciencias de Cuba.

Dr. Zilio Marínello, Director del Instituto de Citología y Embriología de la Habana, anteriormente Presidente de la Academia de Ciencias de Cuba.

Dr. Emilio Morales, Sub-Director del Instituto de Genética y Embriología de la Habana.

Ing. Jesús Martínez Martí, Director del Instituto de Cibernética de la Academia de Ciencias de Cuba.

Dr. Wilfredo Torres, Director del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNCI).

Dr. Luis Herrera Martínez, Jefe del Departamento de Genética (CNCI).

Francisco Díaz Barahona, Asesor Técnico en Campo de Asesor de la Presidencia de la Academia de Ciencias de Cuba.

Lic. Juan A. González Arredondo, Profesor de Genética Poblacional de la Universidad de la Habana.

Lic. Vicente Berrovides Álvarez, Profesor de Genética Animal de la Universidad de la Habana.

SESION CIENTIFICA

Presidente:

Ing. Tirso Sáenz, Presidente de la Academia de Ciencias de Cuba.

Vice-Presidente:

Dr. Israel Talavera, Vice-Presidente Adjunto de la Academia de Ciencias de Cuba.

Secretario:

Dr. José López Sánchez, Director del Museo Histórico de las Ciencias "Carlos J. Finlay".

Conferenciante invitado:

Dr. Vitezslav Orel, Director del Mendelianum del Museo Moravo, en Checoslovaquia.

Colaboraciones de:

Lic. Raúl Mesa, Profesor de la Facultad de Ciencias de la Universidad de La Habana.

Dr. Pedro M. Pruna Goodgall, Investigador del Instituto de Zoología de la Academia de Ciencias de Cuba.

Dr. Zoilo Marinello, Director del Instituto de Oncología y Radiobiología de la Habana, actualmente Presidente de la Academia de Ciencias de Cuba.

Dr. Emilio Morales, Sub-Director del Instituto de Oncología y Radiobiología de la Habana.

Ing. Jesús Martínez Martínez, Director del Instituto de Cibernética de la Academia de Ciencias de Cuba.

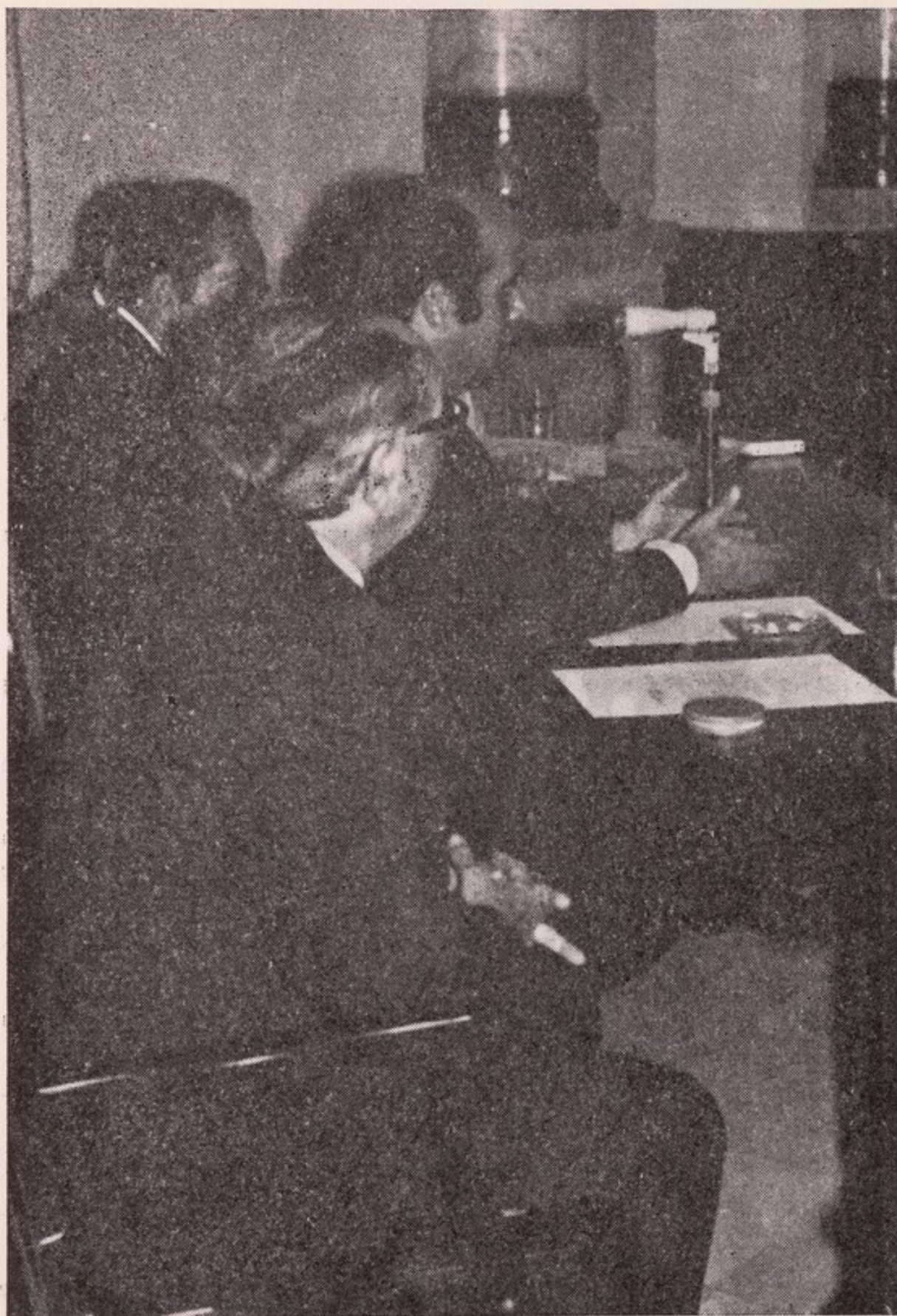
Dr. Wilfredo Torres, Director del Centro Nacional de Investigaciones Científicas (CNIC).

Dr. Luis Herrera Martínez, Jefe del Departamento de Genética (CNIC).

Francisco Díaz Barreiro, Asesor Técnico en Caña de Azúcar de la Presidencia de la Academia de Ciencias de Cuba.

Lic. Juan A. González Arencibia, Profesor de Genética Poblacional, de la Universidad de la Habana.

Lic. Vicente Berovides Alvarez, Profesor de Genética Animal de la Universidad de la Habana.



Presidencia de la Sesión Científica. En uso de la palabra el Ing. Tirso Sáenz.

JOSÉ LÓPEZ SANCHEZ

SIGNIFICACION HISTORICO-CIENTIFICA DE MENDEL Y EL MENDELISMO

INTRODUCCION

La sesión científica que vamos a efectuar la inspira el propósito de conmemorar el sesquicentésimo aniversario del nacimiento del creador de la ciencia genética, Gregorio Mendel, un genio universal inscripto en los anales históricos de la ciencia checoslovaca.

Conocido en nuestro país desde hace muchas décadas por lo que se ha dado en llamar las leyes de Mendel, no es, sin embargo hasta ahora, que se aplica y enriquece su concepción con la investigación y el trabajo práctico aplicado que se llevan a cabo en las instituciones especializadas de nuestro país.

Es perfectamente comprensible que el Museo Histórico de las Ciencias "Carlos J. Finlay" haya tomado la iniciativa de conmemorar este aniversario, pues entre sus fines se encuentra precisamente la obligación de exponer críticamente los grandes acontecimientos científicos acaecidos en el pasado; la vida y la obra de las figuras señeras de la ciencia mundial tal como se expresa en la frase del comandante Fidel Castro que constituye nuestra permanente divisa institucional: "los hombres que aportan su inteligencia a la cultura humana nunca mueren".

Estas conmemoraciones, por otra parte, sirven de modo muy útil a la historia de la ciencia, una disciplina relativamente joven en su contexto actual, orientada a ofrecer una síntesis valorativa de los procesos y logros obtenidos en la experimentación e investigación científica, en su metodología y formulaciones conceptuales, amén de su papel fundamental en la historia de la cultura.

El gran valor de la historia de la ciencia es que permite crear un amplio y profundo espíritu científico y engendra en el estudioso una modestia natural y un intelecto capaz de entender y aceptar lo nuevo.

Si tomamos el ejemplo de cómo recibieron los hombres de ciencia de su época los descubrimientos mendelianos, y otro tanto podríamos decir nosotros del de Finlay, renuentes a admitirlos por el salto de calidad conceptual que implicaban, y justipreciamos el daño inferido a la ciencia y a

la humanidad por el escéptico desdén o la arrogante presunción de los corifeos o sabios, debemos convenir que es necesario educarnos en el espíritu de que no debe desecharse, sino comprobarse, lo que surge como nuevo en el conocimiento científico.

Por otra parte, y nos parece bueno insistir en ello, la historia de la ciencia es un arma eficaz para dotar al trabajador científico del conocimiento del acervo cultural necesario para el desarrollo de sus ideas. Los grandes descubrimientos han sido el resultado de un largo y laborioso proceso de acumulación de ideas, hechos, teorías, éxitos y fracasos de los que antecedieron. Ningún investigador ha llegado a la elaboración de una doctrina nueva sin proveerse de una información de la literatura científica relativa al tema que es objeto de su estudio, sin someter esta información al análisis histórico, es decir, sin conocer los motivos que determinaron tales resultados y las relaciones de estos resultados con el nivel de la ciencia de su época.

En el caso concreto de Mendel, se puede afirmar que conocía todo lo relacionado con el proceso de la hibridación y además estaba al tanto de los logros de la práctica agrícola.

Si siguiéramos un orden lógico y hasta cierto punto tradicional en la exposición histórica sobre Mendel y la conmemoración de su aniversario, debíamos ofrecer una sucinta exposición de su vida y su obra, pero este no es el motivo principal de nuestra intervención. Nos interesa poner de relieve que no obstante el tiempo transcurrido desde la aparición de la comunicación de sus experimentos sobre la hibridación de las plantas, hasta el momento actual en que la genética se ha convertido en el centro de toda la ciencia biológica, Mendel es acreedor a que se le tribute justo homenaje por haber formulado la teoría de la herencia, que el tiempo ha demostrado ser completamente correcta y de aplicación universal.

No nos anima la intención de hacer disquisiciones históricas respecto de sus pretendidos precursores, algunos de ellos exhumados por escudriñadores de archivos, pero sí habremos de penetrar en la complicada urdimbre de interpretaciones ofrecidas para explicar el porqué durante 35 años permaneció ignorado un trabajo que expresaba una concepción genial que "predecía con toda seguridad la naturaleza, las propiedades y el comportamiento del mecanismo de la herencia".

Nos mostramos conformes con la opinión de aquellos que afirman que la razón principal por la cual los contemporáneos de Mendel no comprendieron, ignoraron o subestimaron la formulación de sus conclusiones sobre el mecanismo de la herencia, fue que los biólogos de su generación no estaban preparados para asimilar una doctrina tan profundamente nueva, y por tanto revolucionaria, y nada menos que sobre la herencia, de la cual dijo Balzac, "que es una especie de laberinto en el que está perdida

la ciencia". Tampoco existía una conciencia social que planteara necesidades tan apremiantes respecto del mejoramiento e incremento de la base alimentaria, en función de la reproducción, ni estaba acuciado el deseo de conocer los mecanismos íntimos de la vida.

Es evidente que en tiempos de Mendel predominaban las ideas darwinistas, mal llamadas evolucionistas, derivadas de su "Origen de las especies", y que en las ciencias biológicas se postulaba como lo esencial el concepto de especie y no el de variedades. Además, en esa época aún no se conocía bien el proceso de fecundación de los animales, ni tampoco la reproducción celular.

Pocos años después del redescubrimiento del mendelismo, George Sarton, quien fuera la más alta autoridad en Historia de la Ciencia en la primera mitad de este siglo, examinó las ideas de Mendel a través del prisma histórico científico, en su artículo *¿Comment augmenter le rendement intellectuel de L'Humanite?*⁽¹⁾ Después de lamentar que estas ideas permanecieran desafortunadamente ignoradas, incluso por el propio Darwin, y aun podemos añadir, por Engels en su "Dialéctica de la Naturaleza", afirmó que a Mendel le cupo el honor de ser el primero en promover una cuestión de importancia tan considerable como sus observaciones sobre algunos casos típicos de herencia fraccionada. Sin embargo, lo más notable de este artículo es su comprensión de una de las aportaciones más originales de Mendel: las muy sorprendentes verificaciones numéricas, a las cuales conducen estos experimentos. En otras palabras, la aplicación correcta de la matemática hecha por Mendel en la determinación y pronóstico del fenómeno biológico.

Sarton fue, además, el primero en su tiempo en advertir que la teoría de Mendel consiste esencialmente en aplicar la teoría atómica a la biología, y aunque esto no es enteramente cierto, revela una clara intuición de que al igual que aquélla, la teoría de los genes permitiría una explicación racional y científica de las combinaciones y constituciones de las partículas en las que reside la realidad material tangible de la transmisión hereditaria. Sin duda alguna, el mendelismo es uno de los conceptos más inspirados en la historia de la ciencia, como ha afirmado Crew.

La importancia del trabajo experimental realizado por Mendel no le fue reconocida por el mundo científico en vida, aunque él siempre tuvo el convencimiento del valor de su obra. Durante muchos años se ha pretendido reducir la importancia de su contribución científica a las enunciadas dos leyes: la de la separación o segregación de los factores, y la de la asociación libre o recombinación independiente de los factores, pero éstas, como muchas otras reglas, no son más que resultados prácticos obtenidos de su concepción fundamental: la transmisión de los caracteres por la herencia, aunque en su artículo original no mencione específicamente la palabra herencia.

El plan seguido por Mendel en la experimentación fue rigurosamente científico, original y propio y, por consiguiente, no guarda semejanza alguna con los de aquellos que antes que él se ocuparon de la hibridación. Partió de una idea teórica y abstracta, que fue la de hallar las relaciones numéricas de los distintos tipos o variedades que se obtuvieran por el cruzamiento de plantas, con el preconcebido propósito de descubrir lo que significaban estas formas nuevas que se obtenían y las relaciones que guardaban entre sí. Escogió bien su material de experimentación, mostró sagacidad y tesón en la consecución de los experimentos, por lo que culminó felizmente su trabajo.

Las razones aducidas por algunos autores para justificar que el descubrimiento de Mendel permaneciese ignorado en su tiempo, no son admisibles pues él hizo lo posible por darlo a conocer a científicos de su tiempo, entre otros, Nägeli y Hoffman, los que evidenciaron incompreensión, cuando no prejuicioso desdén, ante sus descubrimientos. Las relaciones Darwin-Mendel, sobre todo en lo tocante al conocimiento y actitud de Mendel ante la idea de la transformación están perfectamente dilucidadas en la actualidad. A estos aspectos íntimos habremos de referirnos con mayor extensión en el curso de este trabajo.

FORMACION CIENTIFICA

Después de esta introducción en que ofrecemos una sucinta exposición de algunas facetas importantes de la significación histórico-científica de Gregorio Mendel, vamos a abordar algunos problemas cardinales que permanecen como materias de controversia, y otros que permiten revelar con certeza la excepcional contribución de Mendel al desarrollo y progreso de la Biología. Tales problemas incluyen los de su formación científica; la incompreensión de su obra y las circunstancias del redescubrimiento de su trabajo; su aporte a la formulación de una concepción teórica integral de la evolución; consideraciones en torno a las denominadas leyes de la herencia y el mendelismo como fuente de nuevas ciencias en la Genética.

Mendel es una figura de gran singularidad en la historia de la ciencia. Aquellos que buscan en la vida sólo las peculiaridades que dan realce a la personalidad social del individuo, lo podrían catalogar como un religioso profeso consagrado a los servicios de la Iglesia. Y así intentan presentarlo los que subestiman su trabajo creador en la ciencia y olvidan que dedicó mucho de su quehacer vital a la experimentación y teorización científica y a la enseñanza de la historia natural, de la física y otras disciplinas. Sólo en las postrimerías de su existencia fue cuando se apartó de estas obligaciones, para dedicarse a manejar los negocios de la Abadía y otros menesteres públicos, sin importar lo que de sobrecarga constituía para su quebrantada salud.

Mendel completó y maduró su formación científica en la Universidad de Viena, aunque sólo permaneció allí dos años realizando estudios en la Facultad de Filosofía. Su aprovechamiento se explica por dos razones; una, porque cuando llegó a Viena ya poseía una buena instrucción creada al influjo del ambiente intelectual que prevalecía en Brno; otra, porque su estancia coincidió con la de profesores de tanta valía como Unger, Doppler y von Ettinghausen, verdaderos entusiastas de la ciencia, enemigos del ortodoxismo dogmático y partidarios de la ciencia viva.

De Unger fue de quien más recibió en la especificidad de los conocimientos botánicos y también de sus principios filosóficos. Con él se instruyó en citología, fertilización de las plantas y conoció los trabajos de hibridación de Kölreuter y Gärtner. De Doppler aprendió Física Experimental y Matemática, y von Ettinghausen le enseñó el uso de aparatos físicos y también física-matemática. Ambos estaban interesados en el análisis matemático de problemas físicos. Según Olby el conocimiento de estadística matemática que obtuvo Mendel en Viena, seguramente lo recibió de estos dos profesores.⁽²⁾

Es innegable que la orientación básica para llevar a cabo sus investigaciones en hibridación la recibió Mendel en Viena, teniendo ya en mente una hipótesis de trabajo cuya premisa fundamental era la de buscar una relación numérica de los resultados, como paso previo para la generalización y sistematización de los mismos. En esencia, este propósito era cualitativamente diferente de aquellos que inspiraron la obra de los hibridadores que le precedieron, y de algunos otros que llevaron a cabo experimentos en el período de "silencio" de su obra. En Mendel parece haber existido de modo preconcebido la idea de determinar el mecanismo de la transmisión hereditaria de los caracteres de las plantas.

El entusiasmo y comprensión de Unger por las más recientes adquisiciones científicas en Botánica, en especial en fisiología celular, tomadas de Schleiden y Schwann, y su marcada inclinación a adscribirse a un pensamiento filosófico racional apoyado en los descubrimientos de las ciencias, los transmitió a sus discípulos, entre los que se encontraba Mendel.

En el período formativo científico de Mendel se libraba una lucha, en el terreno de las doctrinas, respecto del origen de los fenómenos de la vida. La fuerza vital preconizada por la doctrina dominante de la filosofía natural, estaba sometida a crítica por el kantismo. De Schleiden a Unger hay toda una corriente de negaciones del "Lebenskraft" que va desde considerarla "una incógnita desconocida"⁽³⁾ hasta admitir que está "constituida por las modificaciones de las fuerzas moleculares, que son las que condicionan el origen, conservación y propagación como individuos."⁽⁴⁾

El propio Mendel, como anota Richter⁽⁵⁾, empleó este término de "Lebenskraft", pero después de sus estudios universitarios se refiere sólo a

"combinaciones de elementos potencialmente formativos", sustituyendo ese idealismo subjetivo, constituido por fuerzas ocultas y misteriosas que presiden y dirigen los fenómenos de la existencia material, por una concepción acorde con los principios sustentados por su maestro Franz Unger.

Debe anotarse, por otra parte, que Unger profesaba además ideas evolucionistas y negaba la estabilidad o fijeza de las especies, asegurando que el mundo de las plantas "se había desarrollado gradualmente, paso a paso".⁽⁶⁾

Lo importante era, sin embargo, tratar de demostrar científicamente cómo se produce ese desarrollo, qué factores influyen en tales cambios graduales y de qué formas o medios se pueden valer para reproducir, de modo controlado, lo que ocurre en la naturaleza vegetal. Según Olby "parecería que Mendel realizó experimentos para decidir el problema".⁽⁷⁾

Es innegable que si así fue, la tarea que se propuso llevar a cabo Mendel era ardua, pues tenía que realizar un gran número de experimentos para obtener formas diferentes que debían aparecer en los híbridos y, quizás lo más esencial, establecer la constancia numérica de las distintas clases de progenie.

Esto fue lo más novedoso y original de lo aportado por Mendel sobre hibridación, pues estas relaciones estadísticas permiten un conocimiento exacto de lo que ocurriría en el proceso de la hibridación. No expresó los resultados en porcentaje sino en forma de razón numérica.

Los éxitos de Mendel como experimentador se debieron a su buena información de la literatura científica relativa a la hibridación, a su formación científica; a sus conocimientos de fisiología de las plantas y fundamentación filosófica de los fenómenos de la vida; a su aplicación de la matemática a la valoración de los resultados, a la posibilidad de concebir mediante un análisis abstracto-teórico el modelo de sus experimentos; a la adopción de su método experimental, que derivó, no de los naturalistas, sino de la física y que se presume pudo haber discutido con el Prof. Zawadski⁽⁸⁾. A estas condiciones generales deben añadirse las habilidades propias del experimentador, la astucia que demostró para escoger el material experimental y a las cualidades que reveló como experimentador e investigador como las de ser cuidadoso, laborioso, persistente, analítico para descubrir las causas de errores, y con poder de síntesis para valorar en conjunto los resultados.

MENDEL Y DARWIN

En la época en que Mendel realiza sus experimentos, la atención de los investigadores no se centraba en los problemas que él estudiaba. Ni la hibridación, ni la herencia ocupaban la mente de los científicos, pues desde

que apareció la genial y admirable obra de Charles Darwin, en 1859, "The Origin of Species", los principios teóricos de esta nueva teoría pasaron a ser la esencia de las discusiones de los naturalistas, muchos de los cuales se convirtieron en sus más ardientes defensores, mientras que otros, y no pocos por cierto, en enconados adversarios, y entre éstos, los más destacados, los católicos y protestantes. Esta oposición religiosa se calmó bastante, aunque no del todo, especialmente después que algunos críticos señalaron que Aurelius Augustinus y otras autoridades religiosas habían sido evolucionistas. Mendel no se vio envuelto en esta polémica porque desde el comienzo asumió una postura enteramente científica.

La teoría darwiniana había penetrado en todas las ramas del saber y a pesar de su poderosa influencia y su clara y racional explicación sobre la idea del cambio o transformación de las especies, siempre provocó entre los científicos reserva, cuando no oposición. Se puede asegurar que esta doctrina servía de medida para apreciar la actitud de los biólogos ante el progreso de su propia ciencia.

Mendel estaba bien enterado acerca de la literatura biológica, aunque de preferencia la referente a la hibridación. Existen pruebas fidedignas de que él leyó y anotó el "Origen de las Especies", de Darwin, y que incluso conoció otros libros de este autor, entre ellos: "The Variation of Animals and Plants under Domestication" y "The effects of cross and self-fertilization in the Vegetable Kingdom", y que había asimilado las ideas evolucionistas de su maestro Unger.

¿Cuál fue la actitud de Mendel hacia la doctrina darwiniana? Respecto de esto las opiniones estuvieron divididas en el pasado. En la actualidad y gracias a los trabajos críticos sobre Mendel, debe considerarse una cuestión totalmente dilucidada. No existen citas de Mendel contrarias a Darwin y el hecho de que su nombre no esté mencionado en el clásico trabajo sobre *Pisum*, no constituye una prueba negativa. Más significativo que esta mención del nombre es expresar un criterio acorde con el principio de la evolución, como el que contienen estas líneas que aparecen en ese mismo trabajo: "de que una comprensión de la causa de la variación era una contribución importante, a la comprensión de la evolución de las formas orgánicas". Esto demuestra que estaba familiarizado con las ideas de Darwin y que aceptaba este proceso como un hecho.⁽⁹⁾

En el artículo de Orel: "Mendel y la idea de la evolución", se transcribe este párrafo contenido en el trabajo *Hieracium*: "El problema del origen de las numerosas y constantes formas intermedias ha adquirido recientemente no poco interés, desde que un famoso especialista sobre *Hieracium* ha defendido, en el espíritu de la enseñanza darwiniana, la opinión de que estas formas han de considerarse provenientes de la transformación de especies desaparecidas o todavía existentes".⁽¹⁰⁾ Y añade que en las cartas de Mendel a Nägeli, aquél menciona los nombres de Darwin y de Naudin res-

pecto a problemas de fertilización, sosteniendo como resultado de sus experimentos que "cuando compiten varios granos de polen puede suponerse que sólo los más fuertes logran llevar a efecto la fertilización", lo que representa una reflexión en el espíritu de la teoría de la selección darwiniana.

Estas acotaciones prueban claramente que Mendel no rechazó la teoría de la evolución, sino que, por el contrario, él fue partidario de la transformación de las especies. Es esencial insistir en este punto, porque aún en estos tiempos se ha intentado presentar a Mendel como opuesto a esta teoría y partidario de la constancia o fijeza de las especies, interpretando erróneamente sus experimentos y sus opiniones personales.

Puede afirmarse que Mendel conoció la doctrina de la evolución antes de que Darwin publicara su teoría de la selección natural. Se admite que incluso en el modelo de sus experimentos de hibridación, hubiese tomado en consideración los conceptos darwinianos. Esto resulta evidente si se estudian con criterio moderno los componentes descubiertos por Mendel en el mecanismo de la herencia orgánica.

En lo que concierne a la selección natural, según Kříženecký,⁽¹¹⁾ la única posición conocida de Mendel es su creencia de que "el cruzamiento opera también en la evolución y esto por ambos mecanismos a través de la formación de nuevas combinaciones de caracteres, debido a la libre mezcla de genes, y a través de la transformación de una especie en otra, debido a la transformación por cruzamiento".

Darwin sí no conoció los trabajos de Mendel. Sus conceptos sobre la herencia difieren radicalmente de los mendelianos. El se adscribió a la vieja doctrina de la herencia de los caracteres adquiridos. Admitía que las nuevas formas que se han producido mediante cambios graduales en una especie, a lo largo de muchas generaciones, se adaptarían a los cambios lentos e importantes de geología y clima⁽¹²⁾. Para explicar el mecanismo de esta herencia postuló la existencia de partículas genéticas que denominó "gemmulas". Según él, estas partículas son generadas por los tejidos del cuerpo y enviadas a los órganos reproductores a través de los líquidos circulantes. De este modo formuló una hipótesis que llamó Pangénesis, con la cual intentó explicar, de modo muy sofisticado, el mecanismo de la herencia. Según el propio Darwin, la premisa básica de esta hipótesis era la de que "las muchas partes diferentes de estructuras de cada individuo se pueden comparar con tantos otros seres orgánicos distintos, todas unidas, pero cada una de las cuales propaga su propia forma".⁽¹³⁾

No hay duda de que la razón principal por la cual Darwin concibió tan enrevesada hipótesis, se debió, a que quiso establecer una identidad entre los procesos sexuales y asexuales, y a que se dejó influir por las teorías tradicionales de sus predecesores, muy particularmente de Lamarck, que atribuían todas las variaciones tanto a los cambios en las condiciones de vida como a hibridación cruzada.⁽¹⁴⁾

Según Zirkle⁽¹⁵⁾ esta forma de herencia había sido ya descrita prácticamente por todos los que escribieron sobre ella, en el período comprendido entre Anaxágoras e Hipócrates y la época en que Darwin la dio a conocer con el nombre de pangénesis. Mendel consideró inaceptable la idea de la herencia de los caracteres adquiridos, y cuando se redescubrieron sus trabajos se comprobó su teoría de que la transmisión de los caracteres hereditarios seguía el mismo camino que la transmisión de los cromosomas.

En la actualidad, el pensamiento biológico sobre la evolución es el producto de la unión de la teoría mendeliana de la herencia con el principio de Darwin de la selección natural. Esta concepción integral modifica los aspectos básicos de todas las ciencias y permite explicar el desarrollo de la base material de los fenómenos de la naturaleza orgánica.

REDESCUBRIMIENTOS DE LOS TRABAJOS DE MENDEL

La historia de la ciencia registra casos de descubrimientos y de enunciaciones de teorías e hipótesis que, no obstante su valor científico, pasan inadvertidos para su época. Uno de estos casos fue el Mendelismo, cuya contribución a la ciencia biológica permaneció olvidada durante 34 años.

Los que se han referido a problemas históricos relacionados con la genética, han emitido sus opiniones respecto de este hecho. Algunos suponen que quizás una causa fue que su trabajo apareciera en una revista poco conocida y de limitada circulación, otros piensan que Mendel no poseía una fuerte personalidad científica como para imponer una doctrina tan nueva. Los más se deciden por sostener que el resplandor del "Origen de las Especies" de Darwin no permitió percibir la luz de este otro gran descubrimiento.

En la actualidad ésta es una cuestión resuelta y que puede resumirse afirmando que los biólogos de aquella época no estaban preparados mentalmente para apreciar y aceptar generalizaciones teóricas respecto del mecanismo de la herencia y menos aún si sus premisas descansaban en relaciones numéricas. Y esto, no obstante haber presentado Mendel sus resultados de un modo bastante simplificado, gracias, precisamente, a la base matemática de su trabajo, y en un artículo no muy extenso, redactado en un estilo claro y convincente.

Las circunstancias que rodean el redescubrimiento de los trabajos de Mendel, han sido suficientemente esclarecidas en lo que a su historia concierne, pero no así a sus motivaciones. En la actualidad se acepta que no fue un hecho casual, sino la consecuencia de los trabajos de experimentación e investigación que se venían desarrollando en hibridaciones y que obligaban a encontrar la explicación de las mismas, a la luz de los nuevos logros alcanzados en la ciencia biológica.

Para Singer, el hallazgo hecho por esos investigadores que trabajaban en variaciones discontinuas, resultó ser la consecuencia de una búsqueda deliberada hecha en la literatura científica, tratando de dar con pruebas confirmatorias de datos ya obtenidos.⁽¹⁶⁾

Según Olby,⁽¹⁷⁾ el olvido de los trabajos de Mendel, uno de los eventos más singulares en la historia de la ciencia, se justifica porque Mendel fue un hombre sensible y modesto, cuyos contactos con los hombres de ciencia se limitaban a la Europa Central. Su trabajo y sus publicaciones tuvieron un carácter meramente local. Y las personalidades con las que estuvo relacionado tenían en mente otras ideas, de lo que se deduce que este olvido fue en parte una reacción entre personalidades, motivada por criterios científicos antagónicos. También, y esta sí parece ser una buena razón, que los citólogos no habían descubierto aún la base material en la que debe sustentarse el concepto mendeliano de herencia y que por tal motivo resultaba muy alejado del que los darwinianos estaban en aptitud de aceptar.

Para Zirkle,⁽¹⁸⁾ los trabajos de Mendel no fueron tomados en cuenta cuando se publicaron, porque en esa época no se conocían los mecanismos para la transmisión de los factores hereditarios que él describió. Y quizás aún lo más importante, fue el hecho que él aceptó hipótesis que en lo que respecta al aparato conceptual de la herencia no eran compatibles con sus propios descubrimientos.

Existen, sin duda, otras muchas opiniones y explicaciones referentes a las causas del olvido y del reencuentro con los trabajos de Mendel, pero es obvio que puede aceptarse como la primaria, que su doctrina de la herencia no podía ser comprendida por los biólogos de su tiempo, porque constituía una subversión de conceptos, principalmente con los admitidos por los darwinistas, y una ruptura con los propósitos que guiaban a los experimentadores en hibridación. Ahora bien, dada la exactitud de sus resultados y la explicación científicamente correcta de la interpretación de los mismos, la teoría de Mendel habría aparecido en algún momento en el curso histórico de las investigaciones sobre la herencia.

En la historia de la ciencia se pueden hallar ejemplos semejantes a los de Mendel, sobre todo en lo que respecta a las dificultades que se oponen a las concepciones nuevas que cambian radicalmente ideas que la humanidad ha venido aceptando como verdades absolutas por espacio de mucho tiempo, tal es el caso que tuvo que enfrentar la negación mendeliana de la herencia de los caracteres adquiridos, una idea que gravitaba en la mente de los hombres desde los tiempos de Hipócrates.⁽¹⁹⁾

Es de sobra conocido el clásico señalamiento de que fueron tres investigadores los que redescubrieron los trabajos de Mendel, todos ellos, casi al mismo tiempo, el año de 1900: Hugo de Vries, Carl Erich Correns y Erich von Tschermak.

De Vries fue un brillante investigador en genética. En este campo estableció una prioridad con su teoría de la pangénesis intracelular. Además, como resultado de sus experimentos, dedujo la ley de la segregación. Esta ley la dio a conocer después de la reaparición de los trabajos de Mendel. Según De Vries, él había arribado al descubrimiento de esta ley antes de recibir el trabajo de Mendel que le enviara Beijerinck, pero se presume que esto no es enteramente cierto y que había trabado conocimiento con estos trabajos estando aún en fase de desarrollo sus experimentos.

De Vries, en su primera comunicación a la Academia de Ciencias de París, no menciona a Mendel, y Olby piensa que ello se debió a que subestimó la importancia de la contribución de Mendel, respecto de la suya. Más adelante da la explicación siguiente: De Vries creyó de buena fe que su trabajo era superior al de Mendel, que su concepción teórica expresada en 1889, relacionada con los recientes desarrollos en citología y con la teoría del plasma germinal de Weissman, oscurecían totalmente las ideas de Mendel, por tanto, no consideró necesario hacer referencia alguna al trabajo de aquél en una comunicación tan breve como "Sur la lois de disjonction des hybrides".⁽²⁰⁾

De Vries envió separatas de su trabajo a Correns y a Bateson. Correns afirma que el manuscrito de su artículo que menciona a Mendel lo envió al editor del "Berichte der deutschen botanischen" justamente un día después de haber recibido la separata de De Vries. Asegura haber leído el trabajo de Mendel en el otoño de 1899, algunas semanas después que ya había encontrado la solución para la herencia mendeliana, según carta que escribió a Roberts. Tschermak también halló la cita de Mendel cuando trabajaba en su tesis doctoral y se apresuró a incluirla en la misma después de ver una separata del artículo de De Vries. Hubo coincidencia en ellos porque en lo fundamental trabajaban sobre cuestiones semejantes al objeto que motivó a Mendel en sus experimentaciones.

La fuente principal de que se obtuvo información y la cual desempeñó un importante papel en el redescubrimiento de Mendel, fue el libro de Focke, "pues si no hubiera sido por la inclusión que aquél hace de sus publicaciones, tal vez hubiera permanecido desconocido el ingenioso descubrimiento de Mendel".⁽²¹⁾

El hecho de que la hipótesis mendeliana fuese descubierta como culminación de trabajos de investigación científica, orientados al descubrimiento de leyes sobre el mecanismo de la herencia, constituyó un factor muy importante para elevarla a la categoría de teoría y con ello llamar la atención de los más destacados biólogos para estudiar analíticamente la riqueza de su contenido, potencialmente acumulada, para el establecimiento de contribuciones nuevas en la ciencia genética.

Hay historiadores que sugieren que en la lista de redescubridores debe añadirse a William Bateson, a pesar de no haber publicado éste su trabajo sino en 1902, y en el cual prueba por primera vez la validez de la herencia mendeliana en los animales, en particular en las aves de corral. De Bateson se dijo que "si hubiese comenzado sus experimentos un año antes, el mismo habría descubierto el mendelismo antes de que el redescubrimiento de Mendel viese la luz en 1900".⁽²²⁾

De Vries y Bateson llevaron a cabo sus experimentos de modo bastante análogo y ambos siguieron la senda mendeliana, en cambio, Correns y Tschermak "redescubrieron esos principios por casualidad, como un producto accesorio relacionado con problemas distintos de los de la herencia".⁽²³⁾ Todos ellos hicieron contribuciones notables para el progreso de la genética.

El redescubrimiento del mendelismo fue un acontecimiento muy beneficioso para el surgimiento de una nueva ciencia, la genética, que comenzó desarrollando la investigación de los mecanismos de la herencia según los principios de Mendel, pero con el decursar del tiempo se ha enriquecido metodológica y conceptualmente hasta convertirse en una ciencia de la vida misma, que se plantea como una aspiración: el incremento y mejoramiento de plantas y animales y la perfección biológica del ser humano.

LAS LEYES DE MENDEL

Se ha afirmado que Mendel no hizo enunciado alguno en forma de leyes y que fue Correns quien pensó que los descubrimientos mendelianos podían concretarse en forma de ley: "la ley de la herencia". Fue más adelante cuando se introdujo la costumbre de considerar que existen dos leyes, una para la segregación y otra para la recombinación independiente. Sin embargo, hay otros que disienten de este criterio y afirman que Mendel en su clásico trabajo sobre el *Pisum* se refiere, más de una vez, a la existencia de una ley que es válida para explicar los fenómenos que ocurren en la transmisión de los caracteres, en los cruzamientos que llevó a cabo con esta planta, y que creía podría extenderse a otras especies vegetales.

Según Olby, la ley de Mendel fue la "ley de combinaciones de diferentes caracteres", la cual se denomina también recombinación casual. El concepto de segregación no lo expresó hasta que no describió todos sus resultados.⁽²⁴⁾

La reducción de los principios mendelianos a leyes que pretenden prever y explicar los resultados que deben obtenerse invariablemente en el cruce de los seres orgánicos, en otras palabras, predecir cómo operará el mecanismo de la herencia en ellos, no fue un propósito feliz.

Mendel justamente estaba en lo cierto cuando rehuyó en forma consecuen- te adoptar esta práctica porque intuía que este problema objeto de su inves-

tigación, no sólo era muy complejo, sino que todavía se encontraba en su fase inicial. Sus expresiones acerca de la ley que gobierna el *Pisum* no se pueden identificar con el concepto semántico de lo que ahora se define como ley. En el caso de Mendel debe decirse que su lenguaje en ocasiones era anticuado en correspondencia al nivel de su época, aunque sus explicaciones son claras. El hecho de que estuviese abordando un problema nuevo era un obstáculo para su correcta conceptualización. No siempre todo lo que se conoce y lo que se puede explicar mediante reglas puede concretarse en una ley. Él comprendió que existía una sucesión de hechos que se repetían como regla general en las experimentaciones que realizaba, y pensaba lógicamente que podían reproducirse en otras plantas.

Mendel, al igual que otros grandes genios de la investigación biológica, formuló un principio que es lo que debe considerarse como lo sustancial de su teoría: el concepto del carácter unitario como algo separable e independiente y su recombinación en generaciones sucesivas. Según él lo que se transmite sin alterarse no es el carácter en sí, sino el gene o factor genético, si lo expresamos en términos modernos.

El juzgó la existencia, propiedades y destino de los factores hereditarios, no directamente, ni asemejándolos a procesos físicos y químicos que tuviesen lugar en la intimidad del ser "sino solamente por los efectos de los reflejos remotos sobre los caracteres morfológicos definitivos de los seres vivientes".⁽²⁵⁾ Esto no es una especulación subjetiva, sino expresión real de que el mecanismo de la herencia no puede reducirse a los resultados de observaciones, ni aun siquiera de casos complejos, dentro de un período limitado de tiempo, sino que se fundamenta en el largo e histórico recorrido de la evolución orgánica.

Una correcta interpretación de la aportación mendeliana a la herencia biológica es que su mecanismo no puede constreñirse a principios rígidos y excluyentes, como algo que se le impone a la naturaleza y ésta debe obedecer, por ello es inadmisibile que el conjunto de conocimientos descubiertos por Mendel respecto del mecanismo de la herencia y que formulara sobre la base de razón numérica pudiera reducirse a leyes.

En el principio mendeliano contenido precisamente en la denominada segunda ley, y en la que parecen encontrarse tantas excepciones y anomalías, lo determinante es la casualidad, con lo cual se justifica precisamente la ocurrencia de fenómenos no previstos, no conocidos y que pueden aparecer. Mendel mismo reconoció en sus experimentos sobre *Hieracium* que podía ocurrir la "unión permanente" de los elementos germinales. Esto no significa que el mendelismo contenga en germen todos los multifacéticos aspectos de la infinitud de problemas que surgen en el complejo proceso de la herencia biológica.

Desde el punto de vista del análisis filosófico, Mendel no se aferró a ningún determinismo mecanicista, sino que partió del reconocimiento del pa-

pel de la casualidad, estuvo motivado por desentrañar lo no conocido, supo concatenar los hechos de modo tal, que sin tener conciencia de ello, situó correctamente lo casual y lo necesario. La presencia y transmisión de la dominancia es necesaria y la recombinación de los factores es casual. Admitió en los híbridos el principio de la semejanza en la forma y la diferenciación en el contenido. La razón 3:1 es un descubrimiento trascendente, y más aún su aceptación, porque representó la introducción del pensamiento matemático estricto en biología y una forma superior del conocimiento lógico.

A la pregunta de si las denominadas leyes de Mendel o de la herencia aún subsisten, no obstante el cúmulo de nuevos e importantes descubrimientos que han venido a enriquecer los conocimientos genéticos, se puede responder afirmativamente, siempre que se haga en determinadas condiciones y para cuestiones específicas. Pero debe insistirse en que Mendel no formuló leyes, sino principios de carácter general que son aplicables en todos los organismos vivos y que revelan la certeza de que la transmisión hereditaria es una de las condiciones más importantes para la existencia y conservación de la vida orgánica y por ende de la naturaleza.

MENDELISMO; ADVERSIDAD Y TRIUNFO

En la historia del mendelismo no cuenta como único signo negativo el prolongado silencio que rodeó la obra y sus resultados. Después de su redescubrimiento, no todos los biólogos le dispensaron una buena acogida, incluso el primero que la sacó a la luz, Hugo De Vries, no cita el nombre de Mendel en su libro sobre el cultivo de las plantas, publicado en 1907, llegando hasta a negar su concurso para la erección de un monumento a él en Brno.⁽²⁶⁾

El más consecuente de entre sus continuadores fue, sin duda, Bateson, creador del término genética, quien defendió con fervor las ideas esenciales del mendelismo. En 1904 enfatizó en un discurso que pronunciara ante la Sociedad para el avance de las ciencias, en Londres, "que si se hubiese anunciado un descubrimiento comparable en magnitud al de Mendel, en física o química, de inmediato se habría repetido y propagado en todos los grandes centros científicos del mundo".⁽²⁷⁾

El mendelismo se originó con el sino de tener que imponerse en una lucha tenaz y enconada contra todos sus adversarios. Surgido en una época en que la biología aún no había alcanzado el período de formulaciones teóricas científicas, tuvo que enfrentarse paradójicamente al darwinismo, no por su esencia revolucionaria sobre la evolución de la vida por la selección natural, sino porque el darwinismo no era comprendido en toda su dimensión doctrinal dentro de las ciencias biológicas, y no se podían advertir los aspectos erróneos de su teoría acerca de la herencia.

En la evolución histórica de la hibridación se anotan innumerables éxitos parciales, pero en ningún caso se consigue resumir integralmente sus resultados. Es por este motivo que algunos autores sostienen que el nombre de Mendel se encuentra asociado a algunos descubrimientos que no fueron propiamente de él, entre los cuales se mencionan los métodos de hibridación que se le deben a Kölreuter; los caracteres unitarios a Knight; la dominancia a Sageret; la segregación y recombinación de caracteres en la descendencia de híbridos a Sagret y Naudin⁽²⁸⁾. Esto es posible admitirlo con la salvedad de que ninguno de estos investigadores tuvo conciencia plena de su hallazgo parcial, en lo que atañe al mecanismo de la herencia. Sólo Mendel fue capaz de comprender el valor de estos descubrimientos cuando él mismo los obtuvo como consecuencia de sus trabajos de experimentación. Su aporte más brillante y valioso fue la síntesis que de modo sorprendente y realmente genial hizo de los mismos, gracias a la aplicación de un método audaz por lo novedoso y exacto, dada la naturaleza lógica de la ciencia matemática: la cuantificación estadística de los resultados.

Esta misma y original contribución metodológica del uso de la estadística matemática para la valoración de resultados biológicos, incitó a una injustificada polémica entre Bateson y los biométricos ingleses W. F. R. Weldon y K. Pearson. Weldon creía que las razones numéricas mendelianas a partir del F^2 no se cumplían, lo que era un error. En sus experimentos, Weldon no pudo comprender la distinción entre homocigóticos y heterocigóticos.

Si se adentra uno en el mecanismo de los experimentos realizados por Mendel, pronto descubre que no se debe ser muy sagaz para advertir que el mendelismo lleva implícitas, en sí mismo, numerosas contradicciones producto de la complejidad del material objeto de investigación, del ilimitado número de caracteres específicos, de las formas de cruzamiento, del factor histórico en la transmisión hereditaria y otras muchas cuestiones inherentes a este fenómeno vital para la materia orgánica. Sin embargo, ello no justifica las controversias y disputas que han tenido lugar en torno al mendelismo y menos aún el carácter de las mismas.

Si se desea desentrañar los componentes de esta pugna científica que rodea a Mendel y su obra, hay que situar en primer término el hecho de que su descubrimiento fue una concepción muy adelantada para su tiempo, en uno de los problemas que más acuciaban la mente de los hombres, sin que encontraran respuestas atinadas a los ocultos misterios de la herencia.

Dentro del conjunto de elementos en conflicto que porta en su trama interna el mendelismo, puede abonarse en su favor que los experimentos los realizara en las plantas, y como continuación de la senda trazada por los hibridadores en la búsqueda incesante de mejores y más bellas nuevas especies. Esto se explica y justifica cuando se comprueba que no es hasta comienzos del siglo XX que se puede acometer la investigación en animales

y explicarse algunas probables relaciones hereditarias en el hombre, tal como hiciera Udny Yule, y aun así, este trabajo pasó inadvertido a pesar de aparecer publicado en 1902.⁽²⁹⁾

En la actualidad, todavía se sostienen opiniones discrepantes en cuanto a la verdadera significación del mendelismo en la ciencia biológica. La razón de esto es el resultado de una serie encadenada de hechos adversos que arrancan desde la propia personalidad científica de Mendel, injustamente discutida, hasta la circulación restringida de su trabajo clásico sobre el *Pisum* y la actitud adoptada por los escasos investigadores que lo recibieron, como Nägeli, quien no sólo no parecía tener en gran estima a Mendel, sino que lo calificaba "de aficionado exaltado y poco crítico" o Kerner, que disentía radicalmente de sus opiniones.

Otros motivos pueden hallarse en los propios trabajos de Mendel, que algunos consideran como investigaciones inconclusas, es decir, en desarrollo. Su segundo trabajo, que trata del *Hieracium*,⁽³⁰⁾ no obstante ser muy prometedor, no pudo finalizarlo, lo que trajo consigo incomprendiones y sembró dudas acerca de las reglas halladas para el *Pisum*. En ese tiempo no había una mente en disposición de conjugar las diferencias, por esta razón se juzgó de un modo metafísico, concluyéndose que si lo del *Pisum* era cierto, lo del *Hieracium* era falso, o viceversa.

Mendel tenía razón cuando afirmó que la experimentación era el único medio para encontrar las leyes de la formación de híbridos en el *Hieracium*, y fue por esta razón que él emprendió el trabajo creyendo que su salud lo acompañaría y podría llevar a feliz término la investigación. Pero ello no fue así, y esto dio lugar a que se pusieran en entredicho sus principios científicos, o que, como Thompson llegara hasta a afirmar, sin razón, que "desanimado por los resultados abandonó la investigación y se convirtió en un administrador".⁽³¹⁾

Podría seguirse abundando en las razones que explican, hasta cierto punto, las adversidades que ha atravesado el mendelismo, pero lo que es injustificable y hasta necio es que se inventen pretextos con el ánimo de desacreditarlo tratando de argumentar basándose en cuestiones políticas y religiosas absolutamente irreales en el contexto de la polémica, lo que traduce más que oposición, una irrefragable postura hacia el mendelismo, como es absurdo también contraponerlo a los descubrimientos de la genética moderna.

En la obra de Mendel, como en las de otros sabios, se puede comprobar que se cumple, dentro de las modalidades peculiares del objeto de investigación y de la época en que se realiza, un principio de determinismo histórico de la ciencia, y es que el investigador trata de llevar a cabo sus trabajos presentándolos como una simple modificación de lo viejo, de lo aceptado, como si temiese separarse mucho de los conceptos prevalecientes en su

época. Corresponde a sus continuadores, o a los historiadores de la ciencia, esclarecer el verdadero significado que en su tiempo entrañó tal descubrimiento, la profundidad de cambio con lo imperante, para aquilatar cualitativamente lo que representó de nuevo y lo que aporta al progreso de la ciencia.

En el curso de este siglo es cuando ha tenido vigencia, pero también feroz oposición, el mendelismo. Ha costado grandes esfuerzos poder introducirlo en algunos países. La razón principal ha sido el hecho de que el mendelismo no es una teoría acabada, ella contiene atisbos geniales, pero presenta muchos hechos no perfectamente evaluados. De otro lado, es innegable que existe la tendencia histórica de contraponer el mendelismo al darwinismo.

En la defensa lógica y científicamente apasionada del darwinismo, valdiera en su tiempo por su esencia netamente progresista, algunos hombres de ciencia se vieron arrastrados a una tenaz negación de los principios sobre la herencia descubiertos por Mendel. Entre éstos se encuentra uno de los más prominentes biólogos rusos, K. A. Timiriázev (1843-1922), patriota revolucionario, militante materialista y ardiente defensor del comunismo. El se enfrentó con valentía en la Rusia zarista a los círculos reaccionarios que rechazaban el evolucionismo darwinista para justificar la continuación del régimen de servidumbre.

Timiriázev desempeñó un papel importante en la defensa de la médula materialista darwinista, pero no supo ver sus concepciones erróneas, particularmente en lo referente a la herencia, y esto lo condujo a ataques al mendelismo. Escribió que la glorificación de esta teoría es "simplemente una manifestación parcial de la reacción clerical, capitalista y política, ideada desde hacía tiempo".⁽³²⁾

En 1909, con motivo de la conmemoración del cincuenta aniversario de la publicación del libro de Darwin, calificó al mendelismo "como una de las tendencias más extraordinarias y fructíferas de la investigación en el campo de la herencia"⁽³³⁾, pero no se mantuvo consecuente con este juicio y más de una vez se volvió a referir a esta teoría en forma desdeñosa, aunque admitiendo que su mérito especial fue la aplicación de los métodos estadísticos a la formulación de sus resultados, y del que dice que "es el único camino verdadero para la solución del problema"⁽³⁴⁾.

La autoridad del nombre de Timiriázev, como el de Michurin y otros, se utilizó en lo erróneo de sus concepciones sobre la herencia para desencadenar una enconada lucha en el seno de la biología soviética, e imponer sus criterios contra el mendelismo y sus continuadores. Esta lucha fue protagonizada por Trofim Lysenko y se extendió durante dos décadas. No fue hasta el año 1964 cuando reaparece en la literatura soviética el nombre de Mendel.

El lisenquismo perturbó y desorientó a los investigadores genetistas soviéticos, impidió la libre emisión y discusión de las ideas científicas y provocó una actitud de hostilidad hacia la ciencia soviética.

Lysenko formó con los descubrimientos de Mendel, Weismann y Morgan una sola teoría, la que calificó como doctrina escolástica, glorificando la idea de la herencia de los caracteres adquiridos que, según admiten otros biólogos no es lo esencial ni en Lamarck, ni en Darwin.

La ciencia, sin embargo, no consagra falacias. Estas pueden subsistir un tiempo y aun así con la constante oposición de los científicos serios, que saben que las leyes de la naturaleza no son inventos, ni caprichos de los hombres.

En 1948 se celebró una sesión en la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin,⁽³⁵⁾ en la que Lysenko dirigió un ataque a fondo contra lo que entonces y ahora se considera como la ciencia genética, por entender que lo que se debatía era una cuestión de profundo contenido teórico. No obstante su privilegiada posición oficial, y pese a la intemperancia de la crítica que imperó en la sesión, no todos los biólogos soviéticos se sometieron al dogmatismo científico sustentado por Lysenko y sus partidarios. Zhukovski y Nemchinov, entre otros, resistieron y, a pesar de sus concesiones, defendieron básicamente la tradición positiva de la aportación de los genetistas soviéticos. El nombre de N. I. Vavilov no se pronunció durante las sesiones, pero estuvo siempre presente en los renuentes a acatar la teoría de Lysenko. La actividad de Vavilov en la aplicación sin precedente de la genética mendeliana en el dominio de las plantas cultivadas era ley bien conocida en la URSS.

En 1952 se comenzó una más sistemática oposición a las ideas absolutistas y anticientíficas de Lysenko. En la Revista Botánica, los críticos de Lysenko comenzaron a publicar artículos en los que se ponía de manifiesto la inconsistencia de sus posiciones teóricas. Además, el Partido Comunista preconizó y apoyó una política de libre discusión y crítica entre los científicos soviéticos, lo que alentó a que se enderezara el rumbo de la biología. En 1956 Lysenko fue removido de su cargo de Presidente de la Academia Agrícola. En la década del 60 se comenzó un análisis profundo de los errores teóricos, metodológicos y prácticos de las leyes de Lysenko, cuyas concepciones fueron calificadas por Nikolai Semionov, Premio Nóbel, como subjetivistas y revisionistas, tanto de la teoría de Darwin, como de los experimentos del gran científico checo Juan Gregorio Mendel.⁽³⁶⁾

La reivindicación de Mendel ha sido una cuestión relativamente reciente y se debe en lo esencial al propio desarrollo y avance de la genética. Su nombre, vinculado en el pasado con las famosas leyes o reglas de la herencia, ha comenzado a relacionarse más justamente con la genética experimental. De experimentador de plantas o hibridador, ha pasado a la categoría de investigador científico. Se le reputa, junto a Darwin, como uno de los "guías eter-

nes" de la inteligencia humana en la comprensión de la naturaleza.⁽³⁷⁾ Su descubrimiento se califica como gigantesca contribución a la formulación de la teoría de la herencia, que es uno de los problemas claves de la biología.⁽³⁸⁾

Con motivo de cumplirse el primer centenario de la publicación de su clásico e inmortal trabajo sobre el *Pisum*, se efectuó en Brno un simposio, en el que se resume de modo admirable las más preciosas valoraciones históricas del mendelismo. De entre esos trabajos se destaca de modo muy singular el aprecio de su metodología, "debido a la cual la obra de Mendel se convirtió en la base de la genética moderna y por la que se le ha de honrar como un clásico de la ciencia exacta".⁽³⁹⁾

Todavía resulta difícil concebir cómo de aquellos experimentos de Mendel se han desarrollado ramas científicas, verdaderas ciencias, tan variadas, nuevas e independientes, que han transformado no sólo la genética, sino incluso un vasto campo de la biología. Hoy las ciencias biológicas han adquirido un carácter más amplio y complejo y sus relaciones con otras ciencias como la matemática, la física y la química han promovido la aparición de ciencias interdisciplinarias.

Inspirada por los descubrimientos mendelianos, apareció la citogenética, iniciada por las hipótesis de Sutton y Boveri. La genética de población debe a Mendel la base de su desarrollo y también la genética humana. Los logros y conquistas de los continuadores de Mendel, es decir, de los que cultivan la ciencia que él creara: la genética, son de tan excepcional importancia que permiten una mejor comprensión del mecanismo interno de los procesos moleculares de la vida y aseguran que en un futuro se podrá intervenir con el propósito de lograr una herencia sana del hombre.

MENDEL — PASTEUR — FINLAY

Los descubrimientos de estos tres sabios se conjugan en el propósito común de transformar la naturaleza orgánica, de modo tal que una meta posible sea la de llegar a conseguir la extinción de la enfermedad.

Hasta ahora se admite que salud y enfermedad son dos aspectos dialécticamente contradictorios determinantes en la existencia del ser. La vida depende, en cierto grado, de la preponderancia de uno de estos estados. Lo biológico está subordinado en una determinada magnitud a lo social, pero desempeña un papel fundamental en la concatenación de los fenómenos de la existencia, preservación y propagación por descendencia de los seres vivos.

La aplicación de los principios mendelianos ha permitido estudiar sobre una base verdadera el mecanismo de la herencia y abierto cauces para una comprensión más cabal de sus profundos e íntimos procesos, con lo cual se propicia la eliminación de aquellas enfermedades causadas por la alteración de la base molecular de la vida.

Los descubrimientos de Pasteur respecto del origen microbiano de las enfermedades han servido para establecer normas de prevención, desarrollando en el organismo vivo inmunidades específicas, o simplemente cambiando la naturaleza de estos propios agentes de modo que pierdan su carácter de patógenos.

La formulación de la teoría del contagio por Finlay puso en evidencia el mecanismo intrínseco y más importante para la transmisión de las enfermedades, con lo que se logra impedir su aparición y en consecuencia hasta erradicarlas mediante la destrucción del vector biológico. La aplicación de esta teoría sirve además para alterar las condiciones de existencia del hospedero, modificar la naturaleza del vehículo intermediario facilitando así el desarrollo de nuevos y más variados métodos para combatir las enfermedades o transformarlos de nocivos en útiles, en interés de lo ecológico.

Estos tres descubrimientos son trascendentes en la historia de la biología y se orientan hacia un fin común: la lucha contra las enfermedades, el mantenimiento de la salud y el aseguramiento de una descendencia mejor. Es obvio que existe una interrelación entre estas tres teorías.

Entre Mendel y Finlay hay otros puntos de contacto nacidos de las vicisitudes y adversidades de sus respectivas teorías, tales como la incompreensión, el silencio, el desdén, la subestimación, la deformación y los intentos de apropiación por simples repetidores.

Finlay enuncia su doctrina acerca de la forma más generalizada de contagio de las enfermedades, por intermedio de vectores biológicos, en 1881. Mendel dio a la publicidad su teoría sobre el mecanismo de la herencia en 1865, pero ambos reaparecieron triunfantes en los albores del siglo XX. Después de sus redescubrimientos ha tenido que transcurrir medio siglo para conseguir su correcta formulación y valoración. Esto corrobora la aseveración de que en la época en que se dieron a conocer estas nuevas teorías no existía un nivel de desarrollo científico de la biología que permitiera su comprensión.

Tanto en el caso de Mendel, como en el de Finlay, se cometió la injusticia de no atribuirles el mérito que les correspondía por lo que en realidad fue su verdadero descubrimiento. A Mendel se le honra en la literatura científica por sus famosas leyes o reglas de la herencia, o por hallazgos parciales. Finlay se acredita en la historia médica como el descubridor del mosquito como agente trasmisor de la fiebre amarilla, habiendo sido ambos, igual que Darwin y Pasteur, creadores de una concepción científica que establece una generalización de nuevos principios teóricos.

En todos los grandes "guías eternos" se dan múltiples paralelismos y coincidencias desde el momento mismo en que se inicia el proceso de la creación científica. Es posible en un estudio cuidadoso del curso del pensamiento de los hombres de ciencia encontrar las reglas que la presiden.

Sobre la base de examen de las analogías entre los trabajos de Mendel y Finlay se puede concretar que la motivación básica en ese proceso fue la de resolver un problema práctico de la naturaleza. Para su tratamiento cada uno elaboró, en su mente de investigador, un modelo ideal abstracto, que los indujo a experimentar con el propósito de examinar analíticamente el valor de tal modelo e intentar establecer conclusiones que expresaran la explicación o solución del problema planteado.

Tanto en Mendel como en Finlay y otros investigadores se dan semejanzas en cuanto a la habilidad en la selección del material de experimentación, en la metodología a seguir, en el conocimiento de la literatura científica, en el propósito de dar un contenido teórico a sus resultados.

Este año se conmemora también el sesquicentenario del nacimiento de Louis Pasteur, fundador de la microbiología experimental y de la teoría de la fermentación. De entre estos tres sabios, fue el más afortunado, pues recibió en vida el testimonio universal del justo tributo que merecieran sus fecundos trabajos de investigaciones en química y biología y su condición de genio benefactor de la medicina.

Al revivir las vidas, ideas, trabajos y contribuciones de estos tres sabios, no podemos por menos que exaltar lo agradable que resulta al espíritu humano descubrir esta oculta belleza que para los investigadores les reserva la historia de la ciencia.

Transformismo y Herencia en Cuba.

La biología vio desarrollarse en el siglo XIX dos grandes problemas que dominaron su basamento teórico. No obstante no ser consecuencia uno del otro, se influían recíprocamente, debido a las formulaciones de los naturalistas franceses, en especial a la teoría de Lamarck. Ciertamente que en la doctrina evolucionista de éste se establece como premisa fundamental la herencia de los caracteres adquiridos, la cual fue recogida posteriormente en la obra de Darwin haciéndola copartícipe de la evolución por la selección natural.

En Cuba también aparecen fuertemente vinculadas estas concepciones, lo que se justifica por ser nuestra cultura científica una cultura de asimilación, es decir, que se ha estructurado con la incorporación de hechos e ideas provenientes de culturas más avanzadas y por ende sólidamente desarrolladas. En el caso de nuestra cultura científica los componentes más relevantes procedían de la acción que sobre ella ejercía la cultura francesa, a través de las figuras más prominentes de la ciencia cubana, en el campo de la medicina y de la historia natural.

Como resultado de la deficiencia de la enseñanza universitaria, de la ausencia de posibilidades para la especialización científica, las mentes mejor dotadas del país, pertenecientes a la clase social en ascenso, la bur-

guesía criolla, tenían que ir a formarse a los centros educacionales del extranjero, principalmente a la Universidad de París. Ellos constituían la élite de la intelectualidad en derredor de la cual se educaban, a su vez, nuevas generaciones, a las que se les transmitían las teorías, doctrinas e ideas filosóficas y científicas imperantes en el seno de la cultura francesa. Esto explica de modo racional y permite comprender claramente todo el trasfondo de la polémica surgida y mantenida respecto del transformismo y las vicisitudes por que atravesó el darwinismo.

Una muy destacada figura de los hacendados cubanos, Francisco de Frías Jacott, Conde de Pozos Dulces, relevante personalidad científica educada en París, a su regreso de esta metrópoli de la cultura y la ciencia, publicó en 1868 un artículo dedicado a ofrecer a los lectores un análisis crítico del libro recién aparecido en Londres, en 1860, de Carlos Darwin: *Sobre el Origen de las Especies por medio de la selección Natural, o la conservación de las razas favorecidas en la lucha por la vida.*⁽⁴⁰⁾ En dicho artículo comienza por destacar la gran personalidad de Darwin y el valor experimental de su obra, indicando con ello la necesidad de que se tomara muy en cuenta para que no pasase inadvertida su teoría, que a su juicio trastocaba las concepciones respecto de problemas de tanto interés como los ideo-científicos.

El se pronuncia abiertamente contra esta teoría defendiendo la fijeza de las especies y afirmando que si algunas modificaciones se consiguen en éstas, ello sólo puede hacerse dentro de los límites de cada especie, permaneciendo así adherido a los criterios del estatismo tradicional biológico. En otra parte emite un criterio que más tarde incluso usará Darwin, para refutar los resultados de Naudin en lo que respecta a la fecundación de los híbridos, y que será una parte muy sustancial del concepto de herencia darwiniana, esto es "que existe una tendencia al retroceso o reproducción de los caracteres naturales primitivos", lo que se conocerá después como "reversión distante", "herencia en retorno" o "atavismo".

Este autor distingue la diferencia que existe entre especie y variedad o raza, admitiendo que esta última sí es susceptible de variaciones. De seguido manifiesta que en las variedades domésticas creadas por selección no es donde puede encontrar el darwinismo argumentos favorables a su tesis, pues esta selección es incapaz de "modificar en lo más mínimo la característica esencial de las especies" y añade "lo que no puede el hombre, ¿podrálo verificar la naturaleza?"⁽⁴¹⁾.

Este antidarwinismo del Conde de Pozos Dulces se aviene bien con el medio y nivel cultural científico del país, preocupado más por el conocimiento de la naturaleza que por su explicación o interpretación. De ahí el fuerte movimiento entre los naturalistas en favor de la sistemática o clasificación de las especies animales y vegetales.

La recensión de la obra fundamental de Darwin por el Conde de Pozos Dulces, independientemente de los juicios adversos emitidos sobre su doctrina y sus incorrectas objeciones, favoreció su conocimiento por los naturalistas cubanos y los estimuló a controversias que obligaron a precisar el rumbo de las ideas y tomar posición en lo que sin duda era el problema teórico de mayor significación de la biología, aunque en verdad en el momento de su aparición no provocó ninguna agitación entre los medios intelectuales cubanos.

En octubre del propio año, es decir sólo unos días después, el Conde de Pozos Dulces volverá a insistir en este problema. Esto ocurrirá en el seno de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana con motivo de leer su discurso de ingreso en esta corporación por su elección como académico de número.

El Conde de Pozos Dulces era una persona de gran arraigo entre los cubanos, muy distinguido como agrónomo y economista, de buena formación en las ciencias naturales y, al decir de uno de sus biógrafos "uno de los escritores más profundos y correctos de América"⁽⁴²⁾. Hizo sus estudios en París, de donde tomó las ideas predominantes de aquella época tan llena de contradicciones, incertidumbres y repliegues en lo social e inestable y transicional en lo científico. Regresaba a su patria tras la derrota política del reformismo en la Junta de Información de Madrid, después de una breve estancia en el Observatorio de Artes y Oficios de París asistiendo a un curso de zootecnia con el Profesor Baudement.

Su disertación en la Academia la tituló "*Sobre la variabilidad de las especies en plantas y animales*"⁽⁴³⁾ una reincidencia en el tema del darwinismo, que indica cuán en serio había tomado esta obra y su decisión de refutarla en el terreno científico.

En este trabajo se opone no sólo a las ideas evolucionistas de Darwin, sino también a las de Lamarck y Geoffroy de Saint Hilaire.

La tesis en la que se apoya para desenvolver su argumentación sobre la teoría de la variabilidad de las especies es, nada menos, que la memoria presentada por Charles Naudin en opción al gran premio en ciencias físicas propuesto en 1860 por la Academia de Ciencias de París sobre "*Etudier les Hybrides Vegetaux au point de vue de leur fécondité et de la perpétuité de leur caracteres*" y que obtuvo en 1862.⁽⁴⁴⁾

El Conde de Pozos Dulces sostiene que Naudin probó que no es cierta la doctrina que pretende ver en los cruzamientos una fuente inagotable de transformaciones vegetales, pues los híbridos abandonados a sí mismos presentan una tendencia marcada a volver a las formas productoras primitivas, sin otra acción que la del propio polen. Después se refiere a los cruzamientos con el género *Datura* llevados a cabo por este experimentador en 1864 y

dados a conocer en sus "Nuevas Investigaciones sobre la hibridación en los vegetales", como variaciones desordenadas. De todo ello extrae la conclusión siguiente: "Los partidarios de la mutabilidad de las especies no tienen en qué fundarse cuando apelan al testimonio de la transformación de las especies vegetales vivientes por vía de hibridación o cruzamiento".⁽⁴⁵⁾

El no estuvo errado cuando echó mano de los trabajos experimentales de Naudin para justificar su rechazo del darwinismo, sobre todo en la parte correspondiente a sus ideas sobre el concepto de la especie y a la teoría de la evolución. De esto no debe inferirse que la notable obra de este experimentador no aportara resultados nuevos y consideraciones científicas no despreciables para la comprensión de la herencia con sus investigaciones sobre los híbridos, a tal extremo que el propio Darwin, cuyas opiniones respecto de este problema biológico no eran correctas, se opuso a los principios establecidos por Naudin de segregación y recombinación de caracteres diferentes en la progenie de los híbridos, ⁽⁴⁶⁾ sosteniendo que la tendencia de éstos de revertir a los padres es punto de una ley general.

Pero estas disquisiciones respecto de la herencia no era el objetivo que se había propuesto el Conde de Pozos Dulces cuando abordó este tema, sino el de la selección natural, que reconoce justamente como lo medular del darwinismo por lo que representaba como apoyo al transformismo o evolucionismo y de cuya teoría era enemigo acérrimo y no sólo desde el ángulo de lo científico, sino también filosófico.

Para contestar el discurso del Conde de Pozos Dulces se escogió a Felipe Poey, el más connotado de los naturalistas cubanos, zoólogo de fama, colaborador de Cuvier y quien también debía su formación científica a la cultura francesa. Poey elude formalmente tratar el fondo de la cuestión planteada por el Conde de Pozos Dulces, porque en esa época él también se muestra escéptico ante el evolucionismo, tanto es así que se hace la pregunta siguiente: ¿es la especie fija, esencialmente invariable o varía indefinidamente a consecuencia de las circunstancias que acompañan los períodos geológicos?⁽⁴⁷⁾ y para resolver esta duda y aclararse él mismo su propia concepción promete presentar en un futuro una disertación sobre la noción de especie.

El problema planteado por el Conde de Pozos Dulces no suscitó debate. Poey no contribuyó a esclarecerlo, manteniéndose dentro de los límites de una discreta aceptación del transformismo sin admitir en lo esencial el darwinismo.

En 1879, Antonio Mestre publica un interesante y muy brillante trabajo intitulado el *Origen natural del hombre*,⁽⁴⁸⁾ en que ofrece una breve reseña del darwinismo y muestra una favorable tendencia hacia esta teoría a la luz del positivismo. Poco después se reimprime, en la Revista de Cuba, el artículo del Conde de Pozos Dulces escrito en 1868.⁽⁴⁹⁾ De inmediato

provoca una fuerte reacción de los partidarios del evolucionismo de Lamarck, y aparece una traducción del artículo *La Hipótesis de la Evolución* de H. Spencer⁽⁵⁰⁾ y *La Adaptación* del médico José Varela Zequeira⁽⁵¹⁾. Este último manifiesta que aunque es opuesto al positivismo francés acepta la doctrina evolucionista de Lamarck y que para interpretarla es necesario el pleno conocimiento de sus dos grandes actividades: la herencia y la adaptación.

En esta década del 80 al 90 ha habido un cambio positivo hacia las teorías biológicas, no hay acritud hacia el darwinismo y hasta se alaba el principio de la Selección Natural,⁽⁵²⁾ pero como una continuación o desarrollo del lamarquismo. En filosofía la influencia predominante será la de Spencer y en las doctrinas biológicas la de Huxley y la muy positiva de Haeckel.

No es hasta 1893 que se registra la primera publicación consagrada a exponer el mecanismo de la reproducción. Su autor, el médico Funes Morejón, siguiendo las ideas de Koehler, describe el papel de los cromosomas (Waldeyer, 1888) en el fenómeno de la división celular y menciona la teoría de Weismann⁽⁵³⁾. Al explicar las causas determinantes de la herencia dice: "La herencia es ley de conservación, y simultáneamente ley de variación" y admite que variación y semejanza están implícitas en la herencia⁽⁵⁴⁾.

Los problemas de la herencia, en la concepción de su mecanismo, fueron expuestos de modo más detallado en el trabajo del Dr. Gastón Alonso Cuadrado, la *Ley de la Selección Natural en la lucha por la existencia*, publicado en 1894,⁽⁵⁵⁾ en el cual se da una información acerca de la hipótesis darwiniana de la Pangénesis y una sucinta reseña de la teoría de Weismann de la reproducción sexual.

En 1908 vuelve a aparecer un nuevo artículo sobre el transformismo, en el que se repiten ideas conocidas y cuya novedad consiste en darle vigencia a la ley de Kessler o del auxilio recíproco, que el anarquista Kropotkine contraponía a la de la lucha por la existencia de Darwin. En este trabajo de José Nicolás Ferrer se menciona por vez primera a Hugo De Vries y su teoría de la evolución por saltos. En otra parte afirma que Felipe Poey dijo que "Lamarck fue el padre de la doctrina de la descendencia, ilustrada por la selección natural de Darwin".⁽⁵⁶⁾

De lo expuesto se deduce que durante todo el período que transcurre desde 1868 hasta 1908, los naturalistas cubanos han estado empeñados en una polémica científica respecto del transformismo o evolucionismo. Sus mentes no se ocupan aún de los complicados problemas de la herencia. Si alguna vez se refieren a ella es sólo como un medio de divulgación pero sin tomar partido alguno. En la actitud ante estos grandes problemas filosóficos de la biología han influido poderosa y decisivamente las doctrinas científicas francesas, especialmente la de Lamarck, a la que permanecen

fielmente adheridos los naturalistas cubanos. Aceptan el darwinismo en aquello que no contradice el lamarquismo y sólo como un desarrollo progresivo de éste pero en momento alguno llegan a tener una clara visión del alcance de la selección natural.

Baste decir que todavía en 1910, en la enseñanza oficial de la Biología que se impartía en la Universidad de la Habana, en el texto oficial de la asignatura, del que era autor Aristides Mestre, se inserta un capítulo de crítica al Darwinismo, en que se considera la selección natural como insuficiente, dándose a entender que es una hipótesis no confirmada, oponiéndole las teorías de Moritz Wagner, E. Ferriere y Broca. En suma, que no se ha comprendido el rigor teórico que representa la tesis de Darwin en la ciencia biológica.⁽⁵⁷⁾

INTRODUCCION DEL MENDELISMO

El mecanismo de la herencia mendeliana lo dio a conocer, por primera vez en Cuba, en enero de 1912, en una sesión de la Academia de Ciencias Médicas, Físicas y Naturales de la Habana, el Dr. Antón Lutz (1883-1948) en su muy notable trabajo "*Sobre algunos árboles genealógicos y la aplicación de las Reglas de Mendel en la Oftalmología*".⁽⁵⁸⁾

La Academia calificó este asunto como de "gran interés" y reconoció "lo útil que resulta cualquier investigación en este sentido".⁽⁵⁹⁾ No suscitó polémica porque, ciertamente, no se trataba de un tema de discusión. Tampoco se consigna en la reseña de esa sesión haber recaído acuerdo sobre su contenido, porque se adujo que "la resolución del intrincado problema de la herencia" es un estudio que requiere comprobación⁽⁶⁰⁾.

El trabajo del Dr. Lutz, médico suizo que recién acababa de instalarse en La Habana, se había publicado un año antes en una revista alemana.⁽⁶¹⁾ Esto ro empece para que se le reconozca como el primer expositor del mendelismo en Cuba. El trabajo, además, tiene originalidad y trata una materia que prácticamente acababa de surgir en la ciencia médico-biológica: la Genética Humana.

En este artículo se estudian tres enfermedades hereditarias, en las cuales ha sido posible establecer una muy larga genealogía familiar: ceguera nocturna (Nettleship, 1907), Nistagmo esencial (Lutz-von Kibort) y atrofia del nervio óptico (Lutz) que muestran tres tipos diferentes de transmisión hereditaria.

El Dr. Lutz dice que "como se conocía muy poco sobre herencia en Medicina, para formar las bases de una ley, se vio impelido a procurarse una mejor información, por lo que recurrió a la Botánica y la Zoología, ciencias éstas en las que sí existía tanto nuevo en esta materia". En ellas

pudo comprobar que los resultados más importantes se conseguían, a su juicio, con las reglas de Mendel, así llamadas en honor de su descubridor.⁽⁶²⁾

El autor del trabajo revela poseer conocimientos actualizados, atemperados a su época, no sólo sobre nomenclatura genética, sino también sobre conceptos acerca de la herencia. En este sentido maneja términos como gametos (Strassbruger, 1877), gene y genotipo (Johannsen, 1909), dominante y recesivo (Mendel, 1866), allelomorfo, homo y heterocigoto (Bateson, 1902) y otros más. Reconoce bien la diferencia que existe entre enfermedades hereditarias propiamente dichas y las anormalidades debidas a infecciones tales como sífilis, tuberculosis y otras, explicando que las primeras se deben a trastornos del mecanismo interno de la herencia.

El motivo fundamental de este trabajo es el estudio de "la importancia del casamiento entre consanguíneos" en las enfermedades hereditarias que puedan transmitirse a la progenie. Es una contribución singularmente nueva, incluso en la literatura universal, y las conclusiones a las que llega son admitidas aún en nuestro tiempo. El establece que en esta forma de casamiento no juegan un gran papel las enfermedades dominantes, "mientras que es de la mayor importancia en la formación de enfermedades recesivas".⁽⁶³⁾

Sin duda que estas ideas son una aplicación lúcida del mendelismo y una contribución de esta doctrina de muy significativo valor en la genética humana.

En la actualidad se conoce que en este tipo de apareamiento se pueden reunir dos genes recesivos idénticos.

El artículo del Dr. Lutz es una concisa, pero muy correcta exposición teórica del mendelismo, de cuyas leyes hace una muy justa interpretación. Aunque no ofrece bibliografía, por el contexto se puede aceptar que conocía bien los trabajos de Lang, Nettleship, Davenport y Hurst, entre otros.

Esta introducción del mendelismo en Cuba por vía de la medicina representa, sin duda, una cierta peculiaridad, pues se aparta de la forma que tradicionalmente se introdujo en otros países, que fue a través de la botánica o la agricultura.

Este mismo año de 1912 se publica una reseña de la *Cuarta Conferencia de Genética*, efectuada bajo los auspicios de la Sociedad Nacional de Horticultores de Francia.⁽⁶⁴⁾ En 1914 el profesor Aristides Mestre ofrece la reseña de cuatro importantes libros, entre los que figuran *Mendel's Principles of Heredity* y *Problems of Genetics*, ambos de Bateson, editados en 1913.⁽⁶⁵⁾

En 1917 tiene lugar un cambio cualitativo con la aparición del texto de Aristides Mestre, segunda edición, que consigna profundos avances en sus concepciones biológicas. La tercera parte de la obra está dedicada a las

doctrinas biológicas y en ella se explica a los estudiantes la teoría de la mutación y los problemas de la transmisión hereditaria según las leyes de Galton y de Mendel.⁽⁶⁶⁾

La culminación de los trabajos referentes a la herencia lo constituye el magnífico artículo de este propio autor: *Las Leyes de la Herencia y la Biología aplicada*, publicado en 1918.⁽⁶⁷⁾ En él se afirma que la "herencia constituye el problema central de la Biología", y se dan exposiciones claras de la teoría de Darwin de la herencia de los caracteres adquiridos, de la teoría de las mutaciones de De Vries; de la hipótesis de la Pángénesis de Darwin y de la intracelular de De Vries; de la teoría del plasma germinal de Weismann; de las Leyes de la Herencia de Galton, y, por último, de las de Mendel, de quien afirma que sus investigaciones hacen época en la historia de la herencia. Después de estudiar las leyes de Mendel, afirma su concordancia con los fenómenos fundamentales de la evolución celular. En suma, que este trabajo de Mestre compendia de modo histórico las principales adquisiciones logradas en Genética y valora correctamente la importancia de la contribución mendeliana para la agricultura, la medicina y la biología.

En este propio año de 1918, en el mes de julio, se celebró el Congreso Agrícola de Santiago de las Vegas. En el mismo, el Dr. Mario Calvino dio lectura a un trabajo titulado *Nuevas ideas sobre la selección de las plantas*,⁽⁶⁸⁾ con el que inaugura la genética vegetal en nuestro país. En él trata de las Leyes de la Herencia y el mendelismo y llama la atención sobre las leyes de correlación descubiertas por Nilsson.⁽⁶⁹⁾ Toca, además, el tema de la producción de nuevas variedades de caña por medio de la reproducción sexual y asegura que "con los conocimientos actuales relativos a la herencia, a las leyes de Mendel, la labor para la obtención de una variedad de caña que satisfaga determinadas condiciones, sólo se puede lograr con la fecundación artificial de plantas elegidas..."⁽⁷⁰⁾

Este trabajo, tal como lo anunciara, no era más que un resumen de una obra de mayor envergadura, tal cual es su libro *La Multiplicación de las Plantas*.⁽⁷¹⁾ En el mismo consagra un capítulo a Variaciones y Mutaciones de las Plantas, en que ofrece una clara explicación de las Leyes de Mendel. Según él, "el gran descubrimiento de Mendel consiste en el reconocimiento de la individualidad de los caracteres, su combinación en la célula de primera generación, que resulta de un cruzamiento y su desasociación o segregación en la segunda".⁽⁷²⁾ A continuación desarrolla numerosos problemas relativos a la Genética, en los que demuestra tener conocimientos modernos en esta ciencia.

Como se ha podido apreciar, es en este período que va desde 1912 hasta 1918 que ha madurado el pensamiento de los biólogos cubanos y actualizado sus conocimientos en lo referente a los problemas de la herencia,

fundamentados firmemente en los principios teóricos descubiertos por Gregorio Mendel.

A partir de este año se impartirá de modo sistemático la enseñanza de la Genética en Agronomía y Biología, iniciándose trabajos experimentales en caña de azúcar⁽⁷³⁾, maíz⁽⁷⁴⁾ y otros cultivos y acometiéndose el estudio de enfermedades hereditarias.⁽⁷⁵⁾

Este desarrollo de la Genética continúa desenvolviéndose, aunque no de modo regular. No es hasta 1943 que se introduce en el curso de Genética, de la Escuela de Biología, por su profesor, el Dr. Julio Fernández de la Arena, la enseñanza de la citogenética, embriología causal, genética general, genética humana y eugenesia.⁽⁷⁶⁾

En 1956 se lee en la Academia de Ciencias un trabajo en el que se hace una revisión histórica sobre los conocimientos de la ciencia de los genes.⁽⁷⁷⁾

Pero la genética sólo encontraría nuevos y más vastos campos de aplicación práctica e investigaciones teóricas en nuestro país, después del triunfo de la Revolución, como necesidad apremiante de la nueva sociedad que se construye, que exige el incremento progresivo y cualitativamente superior de la base económico-alimentaria. Con este propósito se han creado instituciones y centros científicos especializados, en los cuales se realizan diversos trabajos genéticos experimentales en agricultura y ganadería, así como investigaciones fundamentales en laboratorios.⁽⁷⁸⁾

Esta propia sesión científica que consagramos a celebrar el sesquicentenario del nacimiento de Gregorio Mendel es una prueba más del interés que entre nuestros trabajadores científicos despiertan los problemas relacionados con la herencia, en este caso la Genética Histórica.

Para finalizar, digamos remedando las palabras del poeta chileno Pablo Neruda, Premio Nóbel: "El Mundo de las Artes, (en nuestro caso el de las Ciencias) es un gran taller en el que todos trabajan y se ayudan, aunque no lo sepan ni lo crean. Y en primer lugar, estamos ayudados por el trabajo de los que nos preceden", y añadimos, sin ello no se hubiere podido crear la ciencia universal, a la que han contribuido las inteligencias de las glorias pasadas.

Mendel es uno de los pilares en que descansa la gran arquitectura científica moderna y su nombre y su obra perdurarán en la historia de la ciencia, reconociéndolo como el creador de la genética y el primero que osó trasponer el umbral enigmático de la herencia.

NOTAS

1. SARTON, George III. L'Hérédité, Isis 1: 416-473, 1913.
2. OLBY, Robert C. Origins of Mendelism. Constable, London 1966, pág. 113.
3. SCHLEIDEN cit. por V. Orel, Folia Mendeliana No. 7, pág. 27.
4. MENDEL cit. por V. Orel, loc. cit., pág. 32.
5. OREL, V. Mendel and New Scientific Ideas at the Vienna University, Folia Mendeliana No. 7, 1972, pág. 32.
6. OLBY, Robert C. loc. cit., pág. 110.
7. ——— id. pág. 112.
8. OREL, V. Professor Alexander Zawaddski (1798-1868). Mendel's Superior at the Technical Modern School in Brno, Folia Mendeliana No. 7, 1972, pág. 19.
9. ——— Mendel and the Evolution Idea, Folia Mendeliana, Gregor Mendel Colloquium, No. 6, 1971, pág. 167.
10. ——— loc. cit., pág. 168.
11. KRIZENECKY, J. Commentary. Fundamenta Genetica, Moravian Museum, Brno, 1965, pág. 27.
12. OLBY, Robert C. oc. cit., pág. 56.
13. ——— id. Darwin: Hypothesis of Pangenesis, pág. 174.
14. ——— id. pág. 95.
15. ZIRCKLE, C. Some Anomalies in the History of Mendelism. G. Mendel Memorial Symposium, 1865-1965. Ed. by Milan Sosna, Academia, Prague 1966, pág. 34.
16. SINGER, Ch. Historia de la Biología. México, Argentina, Espasa-Calpe, 1946, p. 532. pág. 532.
17. OLBY, Robert C. loc. cit., pág. 142.
18. ZIRKLE, C. loc. cit., pág. 36.
19. ——— id. pág. 34.
20. DE VRIES, Hugo. Fundamenta Genetica, págs. 28, 93, 95.
21. NEMEC, B. Mendel's Discovery and Mendel's Time, G. Mendel Memorial Symposium, pág. 8.
22. KRIZENECKY, J. loc. cit., pág. 15.
23. ——— id, pág. 16.
24. OLBY, Robert C. loc. cit., pág. 138.
25. ASTAUROV, B. L. Mendel's Laws of Heredity and some selected pages from the Establishment of Genetics, G. Mendel Mem. Symp., pág. 57.
26. CREW, F. A. E. Fundamentos de Genética, E. Alhambra, Madrid, 1968, pág. 67.
27. ——— Mendelism comes to England, G. Mendel Mem. Symp., pág. 21.
28. TIMOFÉEF-RESSOWSKY, N. W. Gregor Mendel, G. Mendel Mem. Simp., pág. 54.
29. CREW, F. A. E. Fundamentos de Genética, pág. 78.
30. OSTWALDS, Klassiker Friedr. Vieweg and Cohn, Braunschweig. 1970, págs. 65-71.

31. THOMPSON, J. S. and M. W. Thompson. *Genética Médica*, Salvat Ed., Madrid, 1968, pág. 1.
32. PLATONOV, G. Kliment Arkadievich Timiriazev, Ed. *Lenguas Extranjeras*, Moscú, 1957, pág. 139.
33. GAISSINOVITCH, A. E. Clement A. Timiriazev and Mendelism, *Folia Mendeliana* No. 6, G. Mendel Colloquium, pág. 305.
34. TIMIRIAZEV, K. A. *El método histórico en la Biología*, Ed. Pueblos Unidos, Uruguay, 1943, págs. 287-288.
35. INFORME del Académico T. D. Lisenko acerca de la situación en las Ciencias Biológicas. Edición de *Lenguas Extranjeras*, Moscú, 1948, págs. 7-44.
36. DESECHAN en la URSS el subjetivismo de Lisenko, *El Mundo*, 27 de abril de 1965.
37. TIMOFÉEFF-RESSOWSKY, N. W. loc. cit., pág. 54.
38. NÈMEC, B. Introduction address. *G. Mendel Mem. Simp.*, pág. XVII.
39. TIMOFÉEFF-RESSOWSKY, N. W. loc. cit, pág. 52.
40. EN la nota del pie de la página aparece el título de la obra en inglés, lo que indica que usó una de las primeras ediciones de la misma. *Rev. de Cuba* 8: 213-220, 1880.
41. Id. pág. 216.
42. CALCAGNO, Francisco. *Diccionario Biográfico Cubano*, New York, Imp. N. Ponce de León, 1878, pág. 285.
43. ANALES de la Academia de Ciencias 5: 224-233, 1868.
44. LEGÉE, Georgette. Les debuts de la génétique en France, et les decouvertes de Gregor Mendel. *Folia Mendeliana*, Gregor Mendel Colloquium, No. 6, pág. 290.
45. AN. Acad. Cienc. 5: 229, 1868.
46. BARNETT, S. A. *A Century of Darwin*, London Heeneman, 1968, pág. 287.
47. AN. Acad. Cienc. 5: 235, 1868.
48. REV. de Cuba 5: 419-433, 508-528, 1879.
49. ——— 8: 213-220, 1880.
50. ——— 8: 409-413. Publicado en *Illustration of Universal Progress; a series of Discussions*. Trad. por Guillermo Zéndegui.
51. LA ADAPTACION. Discurso leído en la sesión solemne abreviada por la Sociedad Antropológica de la Isla de Cuba, el 7 de octubre de 1880, *Rev. de Cuba* 8: 289-304, 1880.
52. VILARO, Juan. Discurso de contestación, *Rev. La Enciclopedia*, 1: 86, 1885.
53. FUNES MOREJON, A. de. Nuevos datos sobre la Embriogenia, *Rev. Cienc. Méd.* 8: 158-161, 1893.
54. ——— id, pág. 160.
55. REV. Cubana 19: 37-48, 102-120, 200-243, 1894.
56. FERRER, José N. Nuevas orientaciones sobre el transformismo, *Rev. de la Fac. de Letras y Ciencias*, 6: 314-351, 1908.
- MEMORIAS de la Soc. Cub. de Hist. Nat. "Felipe Poey" 1: 75-91, 228-238, 269-282, 1915.

57. MESTRE, Arístides. Curso de Biología, Habana, Imp. Avisador Comercial, 1919 págs. 327-332.
58. AN. Acad. Cienc. 48: 486-498, 1912.
59. ——— 48: 485.
60. ——— 48: 485.
61. UEBER Einige Stammbäume und die Anwendug der Mendelschen Regeln auf die Iphthalmoloeig v. Graefé's Archiv F. Ophth, Vol. 69, pág. 393, 1911.
62. AN. Acad. Cienc. 48: 488, 1912.
63. ——— 48: 495.
64. BLARINGEN, L. Los problemas de Biología aplicada examinados en la Cuarta Conferencia Internacional de Genética. Rev. Fac. Let. Cienc. 14: 354-364, 1912.
65. MESTRE, Arístides. Bibliografía. Rev. Fac. Let. Cienc. 18: 354-357, 1914.
66. ———Curso de Biología, 2da Ed. La Habana, 1917.
67. ——— Las Leyes de la Herencia y la Biología aplicada. Rev. Fac. Let. Cienc. 27: 162-191, 1918.
68. REV. Agr. Com. Trab. 1 (8): 403-404, 1918.
69. NILSSON Hjalmar, director de la Estación de Cerealicultura de Svalöf, Suecia. Estableció el principio de que la uniformidad absoluta de los caracteres se obtiene solamente cuando cada grupo proviene de un solo individuo, de una única planta madre. La ley de correlación establece que caracteres mínimos están en correspondencia, a veces, con aptitudes muy importantes.
70. REV. Agr. Com. Trab. 1 (8): 404.
71. CALVINO, Mario. Tratado sobre la Multiplicación de las Plantas, Santiago de las Vegas, Graphical Arts, Habana, 1920. (El autor manifiesta que este libro ya estaba listo para imprimirse en México en 1914).
72. ——— id., pág. 45.
73. MAMELI, Eva. Estudios Anatómicos y fisiológicos sobre la caña de azúcar en Cuba, Boletín No. 46, Estación Experimental Agronómica, La Habana, 1923.
74. VALLE, C. G. del. Estudios Genéticos sobre el maíz. Mem. Soc. Cub. Hist. Nat. "Felipe Poey" 15: 307-317, 1941.
75. MONTORO, O. Constitución, Herencia y Razas. Vida Nueva, tomos XXXVII — XXXVIII; jun-jul 1936.
76. FERNANDEZ DE LA ARENA, J. Genética y Medicina. Mem. Soc. Cub. Hist. Nat. "Felipe Poey" 22: 1-14, 1955.
77. VIETA, B. A. La Ciencia de los Genes. An. Acad. Cienc. 95: 81-95, 1956-1957.
78. PUEDEN citarse, entre los más importantes, los siguientes: Instituto de Investigación de la Caña de Azúcar y Departamento de Genética del Instituto de Zoología de la Academia de Ciencias, Centro Nacional de Investigaciones Científicas, Departamento de Genética de la Escuela de Biología de la Universidad de la Habana, Instituto de Ciencia Animal, Instituto de Genética Porcina, Estación de Genética Experimental del Valle de Picadura, Genética Aviaria y Genética Vegetal de la Facultad de Agronomía.

VITEZSLAV OREL

MENDEL Y LA GENETICA ACTUAL

Es un gran honor para mí asistir a esta reunión de los trabajadores científicos de Cuba precisamente en el Museo Finlay, dedicada a la conmemoración del 150 aniversario del nacimiento de Gregor Mendel, cuyo descubrimiento fue decisivo en el desarrollo del pensamiento humano.

Quiero expresar mi más profundo agradecimiento a la Academia de Ciencias de Cuba por la invitación que me ha hecho y por la posibilidad de conocer el trabajo de los genetistas cubanos. Permítanme saludar en esta oportunidad a los trabajadores del campo de la genética, en nombre de la Asociación de genetistas checoslovacos, los que conmemorarán el aniversario de Mendel en la ciudad de Brno, con la conferencia "Mendel y la genética actual".

La UNESCO había incluido en el calendario de aniversarios de personalidades notables a L. Pasteur y a Gregor Mendel. El trabajo descubridor de Pasteur se manifestó casi inmediatamente como la liberación gradual de la humanidad de los sufrimientos de las enfermedades infecciosas. El descubrimiento de G. Mendel en el año 1865 no fue comprendido por sus contemporáneos y sólo en el año 1900 empieza a concebirse como la base de una nueva rama científica sobre la herencia: la genética.

Después del año 1900 la teoría de simplificación de Mendel se interpretaba como la regularidad de segregación y combinación de los caracteres de organismos vivos y también como las leyes de la herencia de Mendel. En ese tiempo se contraponía dicha teoría a la de Darwin sobre la evolución y de allí surgieron apasionadas disputas científicas e incluso la utilización incorrecta del nombre de Mendel para fines ajenos a la ciencia. Esta situación persistió hasta el año 1926, cuando el genetista ruso S. Chetverkov demostró la síntesis de las teorías de Darwin y de Mendel, y las disputas anteriores resultaron ser "disputas Shakesperianas sin motivo".

A partir de entonces también los matemáticos dedicaron al trabajo de Mendel una atención cada vez mayor. En el 1936 el matemático R. A. Fisher, de la Universidad de Cambridge, se propuso analizar estadísticamente los datos numéricos de los experimentos de Mendel, y llegó a la sorprendente conclusión de que Mendel realizaba sus experimentos según proyectos preparados con antelación, es decir, que conocía la teoría antes de iniciar sus experimentos. Por esta razón fue que Fisher se burló de los llamados "nuevos descubridores de Mendel del año 1900" afirmando que



El Dr. V. Orel, Director del Mendelianum del Museo Moravo.

éstos habían leído el trabajo de Mendel muy superficialmente y no lo habían comprendido. Aseguraba que aun en el año 1936 no se sabía todavía qué es lo que había descubierto Mendel, cómo llegó a su descubrimiento y qué pensaba del mismo.

El desarrollo del conocimiento sobre la herencia, y principalmente los de la II Guerra Mundial, confirmaban en toda su amplitud los principios del descubrimiento de Mendel. Al conmemorarse en el 1965 el centenario de la publicación del trabajo de Mendel, se reunieron en Brno, los gene-

tistas de todo el mundo, para inclinarse ante la memoria del gran descubridor. El Museo de Moravia dedicó entonces a Mendel un monumento en el lugar donde él trabajó, e inauguró también un centro científico, cuyo objetivo es estudiar su legado científico y la influencia de sus ideas en el desarrollo del saber humano.

Con la ayuda de investigadores de distintos países se logró recoger en breve tiempo nuevos datos, no sólo de la persona de Mendel, sino también sobre el principio de su descubrimiento y de su trabajo científico.

Ya en el 1970 se celebró en Brno, organizado bajo los auspicios de la Federación Internacional de Genética y de la Unión Internacional de Historia y Filosofía de la Ciencia, el Coloquio Internacional sobre Mendel, donde se evaluaron críticamente los documentos recientemente descubiertos y puede decirse que se logró contestar las preguntas que en 1936 hiciera Fisher.

Las llamadas leyes de herencia de Mendel fueron formuladas por sus comentaristas en 1900 y no por él mismo. Mendel nunca utilizó en su trabajo el término "herencia" o "hereditario". En principio solucionaba el problema del origen y evolución de los híbridos, lo cual, en su concepto, era la ley fundamental de evolución que explica el carácter variable o estable de las formas orgánicas en la naturaleza.

Hijo de familia campesina, cuyos miembros debían trabajar como siervos, Mendel encontró refugio para desarrollar su interés por el estudio de la naturaleza, en el claustro de la parte antigua de Brno, el cual entonces, gracias al ilustre y liberal abate F. C. Napp, 1792-1867, era el centro de la ciencia en nuestro país. Los miembros del claustro estudiaban matemática, filosofía y ciencias naturales. El primer consejero y maestro de Mendel en el claustro fue F. M. Klácel (1808-1882), quien entonces practicaba la filosofía evolutiva idealista de Hegel y buscaba la motivación para el estudio de las ciencias naturales en la filosofía. Como miembro de la oprimida nación checa elabora su sistema filosófico haciéndolo extensivo en su concepción al tema del desarrollo de la sociedad, en el que hace críticas acerca de la situación social imperante en el país. Debido a sus ideas progresistas pronto es destituido del cargo profesoral que ostentaba y finalmente tiene que abandonar el claustro y la iglesia yendo a refugiarse en los Estados Unidos, donde intenta organizar comunas utópicas. Antes de esto, en 1849, había escrito un libro con el título de "Sobre el origen del socialismo y el comunismo" el cual se puede catalogar entre los de los socialistas utópicos. La filosofía evolutiva progresista de Klácel abrió a Mendel la imagen del mundo orgánico que se desarrolla dinámicamente.

Durante sus estudios de teología en Brno, Mendel participa también en conferencias sobre agronomía aplicada y conoce así la famosa escuela de mejoradores de ovejas y de productos agrícolas. De su maestro F. Diebel (1770-1859), conoció la importancia de los cruces para el mejoramiento

to de los animales y plantas. Estos trabajos tenían un nivel extraordinariamente alto en Moravia.

En nuestra exposición mostramos copia de la portada del libro de R. André, en 1816, primero del mundo en su género, en el cual describe el mejoramiento de los animales en idéntico sentido con el que fuera introducido poco antes desde Inglaterra por Robert Bakewell, destacado pionero en el mejoramiento de animales.

El fundador de la escuela de mejoramiento en Moravia, F. Geisslern, (1751-1824), era entonces conocido en los países de Europa como el "Bakewell de Moravia". Los éxitos en el mejoramiento de ovejas a base de la hibridación consciente incitaron el interés de los cultivadores de plantas por la hibridación. Estos, a partir del siglo XIX, comenzaron a cruzar plantas artificialmente, logrando nuevas especies de frutas y viñas. El maestro de Mendel, Diebel, describió la hibridación en su libro de texto ocho años antes de que Mendel llegara a Brno, como el método principal de mejoramiento en el mundo. El título de este libro aparece también en uno de los paneles de la exposición.

Mendel después, durante sus estudios universitarios en Viena, se dedicó principalmente a la física y aprendió la metódica de los experimentos exactos. Estudió también química, paleontología, zoología y botánica. Probablemente, el impulso inmediato para sus experimentos posteriores fueron las conferencias sobre fisiología vegetal del profesor F. Unger (1800-1870), quien propagaba la evolución 10 años antes de Darwin, y mediante los métodos de la física exacta y de la química quería explicar todos los fenómenos de la vida. Unger exigía el estudio de esta problemática a base de los métodos físicos y químicos a nivel celular. Además, Unger advertía la importancia del cruce desde el punto de vista teórico y del aprovechamiento práctico.

En este medio universitario su dedicación inicial como jardinero cambia paulatinamente por la hibridación en un interés concentrado en la investigación. Según los principios de la física exacta redujo el problema de la estabilidad o variabilidad al problema del origen y evolución de los híbridos. Creó una teoría de unidades materiales —elementos— y basándose en ellos, elaboró un proyecto de experimento con el cruce de garbanzo como planta modelo. Posteriormente en Brno, durante 10 años, no sólo comprobó sino también demostró su importancia, tanto para la práctica de mejoramiento como para la comprensión de la evolución de las formas estables y variables en la naturaleza viva como tal. Esta idea de las unidades materiales es el principal descubrimiento de Mendel y el cual ocurrió durante sus estudios universitarios.

Ustedes podrán observar en nuestra exposición los títulos de libros que tratan sobre el mejoramiento de plantas y animales, publicados en nuestro

país, aún antes de Mendel. También aparece aquí el cuaderno de calificaciones obtenidas por Mendel en sus estudios universitarios, con la firma del notable físico Christian Doppler (1803-1853) y el fisiólogo F. Unger. Además se muestran documentos sobre las actividades de los naturalistas en Brno, donde Mendel daba clases de física y el lugar en que efectuaba sus experimentos de cruzamientos con plantas de garbanzo.

En ese tiempo los naturalistas de Brno estaban interesados en el fenómeno de la hibridación desde un punto de vista teórico. Discutían sobre las formas de híbridos que aparecían de modo silvestre en la naturaleza y las investigaban desde el punto de vista del origen de las especies.

El propósito principal es explicar correctamente los experimentos de hibridación de Mendel, en los cuales, en los años 1856 a 1863, analizaba detalladamente las características de más de 28 mil plantas. Luego de exponer los experimentos de monohíbridos, explicaba la descendencia de los híbridos de manera axiomática en concepciones de operaciones combinadas como la serie $A - 2Aa - a$, la que señaló como la ley fundamental de la evolución. En el experimento dihíbrido explicaba la unión de dos series como una serie combinada. En el experimento ingenioso, trihíbrido, que era el más exigente, ya generalizaba su teoría, según la cual en la hibridación repetida los caracteres constantes que aparecen en las diferentes variedades pueden combinarse según las leyes (matemáticas) de la combinatoria. Así afirmaba la regularidad del surgimiento de nuevas formas.

En la exposición se ofrecen algunas partes seleccionadas del manuscrito de Mendel, donde habla acerca de que "este desarrollo sigue una ley constante que se basa en la composición material y la disposición de los elementos que se encuentran en la célula en una unión vivificadora." Entonces ya Mendel estaba convencido de la validez universal de los elementos determinativos. De su manuscrito mostramos también, en la exposición, el esquema de la transmisión de estos elementos determinativos mediante las células sexuales. Lo genial es que en aquel entonces aún no se conocía el principio de la fecundación. Finalmente mostramos parte del manuscrito de Mendel en que expresa su convencimiento sobre la validez de su teoría porque "la unión (esta palabra está subrayada) en el plan de la evolución de la vida no tiene lugar a dudas". En el catálogo presentamos los nuevos datos sobre el trabajo científico ulterior de Mendel. En el modelo del experimento recíproco de hibridación, que es el más ingenioso, comprobaba la validez, de acuerdo a los principios de la física exacta. En la literatura científica se dedica muy poca atención a la parte que se presta a discusión del trabajo de Mendel. En aquel entonces existía la opinión de que algunas formas híbridas eran constantes lo cual estaba en contradicción con la teoría de Mendel. En los experimentos con otras plantas, principalmente con *Hieracium*, casi diez años después, Mendel encontró la solución de este misterio. Estudiaba muy profundamente la teoría de la obra de Darwin

y aceptó como cosa natural la teoría de la selección natural de la evolución. En experimentos posteriores observó y describió fenómenos que se revelaron después de 1900. Conocía el enlace de los caracteres y la interacción de los genes, la determinación genética del sexo de las plantas y la base genética de la segregación de caracteres fisiológicos. Ya en su trabajo clásico descubrió en *Phaseolus*, la acción de los genes aditivos. En el *Hieracium* descubrió el efecto polígeno y explicó, al final, el secreto de los híbridos constantes en el mismo.

En un estudio detallado de la obra de Mendel podemos advertir el esfuerzo titánico del investigador, quien elaboró de manera consecuente los fundamentos del nuevo conocimiento sobre la herencia. Las llamadas leyes de herencia de Mendel, descritas corrientemente en los libros de texto, es sólo una parte de su obra científica y puede decirse que es la parte secundaria.

También es poco conocido que Mendel usaba con éxito su concepción teórica para la aplicación práctica de mejoramiento de nuevos cultivos de frutas y flores. Enseñaba horticultura y fue él quien más éxitos obtuvo. Cuando en 1868 es elegido abate del claustro, desempeñaba cargos públicos que lo alejaban de las actividades científicas. Hasta el final de su vida se dedicó a la aplicación práctica de su teoría. Construyó un colmenar experimental donde cruzaba distintas razas de abejas para obtener "nuevas razas sintéticas", cosa que sólo podemos comprender en nuestros tiempos. Como miembro del Comité de la Asociación de Agricultores propagaba el aprovechamiento de la ciencia en la agricultura. En el catálogo señalamos que Mendel fue reconocido en Brno como el mejor especialista en Meteorología desde el año de 1857; en nuestro país fueron introducidos en 1877 los primeros pronósticos meteorológicos en Europa, gracias a Mendel.

En 1884, cuando muere Mendel, sólo los horticultores en Brno, sus contemporáneos, recuerdan la "época en que él creó los experimentos de hibridación". No obstante, para la ciencia oficial, estos trabajos permanecieron desconocidos hasta el año de 1900. La plena apreciación se le dio en el año 1970 en el Coloquium Internacional de Brno. En nuestra exposición también se exhibe la extensa miscelánea de este coloquio.

No queremos estimar exageradamente los méritos de Mendel. El sólo comprobó la existencia de los genes, sobre los cuales escribió que tienen carácter material y una organización determinada. Identificado con Darwin, negaba el carácter constante de la especie y estaba convencido de que en la naturaleza surgen por ley nuevas especies. Sólo en el desarrollo de la citología pudo comprobar T. H. Morgan en 1910 que los elementos determinativos de Mendel están colocados linealmente en los cromosomas. Pero entonces no se sabía qué materia era la portadora del gen. En los años posteriores el conocimiento sobre la herencia va desarrollándose rápidamente

y sólo con el progreso de la bioquímica pudo conocerse la naturaleza de la obra de los genes.

En 1944 se comprobó que la sustancia de herencia era el ácido desoxirribonucleico y en 1953, J. B. Watson (1878-1958) y F. H. C. Crick (1916) aclararon la estructura de este ácido. Desde entonces hablamos del código genético y la información genética y se explican los fenómenos de la vida conforme al deseo del maestro de Mendel, Unger, según las leyes de la física y la química.

La genética penetró en el nivel molecular y a base de la sustancia genética se investigan todos los organismos vivos, incluyendo los virus, en dependencia mutua. El determinante hereditario de Mendel representa aquella parte del código genético que controla la síntesis celular de un aminoácido. La investigación actual estudia el mecanismo de transmisión de la información genética del núcleo celular al citoplasma y a la inversa, en relación con la evolución ontogenética. Se conoce el mecanismo de los cambios genéticos repentinos, mutaciones y al mismo tiempo, *mutianismus* reparador, es decir, la capacidad del organismo vivo de reparar estos cambios.

Estamos en la época de la síntesis de genes y se nos abren caminos que ni siquiera hemos sospechado, que en cuanto a la evolución conducen hasta el campo de la fantasía. El gran escritor checo, Karel Capek, escribió hace unos cuarenta años que "ninguna fantasía puede ser tan fantástica que no pueda convertirse en realidad". Nuestra época, con todo derecho es señalada como la época del átomo y de los genes.

N. I. Vavilov (1887-1943), genial genetista ruso, quien visitó en esta institución al científico cubano Juan Tomás Roig, llegó en el año 1935 al convencimiento de que la labor de Mendel como investigador nació bajo la influencia de cuestiones prácticas. Por eso en la exposición presentamos una cita original de Vavilov. Sólo en la actualidad se lleva a cabo el proyecto de Vavilov, y el hombre, sobre la base de la genética, construye en realidad nuevos organismos de alta productividad de plantas y animales, en favor del creciente consumo de alimentos.

La genética penetra ahora cada vez más en la práctica médica. Los especialistas comienzan a implantar medidas para proteger la salud hereditaria de la humanidad. Los consultorios genéticos que encuentran cada vez mayor aplicación en nuestros países, ayudan a los padres a evitar el nacimiento de niños con serios defectos hereditarios. En Checoslovaquia se celebró a principios del año en curso "el Simposium Internacional sobre la protección del hombre, en un medio de vida que está empeorando", con un enfoque particular sobre la protección de la salud a través de la herencia. Los aspectos genéticos penetran así hasta los campos de la vida económica y social.

A principios de este año tuve la oportunidad de participar en el II Congreso del Instituto Vavilov de Genetistas y Mejoradores, en el que 2 000 genetistas soviéticos presentaron 1 345 trabajos sobre todos los campos de la investigación genética, incluyendo las investigaciones cósmicas en relación con la sustancia hereditaria. Esto fue el comienzo de los investigadores soviéticos para resolver responsablemente la revolución científico-técnica en el campo de la biología; la genética se coloca así en el primer plano, a la par de la física atómica. A mí me tocó el gran honor de entregar a los genetistas soviéticos la copia de la misma exposición dedicada al 150 aniversario del natalicio del fundador de la genética.

Los filósofos soviéticos señalan en realidad que la genética experimental es la ciencia materialista más dialéctica. Quisiera añadir que la dialéctica existía ya al surgir esta rama. M. Klácel, maestro y consejero de Mendel, como ya expresé, era un propagador apasionado de la filosofía de Hegel, por lo cual fue perseguido y tuvo que abandonar su amada patria. Sólo ahora conocemos que el descubrimiento de Mendel surgió en la época del encuentro de la ya decadente filosofía de Hegel con el comienzo del desarrollo de las ciencias positivas. En este período fue el surgimiento necesario del desarrollo del conocimiento empírico en la rama del mejoramiento agrícola. De la integración de la filosofía evolutiva con el conocimiento empírico del mejoramiento agrícola, de la física exacta con el conocimiento moderno sobre la célula, surgieron las bases de la biología central —la genética— la que por su importancia se sale del marco de las ciencias biológicas.

El académico B. L. Astaurov, vicepresidente del Instituto Vavilov de Genetistas y Mejoradores, señala ahora la relación de la concepción de Darwin sobre la evolución de los instintos y de la síquis en el mundo animal, incluyendo al hombre, con la investigación actual sobre la herencia de los reflejos condicionados y los caracteres, señalados en síntesis como el comportamiento del hombre. En la naturaleza no sólo existe la lucha darwinista por la vida, sino también el principio de Darwin sobre el acuerdo con la vida. En los millones de años de evolución de los organismos vivos, incluyendo al hombre, se creó también el sustrato de las bases éticas de la sociedad. El estudio actual de estos fenómenos conduce ahora al conocimiento más profundo de la singularidad biológica del hombre y su posición en la sociedad.

La exposición que hemos traído a Cuba la preparó el Museo de Moravia en Brno, el cual se ocupa de los documentos sobre Mendel y en ella hemos querido destacar las bases desconocidas del surgimiento del descubrimiento de Mendel y estimular así el desarrollo de la genética en todos los campos del saber humano. Con esta misma visión los genetistas checos organizan en Brno este año una conferencia bajo el título de "Mendel y la genética actual" y en nombre de nuestros genetistas puedo declarar que nuestro Gobierno apoya este nuevo esfuerzo de una manera extraordinaria.

En el sesquicentenario del natalicio del fundador genial de la genética, se cumplen las palabras del primer consejero y amigo de Mendel en Brno, F. M. Klácel, patriota checo, hegeliano, científico y finalmente socialista y comunista utópico: "En el conocimiento de las leyes de la naturaleza hay una gran verdad, y las leyes de la naturaleza se convierten en la conciencia del hombre noble".

Permítaseme añadir: del hombre del siglo XX, época del socialismo científico, del hombre multilateralmente instruido sobre su evolución y su herencia, del hombre que el Académico Astaurov ha querido señalar como *Homo sapiens et humanus*.

RAÚL MESA

PALABRAS DE INTRODUCCION

En la tarde de hoy nos reunimos con el fin de conmemorar el sesquicentenario del natalicio de Gregorio Mendel, iniciador de una de las más jóvenes Ciencias Biológicas: la Ciencia de la Genética.

Mendel, figura señera de la ciencia checa y mundial, constituye un ejemplo perdurable de las mejores cualidades inherentes al científico que es capaz de revolucionar las ideas de su época, apartándose de los caminos trillados. Estas condiciones son, a nuestro juicio: rigurosidad en el método (con un alto nivel de autoexigencia), audacia intelectual, modestia y, sobre todo, perseverancia.

Habiéndome correspondido iniciar las "contribuciones de los participantes", después del emotivo acto —coronado con las brillantes conferencias de los profesores Vitezslav Orel y Dr. López Sánchez— quisiera destacar la conveniencia de propiciar encuentros de este tipo entre los genetistas cubanos y de los países hermanos, con el fin de intercambiar informaciones, experiencias y criterios investigativos. Esto seguramente redundará en un avance cada vez mayor de las diversas ramas o líneas que componen la investigación genética, tanto en nuestra patria como en el resto del orbe.

Gregorio Mendel pertenece sin duda, a la gloriosa estirpe de los fundadores. Honremos la memoria de este grandioso titán que fue capaz de abrir para la humanidad, de su tiempo y de siempre, las puertas de un sendero inexplorado!

Dr. PEDRO M. PRUNA GOODGALL

GENÉTICA Y ENTOMOLOGÍA

En la historia de las ciencias biológicas, como de las demás ciencias naturales, la transición de lo exclusivamente descriptivo a lo experimental ha tomado por rutas muy diversas, siendo de notar, entre ellas, la vía de la interacción de disciplinas, quizás la más destacada entre todas las posibles. Esta muy breve exposición, originada en el deseo de contribuir a las actividades conmemorativas del sesquicentenario de Johann G. Mendel, está dedicada a ilustrar las relaciones entre el estudio de los insectos, disciplina tradicionalmente descriptiva, sistemática, y el estudio de la herencia, al cual Mendel aportó el fundamento estable, el punto de partida seguro. Se trata del papel jugado por los insectos en el desarrollo de la genética y viceversa, de la influencia que esta última ha ejercido sobre el desarrollo de la entomología experimental y aplicada.

En la historia de la genética se inmiscuye, por así decirlo, un pequeño insecto, devorador de los guisantes, azote que fue, quizás, de los primeros experimentos del monje Gregor. *Bruchus pisi*, un pequeño coleóptero, es la figura central del segundo trabajo científico de Mendel (el primero se refirió a un insecto dañino al rábano):

El segundo hexápodo que, por la misma época anterior, hace su entrada en la biografía científica de Mendel es la abeja. Allá por el año 1854 Mendel conoce la obra de I. Dzierzon, un sacerdote silesiano descubridor de la partenogénesis en las abejas (el zángano, como es bien sabido, procede de un huevo no fecundado) y de las consecuencias que esto trae a la hibridación entre estos insectos, v. g. que los zánganos reflejan siempre los caracteres maternos mientras que las obreras procedentes de un cruce con otra raza son híbridas. Casi veinte años más tarde retornó Mendel a la obra de Dzierzon para concebir y diseñar una serie de experimentos acerca de la hibridación en abejas, pero los resultados de este trabajo no parecen haber llegado hasta nuestros días y no fueron entonces divulgados.

La dignidad monástica no permitía relacionarse más que con plantas y otros animales asociados directamente a ellas, como las abejas; un pequeño huerto era todo a cuanto se podía aspirar. Si Mendel violó este principio al estudiar la herencia en cruces de ratones blancos y grises (posiblemente descubriendo, entonces, el fenómeno de la dominancia), ello fue por un tiempo muy breve. El huerto y los guisantes no despertaban grandes recelos y mantenían invioladas la sobriedad y santidad del recinto monástico. Por otra parte, el estudio de los guisantes fue una selección afortunada por parte

de Mendel, ello se ha señalado muchas veces, mas no fue una selección arbitraria; en ella influyeron no sólo las anteriores consideraciones de conveniencia, sino también las observaciones previas que Mendel parece haber realizado y en el curso de las cuales tropezó con *Bruchus pisi*, el pequeño gorgojo de los guisantes.

En 1900, cuando De Vries, Tschermak y Correns redescubrieron la obra principal de Mendel, habían pasado 35 años desde la publicación de ésta y, a pesar del tiempo transcurrido, nadie se había siquiera aproximado a la exactitud metodológica, a la observación minuciosa y a la capacidad de generalización que Mendel desplegó en sus "experimentos guisanteriles". Desafortunadamente para los insectos, no parece haber existido, después de Mendel y hasta principios del siglo XX, ni el deseo ni la capacidad de dilucidar la herencia de estos animales, los más abundantes y diversos de nuestro planeta.

Cuando Mendel optó por los guisantes como objeto de su investigación experimental empleó un criterio clásico para la investigación fundamental en biología: el criterio de la comodidad y adecuación del objeto a los fines experimentales. Este mismo criterio tenía en mente Thomas Hunt Morgan cuando se dio a la búsqueda de un animal cuya cría fuese lo suficientemente sencilla y cuyo ciclo de vida fuese lo suficientemente corto como para permitir su reproducción en gran escala y la realización de observaciones sobre un gran número de generaciones. El entomólogo Frank Lutz acudió en ayuda de Morgan. A su juicio, una modesta mosca, relativamente común, reunía todos los requisitos, pues era, además, de pequeño tamaño y su cría podía realizarse en recipientes de poco volumen que no ocuparían mucho espacio. Con esta "mosca de vinagre" —*Drosophila melanogaster*— descubrió Morgan el ligamiento (linkage), el entrecruzamiento (*crossing-over*) y otros fenómenos básicos de la herencia. La genética estuvo dominada por *Drosophila* durante cuarenta años y esta pequeña mosca se ha transformado en un animal de laboratorio insustituible en ciertas actividades investigativas.

Entre los investigadores que utilizaban a *Drosophila* como objeto se encontraba Hermann Müller, uno de los fundadores de la radiogenética. Müller demostró que la irradiación con rayos X induce mutaciones en *Drosophila*. Al principio se suponía que los rayos X sólo aceleraban la producción de mutaciones, pero luego se llegó al convencimiento de que en realidad las provocaban, de que eran mutagénicos. Müller también observó que los machos de *Drosophila* podrían ser esterilizados por irradiación sin perder su capacidad para copular. Sólo al cabo de casi veinte años, dos investigadores —un entomólogo norteamericano y un genetista soviético— comprendieron, de manera independiente y casi simultánea la posible importancia práctica de este último descubrimiento.

La obra del norteamericano Knipping es bastante conocida. Allá por el año 1937, este investigador concibió la idea de que era posible erradicar una

población de insectos mediante la liberación de machos estériles (en el sentido de que sus espermatozoides no fecundasen y no en el sentido de eliminar la espermatogénesis) en la naturaleza. Sus ideas pasaron a la aplicación práctica varios años después y fueron comprobadas mediante la erradicación, en todo el sureste de los EE.UU., de la mosca *Cochliomya hominivorax*, temible y costoso enemigo del ganado vacuno.

Pero este "método de machos estériles", tal y como lo concibió Knippling, no puede ser utilizado en aquellos casos en que la dosis esterilizante (de rayos X ó gamma) es de una magnitud cercana a la dosis letal. En estos casos es posible acudir a una dosis subesterilizante y a la creación de un fondo de esterilidad poblacional permanente. Cuando en los años sesenta se descubrió esta posibilidad, pudo comprobarse que, veinte años antes, el genetista soviético Alexander Serebrovsky no sólo la había previsto, sino que la había fundamentado teóricamente y la había explicado en términos genéticos. Serebrovsky (1940) resume sus ideas acerca de este método en las siguientes palabras: "si el aparato cromosómico de un insecto dañino dado es transformado mediante una o varias translocaciones y esta línea translocada se reproduce y se libera en la naturaleza, entonces los individuos de la raza translocada, al cruzarse con los normales, producirán una prole heterocigótica, la cual gracias a ello, tendrá una capacidad reproductiva disminuida. De esta manera, la capacidad reproductora de toda la población del insecto dañino resultará más o menos disminuida, lo cual tendrá un efecto económico positivo".

En el arsenal de métodos para controlar a los insectos dañinos los métodos genéticos ocupan un lugar importante. No se limitan al "método de machos estériles" y a la utilización de la esterilidad parcial heredada, que son los de mayor importancia práctica en la actualidad, sino que incluyen la utilización, por ejemplo, de la incompatibilidad gamética entre diferentes líneas de una especie de mosquito, o prevén usos prácticos para fenómenos genéticos tan importantes, entre algunos insectos, como la distorsión meiótica, la distorsión de la proporción de sexos o la expresión ambientalmente condicionada de ciertos caracteres. Ya hoy día es posible pensar seriamente en que la conjunción de los métodos genéticos con el control biológico convencional, el uso de atractantes olfativos y hormonas, así como de la atracción acústica y visual, permitirán reducir considerablemente el empleo de los insecticidas o sustituirlos totalmente, evitándose así los riesgos, a veces imprevisibles, que el uso de estos compuestos entraña.

Parece útil, por último, detenerse a considerar una cuestión importante en esta interacción entre la entomología y la genética. Parece trivial afirmarlo, pero ello hubiera sido inconcebible de no haber sido precisamente un insecto el objeto preferido por los genetistas durante cuarenta años. Para los entomólogos aplicados resulta obvia la conveniencia de que *Drosophila melanogaster* continúe conservando una posición importante en la genética, in-

cluso en los estudios acerca del desarrollo individual, pues ¿quién puede saber qué descubrimientos fundamentales acerca del desarrollo de los insectos podrán realizarse sobre *Drosophila* y qué resultados prácticos pudieran derivarse de ellos? De allí que nos parezca que la utilización en la investigación fundamental de objetos comparables a aquellos que se emplean en la investigación aplicada reviste una gran importancia; desde luego, ello no siempre es posible (recuérdese el criterio para la selección del objeto en la investigación fundamental) y a veces no es siquiera recomendable, pero no por ello deja de ser interesante recordar esta posibilidad.

Esta relación entre la investigación fundamental y la aplicada, dada a través del objeto, no significa que las relaciones entre un tipo de investigación y otro se establezcan en una sola dirección. También la investigación aplicada, y las propias necesidades de la producción, conducen, a veces a investigaciones de las más fundamentales. Prueba de ello es la teoría darwinista de la "selección natural" y la propia teoría mendelista, pues, como afirmara N. I. Vavilov (1935):

"No existe duda alguna de que la obra de Mendel surgió bajo la influencia de las necesidades prácticas de los cultivadores y ganaderos... la amplia utilización de la hibridación en la agricultura y la ganadería condujo de nuevo a los biólogos a las leyes descubiertas por Mendel".

REFERENCIAS

SEREBRÓVSKY, A. S. 1940.

O novom vozmozhnom metode borby s vrednimi nasekomini. Zoologichesky zhurnal, tomo XIX, vip. 4.

VAVILOV, N. I. 1935.

Mendelizm i ego znachenie y biologii i agronomii. (en Mendel, G. Opyti nad rastitel'nimi gibridami) Moscú.

Prof. ZOILO MARINELLO

Dr. EMILIO MORALES

BREVE COMENTARIO SOBRE GENETICA Y CANCER

En nuestra breve intervención señalaremos algunos hechos que demuestran la relación de la genética con la oncología y mencionaremos los trabajos que el servicio de genética del INOR está llevando a cabo.

Desde 1914 se planteó la hipótesis según la cual las lesiones cromosómicas tienen una relación precisa con los fenómenos neoplásicos. Es conocido que ciertos individuos portadores de una anomalía cromosómica constitucional son más sensibles a los procesos malignos que los sujetos normales, sabemos que los niños con una trisomía 21 están 20 veces más expuestos a la leucemia aguda que los niños normales.

En otras trisomías 13 y 18 parece existir una tendencia análoga. A pesar de que las tentativas de clasificación de las anomalías cromosómicas en función del tipo de cáncer no han sido fructíferas, se ha progresado bastante en el análisis cariotípico de las poblaciones malignas, se conoce que las células de tumores sólidos tienen anormalidades cromosómicas definidas en distribución y morfología, los cromosomas están colocados en amplia distribución que va desde la forma hipodiploidea a la hipertetraploidea, usualmente triploideas. Los cromosomas de las leucemias están distribuidos generalmente en una modalidad diploidea. Además, en las células de tumores sólidos hay muchas características de cromosomas marcadores, se ven grandes, pequeños y fragmentados, mientras que en las leucemias se observan pocas marcas, a excepción del llamado Cromosoma Philadelphia, un cromosoma del grupo G, el cromosoma 22 que tiene una delación en el brazo largo.

Esta anomalía cromosómica se ha encontrado bastante constante en la leucemia Mieloide crónica.

También se ha comprobado que la cromatina sexual es un carácter genético alterado en algunos tumores, especialmente en tumores del testículo y de la mama, encontrándose resultados discordantes con presencia frecuente de cromatina sexual en las células tumorales del testículo y ausente o muy disminuido en las células del cáncer mamario.

Bittner demostró cruzando con otra cepa, ratones de una cepa isogénica en la que casi todas las hembras presentaban un tipo particular de cáncer

mamario, que la susceptibilidad del cáncer se trasmitía por la madre y además, amamantando ratones recién nacidos de cepas no cancerosas y madres normales con hembras de la cepa con alta frecuencia de cáncer, que la sustancia que induce la susceptibilidad al mismo se trasmitía por la leche. Hoy se sabe que el agente causal es un virus y recientes estudios plantean la posibilidad que un factor causal de igual naturaleza se encuentre en algunos cánceres mamarios de la mujer.

En estudios de tumores en gemelos idénticos y fraternos se demostró que los idénticos tienen una mayor tendencia a tener tumores de la misma clase que los fraternos, lo que señala cierta predisposición producida por el genotipo a desarrollar cierta clase de neoplasias.

Pensando con Bendich, del Instituto Sloan Kettering, se puede considerar el cáncer como una enfermedad genética a nivel molecular, demostrando que con el DNA del Virus Polyoma Carcinógeno se producían los mismos efectos carcinogénicos del Virus Polyoma. También podemos incluir dentro de esta concepción la teoría de la Mutación de Baek, produciéndose un cambio en el DNA de la célula normal, espontáneo o inducido, que modifica el comportamiento biológico de la célula o grupo de células mutadas, dotándolas de las nuevas características de la célula cancerosa, entre ellas que la multiplicación deje de estar controlada.

Por último, mencionemos a la Poliposis múltiple del colon entre las lesiones precancerosas, y al Retinoblastoma como cáncer propiamente dicho, como dos entidades de carácter hereditario, demostrando una vez más una relación evidente entre la genética y el cáncer.

En el I.N.O.R. se está llevando a cabo el estudio de cariotipo en tumores experimentales para el control de los mismos, en el sentido de detectar modificaciones ostensibles por nuevas mutaciones.

Estudio mediante el cariotipo de las modificaciones cromosómicas en animales de experimentación con cáncer sometidos a tratamiento con quimioterapia citostática.

Estudio de cariotipo en tumores sólidos.

Estudio de cariotipo en los ganglios afectados de la enfermedad de Hodgkin.

En el estudio de cariotipo en tumores sólidos y en el ganglio de pacientes de Hodgkin, se estudian las variaciones en el número y alteraciones de cromosomas que se demuestren como marcadores específicos.

Todo lo que se ha especulado y trabajado experimentalmente con referencia a genética y cáncer y la producción científica que en el futuro surja sobre este tema, tendría el sello de Mendel, pues aun después de un siglo, siguen rigiendo en esas investigaciones las leyes inmutables creadas por este gran hombre de ciencia.

Ing. JESUS MARTINEZ MARTINEZ

POSIBILIDADES DE LA COMPUTACION EN LA GENETICA

En esta breve intervención vamos a referirnos a algunas posibilidades, que podrían implementarse en el futuro, de que los colectivos dedicados a la computación en la Academia, ayuden a nuestros especialistas en Genética. El desarrollo en los últimos 30 años de poderosos medios de cálculo, las computadoras digitales, las han convertido en un auxiliar insustituible para el científico actual.

Bien sea para el cálculo científico-técnico, para el procesamiento automático de datos, para la dirección de los procesos industriales, para los cálculos económico-matemáticos, o para tareas que reúnan características de varias de estas esferas, es difícil imaginar un campo de la ciencia hoy en día, que no se beneficie, o pueda beneficiarse potencialmente, con el uso de las computadoras y con el desarrollo futuro de equipos cada vez más poderosos.

En nuestra Academia existen dos colectivos que se ocupan del empleo de las computadoras. Uno, creado hace varios años, el Instituto de Cibernética, que en realidad hasta hoy ha trabajado en el campo de la Cibernética Técnica y que empieza a incursionar ahora en la Cibernética Económica, y otro, en vías de ser fundado, el Instituto de Matemática y Computación donde, entre otras líneas, se trabajará en los cálculos científico-técnicos.

Una de las herramientas que se utilizan dentro del campo de la computación, es la simulación en la computadora de aquellas situaciones que se quieren analizar. Eso permite al investigador el análisis de procesos que en la vida real habría que esperar años para estudiarlos, o de procesos de carácter destructivo, o sea, que en la vida real causarían daños que no fueran permisibles. Y es de presumir que, en el futuro, los colectivos de nuestra Academia que se ocupan de la computación, vayan en auxilio de nuestros genetistas.

En la literatura han aparecido diversas referencias a trabajos que se han hecho en el mundo, con respecto al uso de las computadoras en los estudios de la evolución, mediante la simulación en ellas de los sistemas genéticos, para estudiar teóricamente esos procesos. Se dice en estos trabajos que, excepto en casos muy especiales, la velocidad de evolución es demasiado baja y los organismos muy difíciles de manipular con fines experi-

mentales y se puntualiza el carácter estocástico de la evolución. Y como el tratar estocásticamente los sistemas evolutivos se considera que está más allá de las posibilidades de tipo analítico, a no ser en casos demasiado simples, la computadora electrónica viene en ayuda del genetista y constituye un medio poderoso para la investigación teórica de los procesos evolutivos complejos. Las computadoras permiten un gran incremento en la complejidad de los modelos matemáticos de los sistemas evolutivos, cuya evaluación sin su ayuda no sería posible. En la literatura se refieren trabajos como los de Fraser¹ y Crosby² y se señala que las técnicas de simulación en computadoras, para los estudios de los sistemas genéticos, encaran una dificultad seria que se refiere al límite práctico del tamaño de la población que puede simularse. Esta limitación surge de dos causas. Primero, que el tamaño de la población simulada es restringido por la capacidad disponible de la memoria de acceso directo de la computadora. Para salvar esta restricción, se ha utilizado la memoria de disco magnético de tiempo de acceso menor que el de la memoria de cinta magnética.

Hay un segundo factor limitante al tamaño de la población que puede ser simulada, y es el gran tiempo de computación que necesita este tipo de experimento. El desarrollo de computadoras más rápidas y el aumento vertiginoso de su número, vendrán en auxilio del genetista para resolver esta dificultad.

(1) Fraser, A. S.: *Aust. J. Biol. Science*, **13**, 1960.

(2) Crosby, J. L.: *Computers in the study of evolution*, *Science Progress*, **55**, 1967.

Dr. WILFREDO TORRES

Dr. LUIS HERRERA MARTINEZ

LAS INVESTIGACIONES GENÉTICAS EN EL CNIC

El Centro Nacional de Investigaciones Científicas contribuye al homenaje a Gregorio Mendel, en el sesquicentenario de su nacimiento, presentando en esta Sesión Científica un resumen de los trabajos de investigación genética que se llevan a cabo en nuestra institución.

En el laboratorio de Genética Microbiana fundado a fines de 1970, se trabajó durante más de un año en el montaje de técnicas y en el entrenamiento del personal. En el III Seminario Científico del CNIC presentamos un trabajo de aislamiento de mutantes negativos en la utilización de azúcares.

El plan de investigaciones en esta materia incluye los temas siguientes:

Estudio de la utilización de azúcares en *Saccharomyces cereviceae*. Se logró el aislamiento de mutantes D (+) manosa negativos, dichos mutantes están alterados a nivel de la *Fosfomanosa Isomerasa*. Se completó un trabajo de estudio bioquímico-genético en dichos mutantes que fue presentado en la VI Conferencia de Genética de Levadura y Biología Molecular en Pisa, Italia.

Mejoramiento de Cepas Industriales. En este tema se ha conseguido aislar mutantes de *C. utilis* los cuales poseen un contenido de metionina de 40-50% superior a la cepa de origen; actualmente realizamos trabajos para estudiar las posibilidades de aplicación de estas cepas en la industria.

También hemos realizado estudios genéticos iniciales en *C. utilis*, dirigidos a conocer aspectos básicos de la genética de este micro-organismo, de forma tal que pueda profundizarse en el trabajo de mejoramiento genético.

En la actualidad, estudiamos una metodología que nos permita evaluar la capacidad mutagénica y convertante de compuestos químicos. Con este estudio lo que se pretende es lograr determinar si ciertos compuestos utilizados en la industria, agricultura o la medicina pueden tener efecto nocivo sobre el patrimonio genético de nuestra población.

Este laboratorio de Genética Microbiana estudia algunos problemas estrechamente relacionados con el desarrollo económico del país.

El Laboratorio de Citogenética de la Dirección Agropecuaria del CNIC se ocupa de la comprobación, desde el punto de vista cromosómico, de los animales productivos y estudios de animales oriundos del país.

Entre los animales productivos se estudia el ganado bovino, porcino, equino y otros. En las comprobaciones efectuadas a estas especies buscando modificaciones de sus cromosomas, se ha encontrado en el ganado bovino, como dato interesante, a un semental portador de una fusión céntrica que es una alteración que se produce en la descendencia; y otro portador de un quimerismo. En ambos casos se estudia su posible repercusión en la fertilidad.

Entre los animales oriundos del país se ha establecido el número de diploides del cocodrilo *Rhombifer* Cuvier y el de la jutía conga. (Ambos trabajos se presentarán en el Consejo Panamericano de Veterinaria y Zoonosis en Colombia el próximo año)

En Genética Vegetal y Fitomejoramiento se inició en 1969 un programa de mejoramiento genético del arroz.

Los objetivos principales de este trabajo de investigación son: Determinar la resistencia a las enfermedades en especial a la *Pyricularia oryzae*, y seleccionar variantes con otros caracteres favorables.

El primer objetivo, considerado como el principal por su importancia económica, fue abordado por dos métodos diferentes:

Por el de Introducción de Mutaciones, que se aplica por primera vez en Cuba con este objetivo, y por el de evaluación de la resistencia en el campo de las principales variedades en producción, para seleccionar el material de partida de un programa de selección e hibridación.

Inducción de mutaciones en arroz. Se emplearon como agentes mutagénicos los rayos gamma de Co^{60} (25,000 r I. D. = 2,500 r/min) en tratamiento simple y con tres post-tratamientos diferentes.

La variedad tratada fue el IR-8, por ocupar el 86% del área en producción en aquellos momentos.

La infección de las plantas fue evaluada individualmente en las generaciones M_1 y M_2 por el grado y área de infección en las hojas, tallo y espigas. En la generación M_2 se seleccionaron las variantes positivas. Este material fue entregado al INCA para la continuación de su estudio.

Evaluación de la resistencia a la *P. oryzae* de 6 variedades de arroz. Se evaluaron 4 variedades cubanas tradicionales (Century Patna, Blue Bonnet y 160-25-1-2) y 3 variedades introducidas (IR-22, IR-8-80 e IR-8). Fueron sembradas en primavera resultando en orden decreciente de resistencia: IR-8-80, IR-22, IR-8, Century Patna, 160-25-1-2 y Blue Bonnet.

Mejoramiento genético del tomate. En el año 1970, se inició un programa de mejoramiento genético del tomate, encaminado fundamentalmente a la obtención de líneas resistentes al tizón temprano.

El método empleado para lograr el objetivo anterior fue el del mejoramiento genético por inducción de mutaciones, debido a las dificultades existentes en lograr dicho objetivo por el método tradicional de hibridación intra e interespecífica. Además se observaron otras variantes de interés como por ejemplo: precocidad, maduración uniforme, alto contenido en sólidos y vitamina C del fruto, etc.

La variedad cubana 865 fue sometida a un tratamiento en las semillas con rayos gamma de Co^{60} (30 000 r I. D. = 2 000 r/min). Este material ha sido estudiado durante tres generaciones M_1 , M_2 y M_3 .

Actualmente se han seleccionado 4 líneas M_3 con una mejor respuesta que el control ante la infección artificial con *A. solani* y 5 líneas con respuesta superior en condiciones de campo (infección natural).

A continuación relacionamos las líneas M_3 de mayor interés, seleccionadas para continuar su estudio.

Altura	4 líneas
Precocidad	2 líneas
Alto contenido en vitamina C	2 líneas
Alto contenido en sólidos solubles	2 líneas
Uniformidad en la maduración	3 líneas
Forma y tamaño del fruto	5 líneas
Resistencia a <i>A. solani</i>	9 líneas

Se inició un proyecto para el estudio citogenético de los mutantes de tomate de mayor interés inducidos en nuestro laboratorio.

Estudio Genético de Mutantes Inducidos. Los macromutantes inducidos de que disponemos son analizados en orden de importancia mediante cruzamientos con la variedad de control, así como con mutantes reportados (testers) para determinar su modo de herencia, siguiendo los esquemas tradicionales.

Estudio micológico sobre la *Alternaria solani* y los métodos de infección artificial. Como proyectos de apoyo al trabajo de mejoramiento para la resistencia a la *A. solani* se abordaron los siguientes aspectos:

- a) Establecimiento de un cepario patógeno de diferentes localidades para iniciar posteriormente un estudio de determinación de las razas fisiológicas existentes.

- b) Mejoramiento del método de esporulación del patógeno.
- c) Estudio de la edad óptima de infectación artificial de las posturas con *A. solani* en vivero y en condiciones de campo.
- d) Comparación de diferentes métodos de evaluación de la resistencia.

En el Departamento de Genética de la Rama Agropecuaria se estudian las características inmunogenéticas y el polimorfismo bioquímico de las proteínas sanguíneas y lácteas, las cuales segregan por supuesto, de acuerdo a las leyes mendelianas y en su gran mayoría en forma codominante.

Se trabaja en dos grandes problemas en este aspecto:

Estudio de las razas bovinas existentes en Cuba y sus cruces.

Estudio de especies autóctonas y otras de importancia económica.

En el primero, los principales temas son:

Estudio de las inmunoglobulinas de suero sanguíneo de las razas Cebú, Holstein y su cruce.

Estudio del polimorfismo de las hemoglobinas, albúminas y transferrinas.

Polimorfismo genético de isoenzimas séricas y eritrocitarias.

Grupos sanguíneos.

Estudio poblacional a través de parámetros polimórficos.

Los datos que se obtienen con estos estudios son:

Composición genética de la población.

Porcentaje de consanguinidad.

Paternidad errónea.

Segregación anormal de ciertos alelos.

Relación entre diferentes razas.

Relación entre loci polimórficos y caracteres de interés económico.

(Efecto de sustitución alélica, efecto de la homo o heterocigocidad y efectos combinados de varios loci).

En el segundo los temas más destacados son:

Estudio genético de equinos, de bovinos y del cocodrilo cubano.

Origen del ganado criollo cubano.

Estudio por medio de loci polimórficos del cruce 5/8 Holstein 3/8 Cebú.

Estudio del híbrido F-1 Bisonte-Cebú y sus cruces.

Además, se han estudiado las proteínas lácteas de la leche del ganado Cebú y del F-1 Holstein-Cebú, por métodos inmuno-electroforéticos, así como las variantes de Kappa caseína en el F-1.

Algunos de los resultados obtenidos son los siguientes:

Varias poblaciones de bovinos no se encontraban en equilibrio genético. Se estudian las causas de dicho desequilibrio.

Se han detectado en animales F-1 Holstein - Cebú posibles relaciones con los loci T $\bar{1}$ y Hb con caracteres productivos.

La relación del tipo de Hb y la fertilidad en ovejas ha sido sugerida.

Se ha demostrado el polimorfismo bioquímico de la Hb en el cocodrilo cubano.

Se ha confirmado, utilizando el polimorfismo bioquímico, las relaciones del % de sangre entre los animales 5/8 H - 3/8 C y sus razas parentales.

Terminamos este informe reiterando que todas nuestras investigaciones están encaminadas a relacionar los loci polimórficos de proteínas, las isoenzimas cuali y cuantitativamente consideradas, así como las inmunoglobulinas y sus alotipos, con caracteres productivos, reproductivos y de resistencia.

FRANCISCO DIAZ BARREIRO

LA HIBRIDACION DE LA CAÑA DE AZUCAR EN CUBA

El mejoramiento de las variedades de la caña de azúcar, mediante selección entre variantes que se producen en la naturaleza, es de tan remoto conocimiento como su cultivo. Durante muchos años, hasta mediados del siglo pasado, se creyó que las cañas cultivadas eran estériles por estimarse que la utilización, durante siglos, del trozo de tallo usado como semilla para su reproducción asexual, había originado la infecundidad de la semilla botánica contenida en las flores, en el decursar de los tiempos. La realidad era otra. Las pocas variedades cultivadas en el hemisferio occidental eran estériles en lo masculino. En los demás países los ensayos para la germinación de la semilla botánica habían sido insuficientes e infructuosos.

La hibridación de la caña de azúcar, cuyo resultado son enormes poblaciones de seedlings o nuevas posturas, con una amplia escala de variación, es una ciencia relativamente joven. Los cruzamientos entre variedades de caña se practicaron, sin éxito notable, a fines del siglo diez y nueve, en algunos países, cuando aún se desconocían las leyes que rigen la variación y herencia. La eficacia de los métodos en los cruzamientos de plantas fueron posibles después del redescubrimiento, en 1900, de la formulación de Mendel del concepto de la herencia particularizada y de los estudios de Johannsen que condujeron a la comprensión de la diferencia entre genotipo y fenotipo. Fue su trabajo, a principios de siglo, lo que sirvió para distinguir entre variación genotípica y fenotípica y para destacar la primera en el trabajo de cruzamiento y selección de plantas, tendiente a la producción de mejores variedades.

El acicate para alcanzar el éxito en la obtención de híbridos de la caña de azúcar, fue la aparición de enfermedades que diezmaron las variedades silvestres que se mantenían en cultivo, desde hacía siglos, y que obligó a la búsqueda de otras que fueran resistentes o inmunes.

En 1885, el Dr. Van Soltwedel, fundó la primera estación para hibridación de la caña de azúcar, en la Estación Central de Java, en Semarang, descubriendo en 1887, en cruces realizados entre la *Saccharum Officinarum* y *S. Spontaneum*, que la semilla de la caña de azúcar, la verdadera semilla botánica, contenida en su inflorescencia, tenía poder germinativo y poco después, en 1888, en la Isla de Barbados, se comprobó por Harrison y Bovell, la fertilidad en las flores de varias variedades de caña. Por cierto que, en Barbados, desde 1859, se habían hecho observaciones por Parris sobre la existencia de seedlings en algunos campos de caña.

La estación de hibridación de Java, años después, alcanzó enormes éxitos en sus trabajos de hibridación, siendo numerosas las nuevas variedades que surgieron de sus poblaciones de seedlings, sobresaliendo principalmente la llamada P.O.J. 2878, que llegó a ser predominante en muchos países cañeros que la cultivaron durante largos años, hasta que surgieron nuevos híbridos que resultaron superiores en su comportamiento agrícola-industrial.

El descubrimiento de la fertilidad de la semilla botánica de la caña de azúcar, abrió el campo a los futuros genetistas, permitiendo con el cruzamiento entre distintas variedades de caña, de igual o distinta especie y aún con especies de géneros afines, la obtención de híbridos logrados por fecundación artificial y también por autofecundación, que fueron capaces, por sus buenas cualidades, de reemplazar a las viejas variedades silvestres que durante cientos de años fueron las únicas cultivadas, aventajándolas grandemente en cuanto a la resistencia o inmunidad a las enfermedades y en sus rendimientos agrícolas e industriales.

En Cuba, los primeros trabajos de hibridación se realizaron en 1904, en el Jardín Botánico conocido por "Harvard Garden", cerca de Cienfuegos. Vamos a enumerar, a continuación, los centros de hibridación y nombres de las variedades obtenidas desde que comenzaron las campañas de cruzamientos.

Variedades Harvard Garden (H. G.)

A principios de siglo se fundó en las cercanías de la ciudad de Cienfuegos, en la provincia de Las Villas, en el Central "Soledad", hoy "Pepito Tey", una Estación Experimental Agrícola que luego se convirtió en Jardín Botánico, auspiciada por la universidad norteamericana de Harvard y que se denominó "Harvard Garden". En el referido lugar comenzaron por primera vez en Cuba los trabajos de hibridación de la caña de azúcar, bajo la dirección del señor Robert Gray, experimentado cruzador, quien ya en 1904 anunciaba la obtención, mediante cruzamientos artificiales, de dos seedlings. En 1905-1906, debido a condiciones favorables meteorológicas y al uso de invernadero, obtuvo más de seiscientos seedlings, de cruces ejecutados artificialmente. En los años siguientes, el número de seedlings obtenidos fue aumentando y llegó a lograr más de cien mil. A estos seedlings se les identifica con el nombre de Harvard Garden (H.G.) seguido del número de orden que les corresponde. Durante las campañas de hibridación fueron seleccionados algunos seedlings que por sus características favorables se recomendaron para su propagación comercial, aunque nunca llegaron a ser cultivados extensamente.

La relación de los seedlings que fueron propagados como nuevas variedades de caña, es la siguiente:

H. G. 1192, H. G. 1306, H. G. 9072, H. G. 12029, H. G. 12059, H. G. 13013, H. G. 13063, H. G. 14656 y H. G. 15212. Estas variedades nunca llegaron a ocupar grandes áreas de cultivo.

Los trabajos de hibridación se suspendieron en la década de 1920-1930, a finales de este período, debido a la crisis del mercado azucarero, sin que posteriormente se reanudaran más.

Todavía en 1961, se reportaba el cultivo de la H. G. 12029, aunque en pequeñas áreas de caña, desapareciendo pocos años después.

Variedades Banes

En el antiguo Central "Boston", hoy "Nicaragua", ubicado en la costa norte de la provincia de Oriente, se efectuaron hace más de cuarenta años, algunos trabajos de hibridación, obteniéndose en el proceso de selección de los seedlings, algunas variedades que fueron llamadas Banes, entre las cuales figuraban las Banes 3, Banes 5 y Banes 7, cuyo cultivo fue insignificante, desapareciendo a los pocos años.

Variedades San Manuel

En el Central "Chaparra", hoy "Jesús Menéndez", se hicieron algunas labores de hibridación, hace muchos años, dando origen a los híbridos denominados San Manuel seguidos de un número de orden. Se cultivaron en pequeñas áreas los llamados San Manuel 15, 20, 38, 57, 61, 66, 87, 88, 161, 164 y 167, ninguno de los cuales se destacó notablemente.

Variedades Baraguá

En la década de 1920-1930, por iniciativa privada, se fundó el Club Azucarero de Cuba, de efímera vida, con el propósito de dedicarse a las investigaciones sobre el cultivo de la caña de azúcar, ubicándose en el Central "Baraguá", provincia de Camagüey.

Uno de sus objetivos, en pequeña escala, fue la obtención de nuevas variedades, mediante la hibridación artificial, logrando en varios años de labor, algunas variedades que figuraron con el nombre de Baraguá seguido de un número de orden. Las más destacadas fueron las Baraguá 46, 54, 114, 466, 85, 106, 424, 465, 152, 227, 469, 470, 446, 447 y la 129-35, que, excepto la última, no alcanzaron renombre ni se propagaron extensamente.

La Baraguá 129-35 se supone que es la misma variedad que con el nombre de Pepe Cuca se cultivó intensamente en la provincia de Las Villas y en otras regiones del país, por su elevado rendimiento azucarero.

En 1961, dentro de la relación de variedades cultivadas, aún figuraba la Baraguá 465, en pequeñísima escala y la Baraguá 129-35 (con el nombre de Pepe Cuca) en un 9 por ciento del área total de caña de cultivo. Posteriormente, éstas variedades fueron eliminadas debido al surgimiento de otras variedades más productivas.

Variedades Palma (P.)

En el antiguo Central "Palma", hoy "Dos Ríos", en la provincia de Oriente, el Dr. R. Menéndez Ramos, en 1931, hizo algunos cruzamientos, obteniendo en el proceso de selección de los seedlings algunas nuevas variedades, a las que denominó Palma (P.), seguido de un número de orden.

Se distinguieron los híbridos Palma 28, 32, 2, 17, 19, 40, 43, 49, 75, y un sport de ésta última que llamaron Palma 75-Rayada.

Estas variedades tuvieron un carácter local en su propagación y se cultivaron en pequeña escala, desapareciendo en cortos años.

Variedades Mercedita (Merc.)

En el Central "Mercedita" hoy "Sandino", en la provincia de Pinar del Río, se efectuaron hace más de cuarenta años, algunos trabajos de hibridación, que fueron asesorados por el Club Azucarero de Cuba, lográndose obtener algunos seedlings que por sus buenas cualidades figuraron, aunque en pequeña escala, como nuevas variedades.

Estos híbridos fueron denominados inicialmente C.A.M. pero al confundirse esta sigla con la de una estación experimental de caña extranjera, se sustituyó el nombre por el de Mercedita (Merc.).

Entre los híbridos obtenidos se encontraban los llamados Mercedita 3, 4, 16, 31, 33, 34, 38, 39, 44, 45, 46, 49, 52, 53, 57, 58, 59, 61, 64, 66, 68, 69, 70, 72, 73, 74, 75, 77, 80 y 83, los cuales se cultivaron en muy poca escala, con carácter local.

Variedades Media Luna (M. L.)

En el Central "Santa Isabel", hoy "Juan M. Márquez", ubicado en Media Luna, provincia de Oriente, se hicieron trabajos de hibridación alrededor del año 1930, por el señor Ricardo Beattie, sin mucho rigor científico, cruzando simplemente las variedades P.O.J. 2878 y la S. C. 12 (4) y, posteriormente, efectuando cruzamientos con los primeros híbridos logrados.

A pesar del carácter de estos cruzamientos, algunos de los híbridos obtenidos se destacaron notablemente, dando origen a las variedades conocidas por Media Luna (M.L.), sobre todo la llamada Media Luna 3-18 que por su alto contenido en azúcar y sus magníficas condiciones agronómicas, se propagó rápidamente, primero en la región de su origen cerca de Manzanillo, después por toda la provincia de Oriente y más tarde por numerosas áreas cañeras del país.

Los híbridos Media Luna más destacados fueron los siguientes:

Media Luna 3-18, Media Luna 4-17, Media Luna 4-30, Media Luna 5-35, Media Luna 37-61 y Media Luna 6-35.

En 1961, según la relación de variedades cultivadas publicadas por la OMPA, la Media Luna 3-18 abarca casi el 10% del área total de caña del país, estando representada en todas las provincias.

La popularidad de la Media Luna 3-18 era muy grande, sobre todo en los pequeños agricultores y habiendo sido descartada hace pocos años debido al surgimiento de otras variedades más productivas, no ha desaparecido todavía.

Sin embargo, los otros híbridos obtenidos apenas tuvieron aceptación y desaparecieron rápidamente de los campos de cultivo.

Variedades M. D.

En el Central "Mercedes" hoy "6 de agosto", en la provincia de Matanzas, en la década de 1940-1950, se hicieron trabajos de cruzamientos entre variedades de caña, dirigidos por el ingeniero Rubén Rodríguez Artilles, hoy profesor de Genética de la Caña de Azúcar de la Universidad Central de Las Villas.

Los híbridos obtenidos fueron designados con el nombre de M. D. y los más destacados fueron los siguientes: M.D. 30-3-49, M.D. 6-36-48 y M.D. 9-13-46.

Estos híbridos fueron cultivados en algunas áreas locales, sin que se extendiera su cultivo a otras regiones, reportándose en 1961 que se mantenían en pequeña escala en algunos lugares de la provincia de Matanzas.

Clones "San Isidro"

En la década de 1950 - 1960 el Ingeniero Alfonso L. Fors realizó trabajos de hibridación en el Central "Hormiguero", hoy "Espartaco", en la provincia de Las Villas, seleccionando entre los híbridos logrados un total de 129 que pasaron a la etapa clonal por sus buenas cualidades, con el nombre de "San Isidro".

Sin embargo, en los estudios comparativos de variedades a que fueron sometidos estos clones, ninguno llegó a la categoría de variedad comercial.

Variedades Jaronú. (Ja.)

En el Central "Jaronú", hoy "Brasil", en la provincia de Camagüey, se efectuaron trabajos de hibridación en la década de 1940 - 1950, bajo la dirección del agrónomo H. G. Sorensen, obteniéndose algunos híbridos, en la selección de los mismos, que recibieron el nombre de Jaronú (Ja.), entre los cuales figuraron los Ja. 51-101, Ja. 55-663, Ja. 54-309 y Ja. 52-18.

Sin embargo, el cultivo de dichos híbridos tuvo un carácter local en pequeñas áreas, sin extenderse apenas.

Después del triunfo de la Revolución, al marcharse el agrónomo Sorensen de Jaronú, fue sustituido por su auxiliar, compañero Segundo Rodríguez, quien continuó la campaña de hibridación iniciada, obteniendo varios híbridos destacados, entre los cuales sobresalió el llamado Ja. 60-5 que hoy en día, por su alta productividad agrícola y azucarera, ha sido propagado en grandes áreas de cultivo en todo el país, constituyendo un magnífico aporte para el incremento intensivo de nuestra producción azucarera.

Otros híbridos logrados por el compañero Rodríguez se mantienen en estudio en la actualidad para determinar su rango en relación con las variedades estándares existentes.

Variedad Cuba (C. y C. H.)

La Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, creada a principios de siglo por el Estado cubano, comenzó alrededor del año 1914 sus primeros trabajos en la hibridación de la caña de azúcar, obteniendo las variedades logradas con el nombre de Cuba (C.) o Cuba Híbrida (C. H.) seguido de un número de orden. En 1914 anunció por primera vez la obtención del híbrido llamado C. 35 que no tuvo mucho éxito en su propagación.

El período más brillante en estos trabajos de hibridación realizados por la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas comenzó en 1920, cuando se hizo cargo del Departamento de Botánica de la Estación, la Dra. Eva Mameli de Calvino, distinguida científica italiana que cosechó notables éxitos en su labor.

Entre los híbridos más distinguidos de Santiago de las Vegas figuran los siguientes:

C. 116, C. 147, C. 218, C. 256, C. 278, C. 433, C. 6112 y el C. H. 64 (21) que según dice el Ing. Fernando Agete, en su obra "La Caña de Azúcar en Cuba", fue utilizado en las regiones cañeras de Africa del Sur para controlar la enfermedad del mosaico en la caña, cultivándose también en la Isla de Puerto Rico.

En 1961, según se ha reportado, solamente se cultivaba en muy pequeña escala el híbrido C. 6112, desaparecido poco después.

En 1946 se creó la Estación Experimental de la Caña de Azúcar de Jovellanos, en la provincia de Matanzas y todas las labores de hibridación que se venían efectuando en Santiago de las Vegas, pasaron a dicha Estación, donde formaron un Jardín Internacional de Variedades, muy amplio, que le sirve de stock genético para su programa anual de hibridación, contando con variedades de todas las especies del género *Saccharum* y también con otras de géneros afines.

Desde el advenimiento de la Revolución cubana, en 1959, la Estación de la Caña de Azúcar de Jovellanos se ha ido transformando, siendo dotada de numerosos laboratorios y equipos para los mismos, aumentándose gradualmente su personal técnico-científico en la medida que van surgiendo egresados de las universidades nacionales y de los institutos tecnológicos.

En las labores de selección de los seedlings, producidos anualmente, han alcanzado la categoría de variedad comercial algunos de ellos, entre los cuales citaremos la C. 676-47, C. 693-47, C. 529-50, C. 208-51, C. 236-51, C. 86-51 y C. 87-51, cuyas dos últimas aún figuran a nivel nacional como recomendadas para su cultivo debido a su excelente productividad agrícola y alto rendimiento azucarero.

A fines de 1964, la Estación Experimental de la Caña de Azúcar de Jovellanos pasó a formar parte del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de la Academia de Ciencias de Cuba, y desde entonces su avance científico ha ido creciendo en todos los órdenes.

En la actualidad existen cientos de híbridos producidos en dicha Estación que figuran en estudios comparativos de variedades de caña y de los cuales surgirán, seguramente, algunas buenas variedades.

En la nueva nomenclatura las variedades que surjan en la Estación de Jovellanos se denominarán Cuba (C.) seguida del número de orden correspondiente.

Variedades Mayarí (My.)

En 1952, en el antiguo Central "Preston", hoy "Guatemala", se comenzaron, bajo el control de la empresa "United Fruit Co." trabajos de hibridación que fueron continuándose hasta 1958 y con posterioridad a esta fecha fueron seguidos por el Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de la Academia de Ciencias de Cuba. Los seedlings seleccionados en la primera etapa 1952-1958 se denominaban "UCW", nombre que fue sustituido posteriormente por el de Mayarí (My.)

Durante las campañas de cruzamiento que se realizaron, se obtuvieron numerosos seedlings, muchos de los cuales se destacaron en el proceso de selección y en los estudios comparativos de variedades. De los mismos se recomienda en la actualidad el cultivo de las siguientes variedades: My. 53147, My. 53174, My. 5369, My. 5464, My. 5465, My. 53173, My. 5346, My. 5451, My. 53128, My. 5514, My. 54129, las cuales se han destacado notablemente.

Perspectivas de la Genética de la Caña de Azúcar en Cuba

Los trabajos de genética de la caña de azúcar en Cuba, están a cargo, actualmente, del Instituto de Investigaciones de la Caña de Azúcar de la Academia de Ciencias de Cuba, siendo asesorados por especialistas proce-

dentes de la Academia de Ciencias Agrícolas Lenin de la URSS, a virtud de convenio establecido. Dicho Instituto mantiene centros de hibridación en las Estaciones Experimentales de Jovellanos y Mayarí, así como también en el Jardín de Variedades existente en Madruga, provincia de la Habana, donde por condiciones climáticas y meteorológicas es abundante la floración de la caña.

Los laboratorios de genética, citogenética y otros, están radicados en la Estación de Jovellanos, contando con personal especializado que trabaja conforme a los lineamientos científicos más modernos relativos a la hibridación de la caña de azúcar, en la búsqueda de nuevas variedades que reúnan, entre otros caracteres favorables, las de ser resistentes o inmunes a las enfermedades, poseer un tallo erecto para facilitar la mecanización de la caña, y aventajar a las actuales variedades comerciales en sus rendimientos de campo y fábrica.

En los últimos años se han utilizado en los cruzamientos variedades de las cinco especies del género *Saccharum* (*S. Officinarum*, *S. Barberi*, *S. spontaneum*, *S. sinense* y *S. robustum*), así como también especies de géneros aïnes como *Erianthus*, *Gynerium* y otros. Se realizan también trabajos de autofecundación y ensayos de agentes químicos o empleo de radiaciones para provocar mutaciones genéticas favorables.

Todo este progreso en el mejoramiento de las variedades, a través de la genética, en beneficio de la producción agrícola e industrial de la caña de azúcar, ha sido posible gracias a Gregorio Mendel, cuya memoria honramos hoy, quien estableció la primera interpretación razonada sobre las principales leyes de la herencia, que habiendo pasado inadvertidas durante muchos años, fueron redescubiertas en 1900, abriendo una nueva era científica en el campo de la hibridación vegetal.

BIBLIOGRAFIA

Boletín Oficial de la Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo, año 1906-1908.

Informe de los años 1918-1920, de la Estación Experimental Agronómica de Santiago de las Vegas, por el Dr. Mario Calvino, Habana 1920.

La Caña de Azúcar en Cuba, por el Ing. Fernando Agete, 1946.

Primer Forum Azucarero Nacional. Folleto publicado por la Academia de Ciencias de Cuba, 1965.

Variedades de Caña, 1961, folleto publicado por la OMPA.

Lic. JUAN A. GONZALEZ ARENCIBIA

Lic. VICENTE BEROVIDES ALVAREZ

ENSEÑANZA E INVESTIGACIONES SOBRE GENETICA EN LA ESCUELA DE CIENCIAS BIOLOGICAS DE LA UNIVERSIDAD DE LA HABANA

La enseñanza de la genética general se imparte, por primera vez, en los nuevos planes de esta Escuela en el curso académico de 1964-1965, a los alumnos de 3er. año de la carrera, y de acuerdo con un programa confeccionado a tal efecto, que se mantiene vigente durante los tres cursos siguientes, es decir hasta 1967-1968. La primera lección está dedicada a la revisión de los términos de la Genética y las Leyes de Mendel, el resto incluye Genética molecular, de poblaciones, humana, así como una perspectiva del futuro desarrollo de la genética y sus aplicaciones.

Este programa se modifica, ampliándose, en los cursos de 1968 a 1971, y se incluye genética de las bacterias y los virus, síntesis de proteínas, teoría molecular de la mutagénesis y otros temas, dándose más intensa y críticamente las Leyes de Mendel y un capítulo dedicado a una Breve Historia de la Genética. Se comenzó a realizar prácticas de laboratorio para la comprobación de las Leyes de Mendel, con ejemplares de *Drosophila melanogaster*.

En los cursos de 1970-1971 en adelante, se han realizado nuevos trabajos experimentales de laboratorio acerca de la herencia ligada al sexo en *Drosophila*. También sobre Poliplidía en *Allium cepa*, aberraciones cromosómicas en *Rhodes Discolor*, extracción de DNA, Inducción de Mutantes y Regulación de *Escherichia Coli*.

Se introdujo la discusión en seminarios sobre trabajos clásicos y científicos de Genética, entre otros, de Mendel, Morgan, Sager, Beadle y Tatum, Benzer, Crick y Hardy.

Para los próximos cursos nos proponemos introducir modificaciones, tanto en el programa técnico, como en actividades práctico-experimentales en los laboratorios, con la inclusión de trabajos en *Aspergillus nidulaus* y seminarios para analizar trabajos en genética más modernos.

Desde el curso de 1966-1967, se comenzó la preparación de especialistas en genética, cuya formación hasta la promoción de 1969, estuvo a cargo del Instituto de Biología de la Academia de Ciencias, del Instituto de Ciencia Animal y de la Escuela de Ingeniería Agronómica. A partir del curso 1970-1971, se comenzó a impartir dicha especialidad por el Departamento

de Genética de nuestra Escuela, con las orientaciones de Vegetal y Animal, desarrollándose las especialidades siguientes: Genética Molecular, Citogenética, Genética Poblacional, Genética Animal y Genética Vegetal.

Las investigaciones del Departamento de Genética.

Las líneas de investigación de nuestro Departamento, iniciadas desde 1966, abarcan seis aspectos muy importantes de la Genética, tales como:

Genética básica (problemas teóricos), Genética Vegetal, Genética Animal, Genética de Hongos, Genética de Bacterias y Citogenética Vegetal.

Los problemas que se estudian son los siguientes:

Mutantes termosensitivos en el locus Dumpy de *Drosophila melanogaster*.

Su objetivo fue estudiar la estructura fina del gen, en este caso en el locus Dumpy, en un organismo complejo como es la *Drosophila*. Se utilizó el EMS y los resultados preliminares de la investigación reportaron un mutante termo-sensitivo a 28°C en este locus.

Deterioro en variedades comerciales de caña de azúcar.

Se estudió el carácter inversión de la sacarosa en azúcares reductores de la caña y otras características fisiológicas en variedades comerciales de la misma, con vista a aconsejar métodos de selección en el futuro y determinar el modelo genético de su herencia. Se encontró que el contenido de azúcares reductores difería significativamente entre variedades.

Análisis genético del color del pelaje en el bovino.

El objeto de esta investigación fue conocer la herencia del color del pelaje en algunas razas de bovinos que se utilizan en el país, en varios cruzamientos, a fin de planificar de modo adecuado determinados cruces, si el color de los animales forma parte del plan de selección de los mismos.

Neoformación de yemas y producción de callos a partir de fragmentos de entrenudos de cítricos.

Se obtuvo un resultado positivo en cultivos "in vitro" y además la determinación del medio idóneo para la producción de callos en tejidos que permitieran estudios genéticos posteriores.

Para el próximo curso tenemos programadas las investigaciones siguientes:

Identificación de progenies y progenitores, evaluando el número cromosómico en *Saccharum*.

Embriogénesis cigótica y nuclear en *Citrus*. Estudios "in vitro".

Análisis citogenético de tres especies de la familia *Commelinaceae*.

Utilización de isoenzimas para diferenciar posturas nucleares y cigóticas en progenie de cítricos.

Utilización de isoenzimas como marcadores genéticos en *Saccharum*.

Proyectamos reducir nuestras principales líneas de investigación para los próximos años, concentrando nuestro trabajo en Genética y Citogenética vegetal, Genética de Hongos y Genética de Bacterias, en los problemas siguientes:

Sistemas isoenzimáticos en caña de azúcar y cítricos.

Mejoramiento genético de caña, cítricos y tomate.

Citotaxonomía del Género *Zephyranthes*.

Citogenética de arroz y cítricos.

Genética de *Aspergillus* y *Penicillium*.

Acción mutagénica de sustancias usadas en la agricultura.

Genética de la cepa celulolítica Hbc.

GREGORIO MENDEL

Autobiografía

Charografía Francisco

Honorable Comisión Frases

Es acuerdo con las autoridades de la Instrucción Pública, el contenido de esta obra...

Nace Gregorio Mendel el día... en el pueblo de...

BIOGRAFIA

En la infancia se dedicó a los estudios de la escuela...

En el año siguiente se trasladó a la escuela...

GREGORIO MENDEL

Autobiografía juvenil

Chirographi Transcriptio

Honorable Comisión Examinadora Imperial y Real:

De acuerdo con las elevadas disposiciones del Ministerio de Culto e Instrucción Pública, el respetuoso abajo firmante presenta un breve esbozo de su vida. ..

Nació (según Anexo A) en Heinzendorf, Silesia, en el año 1822, donde su padre era propietario de una pequeña finca agrícola. Después de haber recibido la enseñanza elemental en la escuela rural de dicho pueblo y, más tarde en el Colegio de los Escolapios en Leipnik, ingresó, en 1834, en la 1.ª Clase Gramatical del Instituto Imperial y Real de Orientación Clásica de Troppau. Cuatro años más tarde, debido a varios sucesos desgraciados que se sucedieron con rapidez, los padres se vieron por completo imposibilitados de cubrir los costos necesarios de los estudios, y el respetuoso abajo firmante, que entonces no tenía sino dieciséis años, se vio por ello colocado en la triste situación de tener que librar absolutamente solo su sustento. Por esta razón asistió al curso para "candidatos a maestros de escuela y maestros particulares" en la Escuela Superior del Distrito de Troppau y como que, después de aprobar el examen, se le recomendara eficazmente en el Certificado de Idoneidad (Anexo B) consiguió, durante los estudios de humanismo, ganar con lecciones particulares lo justo para vivir precariamente. Cuando, en 1840, terminó sus estudios en el Instituto de Orientación Clásica, su primera preocupación fue asegurarse los medios necesarios para la continuación de sus estudios. Por esta razón intentó repetidas veces ofrecer sus servicios como maestro particular en Olmütz, mas, por carecer de amigos y recomendaciones, fracasaron todos sus esfuerzos. La preocupación que esas esperanzas frustradas le causaron y la inquietante y triste perspectiva que el futuro le ofrecía, obraron entonces tan poderosamente sobre él, que cayó enfermo y para reponerse tuvo que pasar un año en casa de sus padres.

Al año siguiente, el respetuoso abajo firmante se vio por fin en la deseada situación de que mediante lecciones particulares podía cubrir en Olmütz sus necesidades más apremiantes, y con ello pudo continuar sus estudios. Empleando todas sus energías logró aprobar los dos años de Filosofía (Anexos D, E, F, G). El respetuoso abajo firmante sintió que no le sería posible continuar soportando tales esfuerzos, siendo por ello que

después de terminar los estudios filosóficos se vio obligado a ingresar en una clase social que lo liberó de las amargas preocupaciones del sustento; las circunstancias decidieron su elección de estado. Solicitó y obtuvo en 1843 el ingreso en el Convento de los Agustinos Santo Tomás, en Altbrunn.

Con este paso cambió totalmente su situación material. Con el bienestar de la existencia física, tan ventajoso para todo estudio, volvieron también el valor y la energía al respetuoso abajo firmante, y estudió con muchas ganas y amor las materias clásicas prescritas para el año de prueba. En las horas libres se ocupaba en la pequeña colección botánico-mineralógica que estaba a su disposición en el convento. Su preferencia por la Historia Natural era tanto mayor cuanto más ocasión encontraba de familiarizarse con ella. Aunque en este estudio carecía de toda orientación oral, y el camino autodidáctico es aquí, tal vez como en ninguna otra ciencia, extraordinariamente penoso y lleva muy despacio a la meta, tomó desde entonces tanta afición al estudio de la naturaleza, que no retrocederá ante ningún esfuerzo para llenar con autodidaxia y el consejo de hombres que poseen experiencia práctica las lagunas aún existentes. En 1848 asistió también a las disertaciones —que pertenecen a la misma dirección— sobre economía, cultivo de árboles frutales y viticultura (Anexos H, I, K).

Después de haber aprobado los estudios teológicos en el año 1848, el respetuoso abajo firmante obtuvo de su Ilustrísima el Prelado el permiso de prepararse para el Examen riguroso (doctorado) en Filosofía. Cuando al año siguiente estaba ya dispuesto a someterse a los exámenes recibió la orden de hacerse cargo de una suplencia en el Instituto Imperial y Real de Orientación Clásica de Znaim, orden que cumplió con alegría. Desde el comienzo de su suplencia se esforzó cuanto pudo por enseñar, de modo fácilmente captable para los alumnos, las materias que le habían confiado, y cree no haber trabajado sin éxito, por cuanto en las lecciones particulares, que durante 4 años le proporcionaron el pan, tuvo abundantes ocasiones de juntar experiencias sobre los posibles logros de los alumnos y los diferentes grados de capacidad perceptiva de los jóvenes. El respetuoso abajo firmante cree haber dado aquí un breve resumen de la historia de su vida. Su pesadosa juventud le enseñó temprano a conocer los lados graves de la vida; le enseñó a trabajar. Hasta mientras gozaba de los frutos de una economía asegurada, continuaba en él vivo el deseo de poder también ganarse el sustento. El respetuoso abajo firmante se consideraría feliz si correspondiera a las exigencias de una Honorable Comisión Examinadora y pudiera lograr la satisfacción de su deseo. Entonces no ahorraría ciertamente ningún esfuerzo y sacrificio para cumplir sus deberes del modo más puntual.

Gregor Mendel

Prof. Supl. en el Gim. i.r. de Znaim

Znaim, el 17 de Abril de 1850.

VITEZSLAV OREL

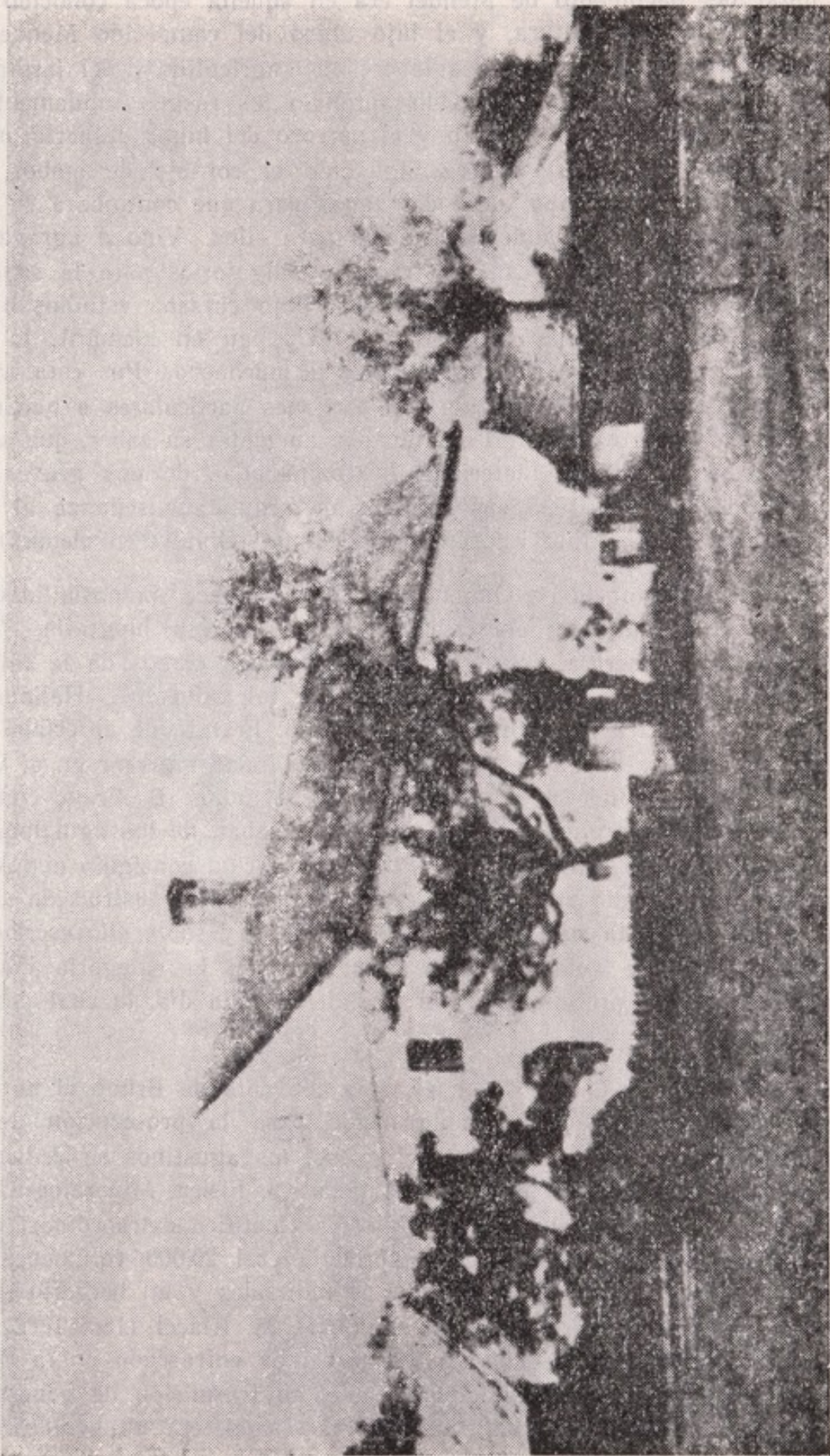
BREVE BIOGRAFIA DE G. MENDEL

Después de 1900 apareció en la literatura científica el nombre del modesto investigador G. Mendel. Este nombre, que está unido al nacimiento de una nueva disciplina científica —la teoría sobre la herencia—, había estado olvidado durante años. Su trabajo, relativamente corto, "Versuche über Pflanzen-Hybriden" atraía siempre más la atención de los investigadores. En Febrero y Marzo de 1865, Mendel habló por primera vez de su trabajo en las asambleas de la Sociedad de Ciencias Naturales en Brno, la cual, en 1866, lo publicó en su compilación de escritos.

C. Correns⁽¹⁾ fue el primero —1900— en publicar datos biográficos del autor del repentinamente famoso trabajo. Los publicó en idioma alemán; en 1902 W. Bateson⁽²⁾ lo hizo en inglés. En el mismo año A. Schindler, sobrino de Mendel, editó en impresión particular un trabajo conmemorativo sobre su tío⁽³⁾, y desde entonces los datos biográficos del fundador de la Genética han aparecido en muchos otros idiomas. Sin embargo, hasta 1924 no se publicó una verdadera monografía sobre Mendel: la que editó en alemán, H. Iltis. Más tarde, en 1932, apareció en inglés; y en 1966⁽⁴⁾ se publicó de nuevo en la forma original.

En ocasión de cumplirse cien años de la publicación de la Teoría de Mendel, se creó en el Museo de Moravia, en Brno, una sección de trabajo para el estudio del legado científico del fundador de la Genética, G. Mendel, y desde 1966, dicho museo edita anualmente una serie FOLIA MENDELIANA, donde se publican no sólo nuevas informaciones sobre G. Mendel, sino también sobre el comienzo del complicado desarrollo de la Teoría de la Herencia, que W. Bateson —en 1906— llamó Genética.

En la Moravia septentrional, en la pequeña y pintoresca ciudad de Fulnek, fue maestro, durante algunos años felices y literariamente productivos J. A. Comenius (1592-1670), más tarde conocido universalmente como el "Maestro de las Naciones", quien despertó en la población el interés por la instrucción y estudio de las Ciencias Naturales. No lejos de Fulnek —en el pueblecito de Hyncice (Heinzendorf en alemán)— el 22 de julio de 1822 nació un niño en la familia del campesino A. Mendel. La obra de la vida de ese niño se convirtió en fundamento de una nueva disciplina científica en las Ciencias Naturales. Su idea descubridora dio poderoso impulso al desarrollo hacia el conocimiento de sistemas vivos, desarrollo que actualmente alcanza su punto culminante, parte en la biología molecular, que con tanto ímpetu se desenvuelve, parte en el conocimiento de la regularidad de todo el complejo de las disciplinas científicas que, en diferentes grados, están relacionadas con la Biología.

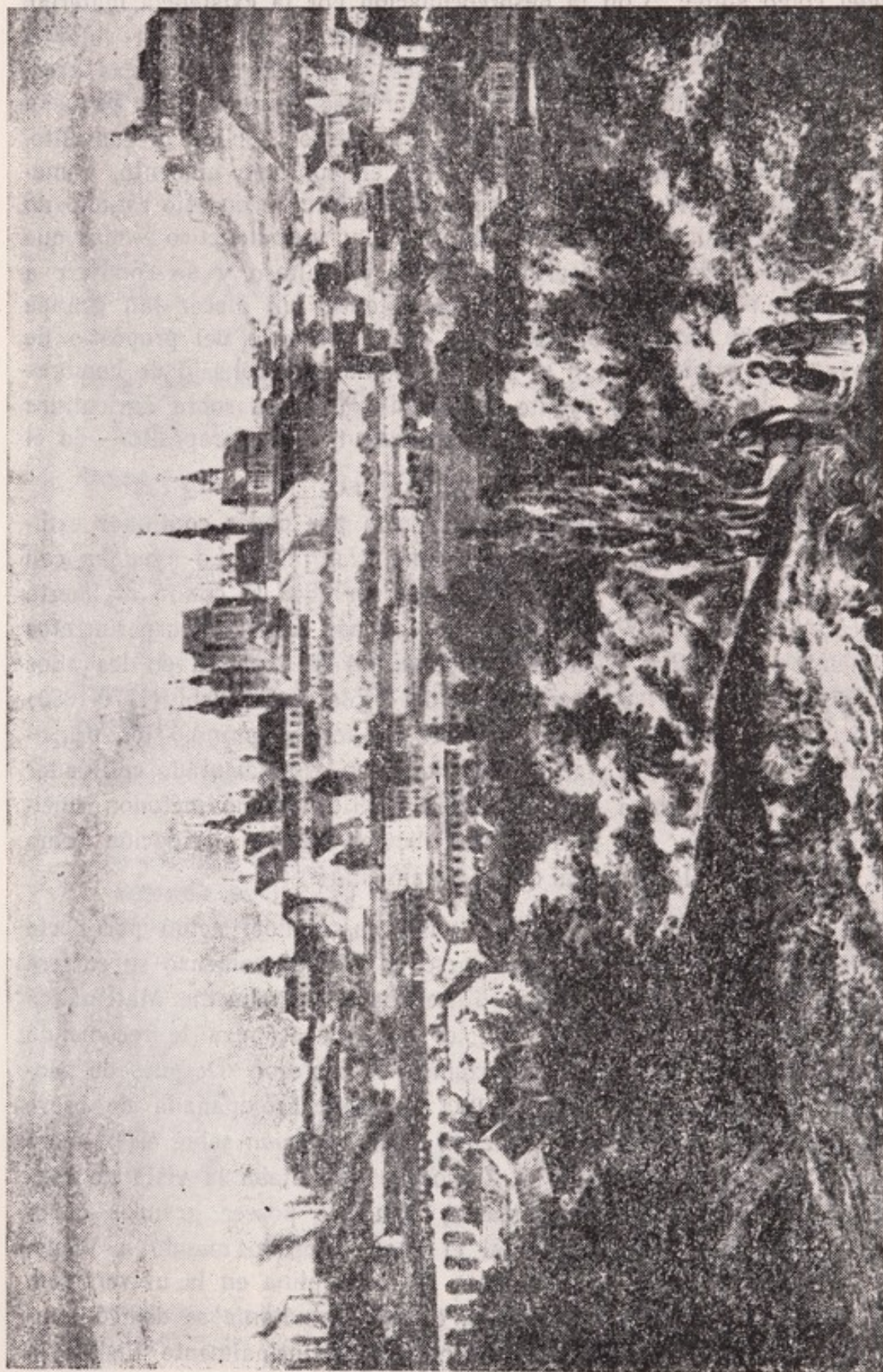


Casa en la que nació G. Mendel; aspecto que tenía antes del año 1910.

El lugar del nacimiento de Mendel era en aquella época conocido por el desarrollo de su agricultura, y el hijo único del campesino Mendel se familiarizó desde muy joven con las labores del agricultor y del jardinero. Ya en la escuela elemental del pueblo aprendió los rasgos fundamentales de la Historia Natural, y el maestro y el párroco del lugar despertaron en él el deseo de aumentar su saber. Siguiendo el consejo de ambos, los padres mandaron al muchacho fuera del hogar para que continuara su instrucción, lo cual suponía grandes sacrificios para ellos. Vino a agravar la situación el que el padre, al cumplir trabajos obligatorios para la superioridad, resultara gravemente herido cuando su hijo cursaba estudios en el Instituto de Orientación Clásica de Opava (Troppau en alemán), lo que motivó que no pudiera continuar ayudando al muchacho. Por esta razón tuvo G. Mendel que ganarse la vida con lecciones particulares a partir de los dieciséis años. Pero era tanto el afán por aumentar su saber, que a pesar de grandes dificultades materiales —acompañadas de dos graves enfermedades— terminó en 1843 sus estudios de segunda enseñanza al cursar los dos años de Instituto Filosófico en Olomuc (Olmütz en alemán).

A fines de su estancia en Olomuc buscaba al parecer la posibilidad de nuevos estudios, y más tarde escribió él mismo en su biografía: "Empleando la máxima energía, conseguí aprobar los dos cursos de la Filosofía, y siento que no soy ya capaz de resistir tal esfuerzo". Hallándose en esta situación crítica, su profesor de Física, B. Franc, que apreciaba sus dotes, perseverancia y cualidades de carácter, le ofreció ingresar en el viejo convento de Brünn, donde podría proseguir los estudios. B. Franc conocía muy bien al generoso protector de las ciencias, el abad de los agustinos de Brünn, F. C. Napp (1792-1867) y con su recomendación consiguió que Mendel ingresara en el medio más favorable para continuar su instrucción. Mas el estudiante encaró esta solución con gran temor, —y sobre ello escribe en su biografía —que se veía obligado a ingresar en la categoría que lo libraría de la amarga preocupación por el pan de cada día, lo cual decidió su elección.

En el otoño de 1843, ingresó en el viejo convento de Brünn el novicio, que no tardó en conocer el favorable medio para la prosecución de su instrucción. Además de los servicios religiosos, los agustinos se dedicaban al estudio y enseñanza de la Filosofía, Matemática, Física, Mineralogía, Botánica y Zoología. Disponían de una biblioteca científica extraordinariamente grande para aquella época, pues comprendía casi 20 000 volúmenes; en el convento tenían además una colección de minerales y un herbario de la flora morava. Por otra parte, el sabio monje F. M. Klácel (1808-1882) hacía ya entonces experimentos con plantas y estaba enfrascado en la variabilidad de las características de las plantas y su transmisión de generación en generación. De acuerdo con la filosofía de Hegel, era un evolucionista convencido.

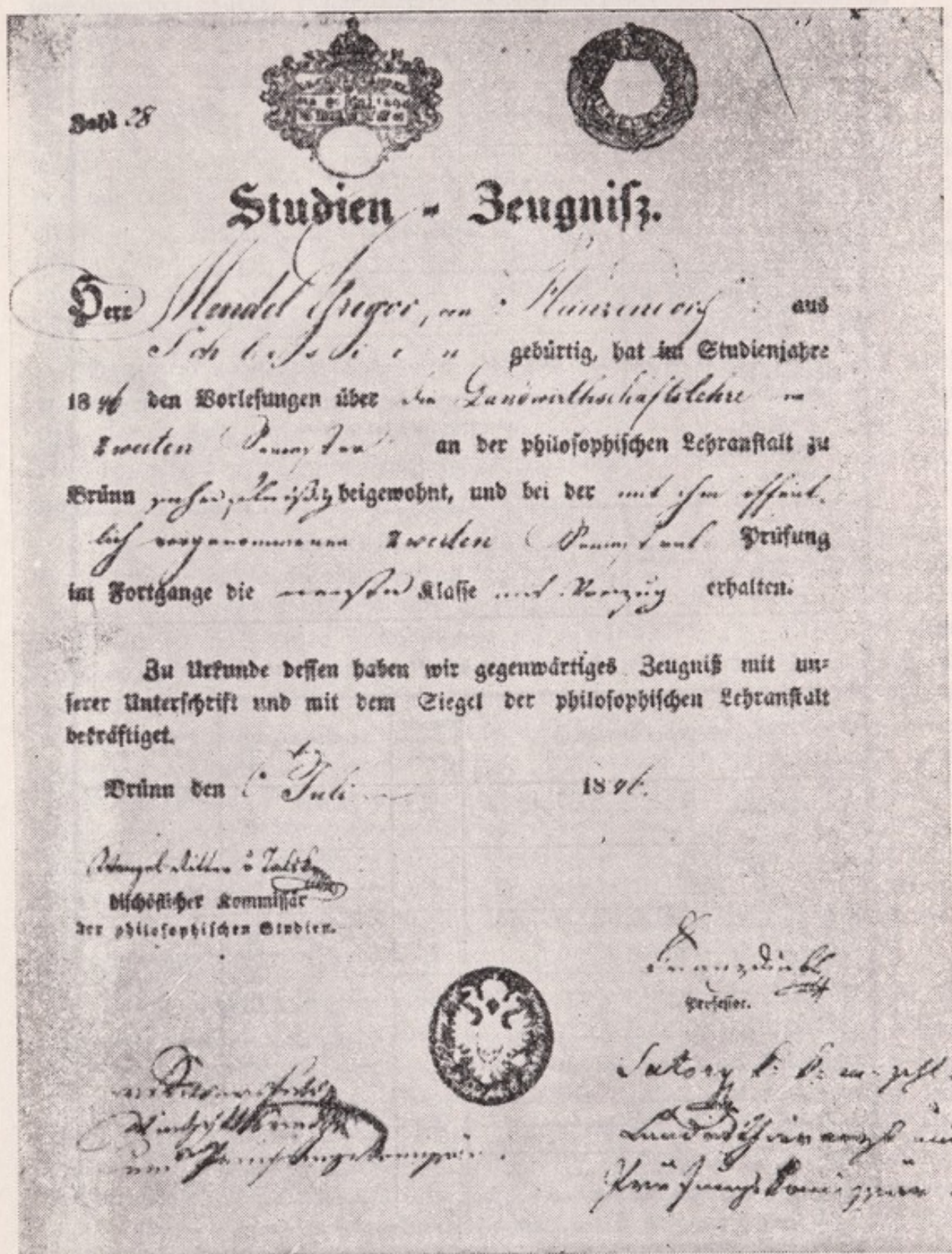


Aspecto de la ciudad de Brno durante la estancia de Mendel en el Monasterio.

El sereno sosiego que reinaba en el claustro fue más tarde descrito por Mendel como sigue: "Con la despreocupación por la existencia material, tan favorable para cualquier estudio, el que suscribe recuperó el valor y la energía, y estudió con gran amor y placer las materias clásicas prescritas para el año del noviciado. En horas libres se ocupaba en la pequeña colección botánico-mineralógica que estaba a su disposición en el convento. Su preferencia por las Ciencias Naturales iba en continuo aumento, a medida que iba teniendo más ocasión de conocerlas. Aunque en este estudio no recibía instrucción oral, y a pesar de ser el camino autodidáctico —más que en ninguna otra ciencia— extraordinariamente dificultoso y de conducir a la meta con gran lentitud, encontró desde entonces un placer tan grande en el estudio de la naturaleza, que nada pudo apartarlo del propósito de llenar las lagunas existentes con el propio estudio y el consejo de hombres experimentados. En 1846 fue oyente de las disertaciones sobre agricultura y cultivo de frutales y viñedos —que coadyuvaban a este propósito— en el Colegio Filosófico de Brno".

Así es como Mendel expresa su satisfacción por poder continuar estudiando y exterioriza su amor por las Ciencias Naturales. Lo ayudaba con sus consejos y su apoyo F. M. Klácel, quien en 1848 le confió el huerto experimental. En este lugar emprendió Mendel más tarde sus experimentos de cruzamiento con *Pisum*. Durante sus estudios de teología en los años 1844-1848 siguió también las disertaciones del profesor F. Diebl (1770-1859) sobre agricultura y cultivo de árboles frutales, donde aprendió los principios del mejoramiento de las plantas. Diebl era un experimentado cultivador de plantas que recomendaba la fecundación artificial como método principal del mejoramiento, y así se encontró Mendel con la hibridación como problema principal en la práctica del mejoramiento⁽⁵⁾.

Después de terminar sus estudios teológicos, Mendel actuó por corto tiempo en el servicio religioso y en el curso de 1849-50 comenzó su carrera de maestro en el Instituto de Znaim. Enseñaba principalmente Matemática y lo hizo con tanto éxito, que el director de la enseñanza le recomendó pasara en la Universidad de Viena el examen de profesor. Después de pensarlo algún tiempo, Mendel presentó una solicitud acompañada de breve biografía, la cual es nuestra fuente principal de información sobre él⁽⁶⁾. Pero en el examen no tuvo éxito: falló en Zoología. Le faltaba la vista de conjunto de los conocimientos. No obstante, demostró poseer grandes conocimientos en Física, razón por la cual el abad Napp lo mandó a Viena, para que en los años 1851-1853 estudiara esta disciplina en la universidad. Además de estudiar Física y Matemática, el feliz estudiante se dedicó también a disciplinas biológicas que le interesaban, principalmente Fisiología de las Plantas, que impartía el entusiasta investigador, profesor de Fisiología de las plantas, F. Unger (1800-1870).



Certificado de estudios de Mendel de la "Ciencia Agrícola", con la firma del Prof. Diebl, quien enseñaba que la hibridación era el método más importante para el mejoramiento de las plantas.

Nationale.

Nr. und Name	<i>Gregor Mendel</i>		
Geburtsort, Ort, Religion	<i>Hausbierdorf im Bisthum - 20 Jahre - Katholik</i>		
Wohnung bei Eintritte	<i>Landstrasse Lyrikerstrasse 258</i>		
Namen, Stand und Wohnort des Vaters	<i>Anton Hauffpflanzler - Hausbesitzer</i>		
Nr., Stand und Wohnort des Bruders			
Bestimmung des Besuchs, ob vor der Eintritte oder nach dem Austritte	<i>im das Universitätsstudium in Wien als außerordentliches Honorar</i>		
Beitrag zu Studienkosten unter dem	(Stipendium) (Zuschlag) im Betrag von	fl.	kr.
	10	5	
Bestimmung der Vorlesung, auf welche die Vorlesung die Vorlesung der Vorlesung bezieht.			
Verzeichnis der Vorlesungen, welche der Studierende zu hören beabsichtigt.			
Gegenstand der Vorlesung	Wöchentliche Stundenzahl derselben	Name des Dozenten	Eigenthümliche Literatur bei Zuhören
<i>Lehrbuch der Organischen Physik</i>	10	<i>Dr. Doppler</i>	
<i>Zoologie</i>	6	<i>Dr. Rona</i>	
<i>Abhängigkeit der verschiedenen Arten von wissenschaftl. Pflanzen</i>	5	<i>Dr. Adtenbacher</i>	
<i>Wachsthum der wissenschaftl. Pflanzen</i>	5	<i>Dr. Adtenbacher</i>	
<i>Nebenorganische Organische Chemie</i>	1	<i>Dr. Moth</i>	
<i>Chemie der Pflanzenorgane</i>	4½	<i>Dr. Hager</i>	
<i>Praktische Vorlesungen in der Chemie der Pflanzenorgane</i>	2	<i>Dr. Mendel</i>	

Seite 1 von 6 S.

Extracto de las lecciones que Mendel quería tomar en la Universidad de Viena en 1852-1853.

En la "escuela física" de Ch. Doppler aprendió Mendel el método de la investigación exacta, y las disertaciones y ejercicios de F. Unger lo llevaron a la idea de verificar los fundamentos de la variabilidad y buscar su explicación a nivel de las células. F. Unger hablaba entonces también de la hidridación de las plantas. Parece que fue en este medio científico donde surgió la idea genial de Mendel sobre las partículas hereditarias que controlan la transmisión de las características de los padres a la descendencia por las células genitales. Siguiendo los principios físicos y basándose en su hipótesis, Mendel elaboró el proyecto de experimentos con la planta modelo *Pisum*, y en cuanto regresó a Brno inició los más adelante famosos experimentos de cruzamientos con *Pisum*, dio a conocer sus ideas y al propio tiempo demostró su importancia.

Desde 1854 Mendel enseñaba Física e Historia Natural en la Escuela Real de Brünn, y dedicaba todo su tiempo libre al estudio de literatura científica, y sobre todo, a sus experimentos. La dirección de la escuela elogió en diferentes ocasiones sus cualidades pedagógicas y su claro y convincente modo de enseñar.

Sus alumnos lo respetaban y aún mucho tiempo después lo recordaban como uno de sus mejores maestros. El fracaso de su segundo intento (1856) de pasar el examen universitario fue la única sombra en esa época de su actividad como maestro y de intensa experimentación. Se había preparado cuidadosamente en medio de la fase más intensa de sus experimentos. En ese año emprendió en gran escala la fecundación artificial de las plantas, lo cual era técnicamente la parte más exigente de sus experimentos. Parece que entonces tenía el sistema nervioso destrozado por la sobrecarga y exceso de trabajo, y en el examen le fallaron los nervios. Poco antes del examen sufrió un ataque de nervios y tuvo que retirarse de la prueba. Regresó enfermo a Brünn, pero continuó sus experimentos. No tardó en lograr resultados convincentes. Desde entonces se concentró tanto en sus experimentos —sabía que daban resultados de extraordinaria importancia—, que ya no volvió a intentar el examen universitario.

Después de diez años terminó Mendel sus experimentos con *Pisum*. Elaboró esmeradamente los resultados en una comunicación que en Febrero y Marzo de 1865 leyó en la asamblea de la Sociedad de Ciencias Naturales. Los naturalistas de Brünn se interesaban ya entonces por la hibridación, que consideraban como problema teórico que conduce a la explicación de las nuevas formas de plantas en la naturaleza. La comunicación de Mendel los cautivó, cierto es; pero no la entendieron. Se vieron enfrentados a una comunicación absolutamente fuera de lo común. Por iniciativa del secretario de la Sociedad, G. Niessl, el manuscrito de la disertación se publicó en 1866. La compilación de escritos, entre los que figuraba la teoría descubridora, fue remitida a más de 120 bibliotecas de destacadas instituciones —también en el extranjero—, pero nadie captó la gran importancia del trabajo del modesto investigador de Brünn. Mendel remitió separatas



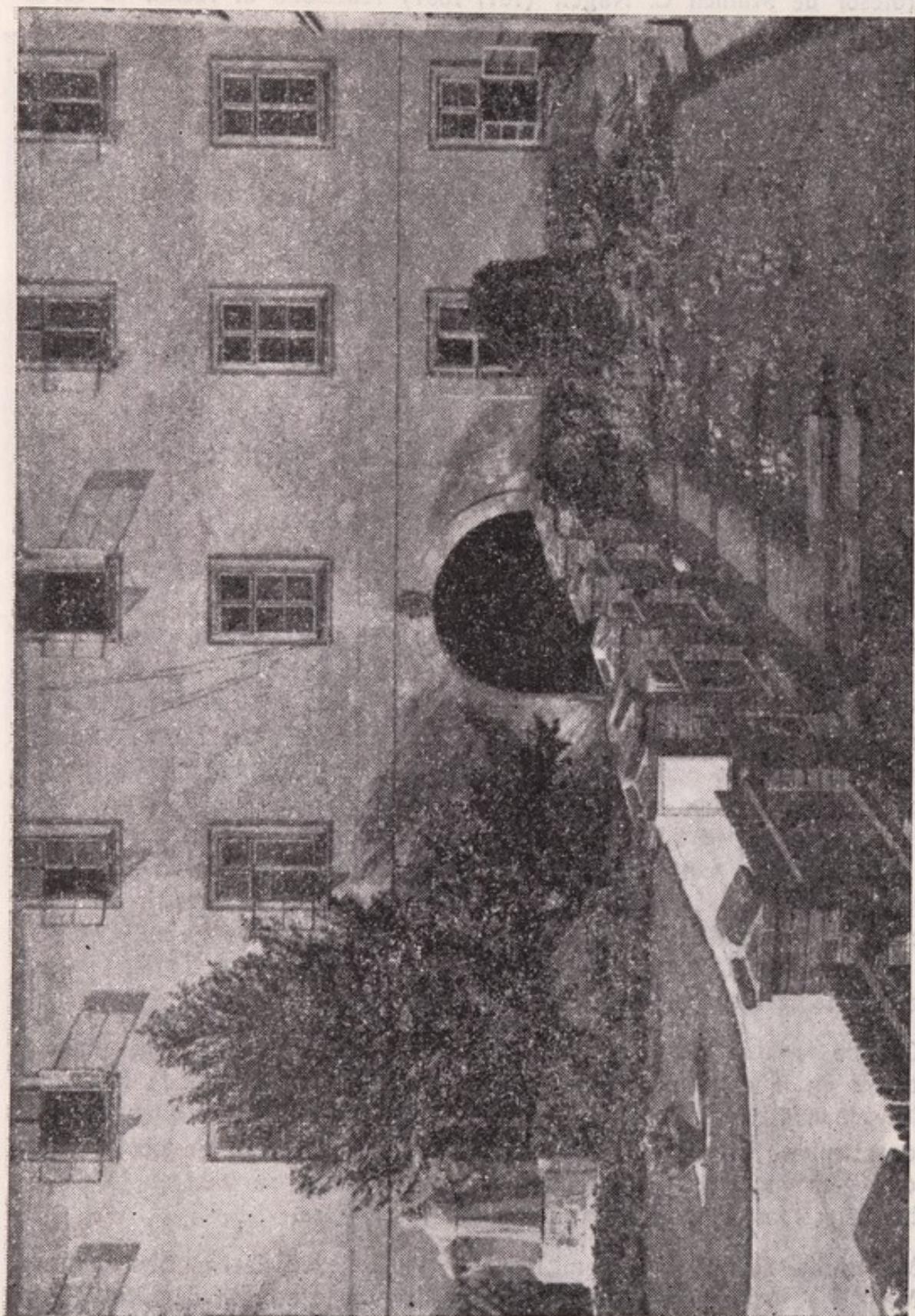
Fragmento de una fotografía de grupo hecha en ocasión de la Exposición Agrícola de Londres en 1862. Mendel en la tercera fila, al centro.

de su trabajo a conocidos biólogos; mas sólo una de ellas encontró acogida. El profesor de Munich C. Nägeli (1817-1891) reaccionó al recibir la carta acompañante de Mendel, siendo ello el comienzo de un intercambio de correspondencia científica que duró varios años. Aunque Nägeli veía en Mendel un "colaborador hábil y exitoso", no comprendió la importancia del trabajo que Mendel le había mandado para que se lo evaluara críticamente. Ante la actitud escéptica de Nägeli, Mendel reaccionó como sigue en su segunda carta: "Comprendía claramente que no será fácil armonizar los resultados de mi trabajo con el desarrollo actual de la ciencia, y que la publicación de estos experimentos singulares es doblemente peligrosa, tanto para el autor de los experimentos como para la causa misma que él defiende". Finalmente, los largos años de correspondencia entre los dos investigadores fueron de gran utilidad para los futuros experimentos de Mendel, en los que llevó a cabo cruzamientos con otras especies de plantas, en primer lugar con diferentes especies de *Hieracium*. Es evidente que con estos experimentos Mendel estudiaba ya la problemática de la evolución, y que quería demostrar que la presencia de toda una serie de complicadas formas de esta especie era un producto de la hibridación.

El hecho de que en 1868 fuera Mendel elegido abad del convento influyó considerablemente en la segunda etapa de su trabajo de investigación. El cargo le imponía una serie de deberes que lo distraían de su trabajo científico. A pesar de ello, después de 1865 observó y describió en sus experimentos toda una serie de leyes sobre la herencia, las cuales no fueron publicadas —por otros investigadores— hasta después de 1900. Los resultados preliminares de sus experimentos con *Hieracium* los publicó Mendel en 1870. Parece que llegó a una conclusión diferente de la que obtuvo con *Pisum*. En la segunda generación no observó ninguna división de características. Más tarde buscó la explicación correcta en la hipótesis de que en este caso se trataba de una base polígena, lo cual no había podido percibir por ser reducido el número de plantas. Mendel consiguió efectivamente, en esfuerzo muy laborioso, la fecundación artificial en algunas plantas; sin embargo, no le fue dable alcanzar resultados tan convincentes como con *Pisum*.

Cuando todavía trabajaba de maestro, Mendel ingresó ya como miembro activo en la organización de los científicos de Brünn. Desde 1857 era considerado experto principal en Meteorología, ciencia sobre la cual escribió nueve artículos. El mismo se había construido un puesto de observación meteorológica en el convento, y casi hasta el final de su vida anotó datos exactos referentes a sus observaciones meteorológicas.

Más tarde, además de ser miembro de la Sociedad de Ciencias Naturales, Mendel pasó también a ser miembro activo de la sección de fruticultura de la Sociedad de Agronomía de Moravia y Silesia, y después de 1870 entró de miembro activo en la Sociedad de Apicultura. Como abad era muy conocido por sus experiencias en la crítica y evaluación de nuevas especies



Vista del monumento a Mendel, en el Jardín del Monasterio.



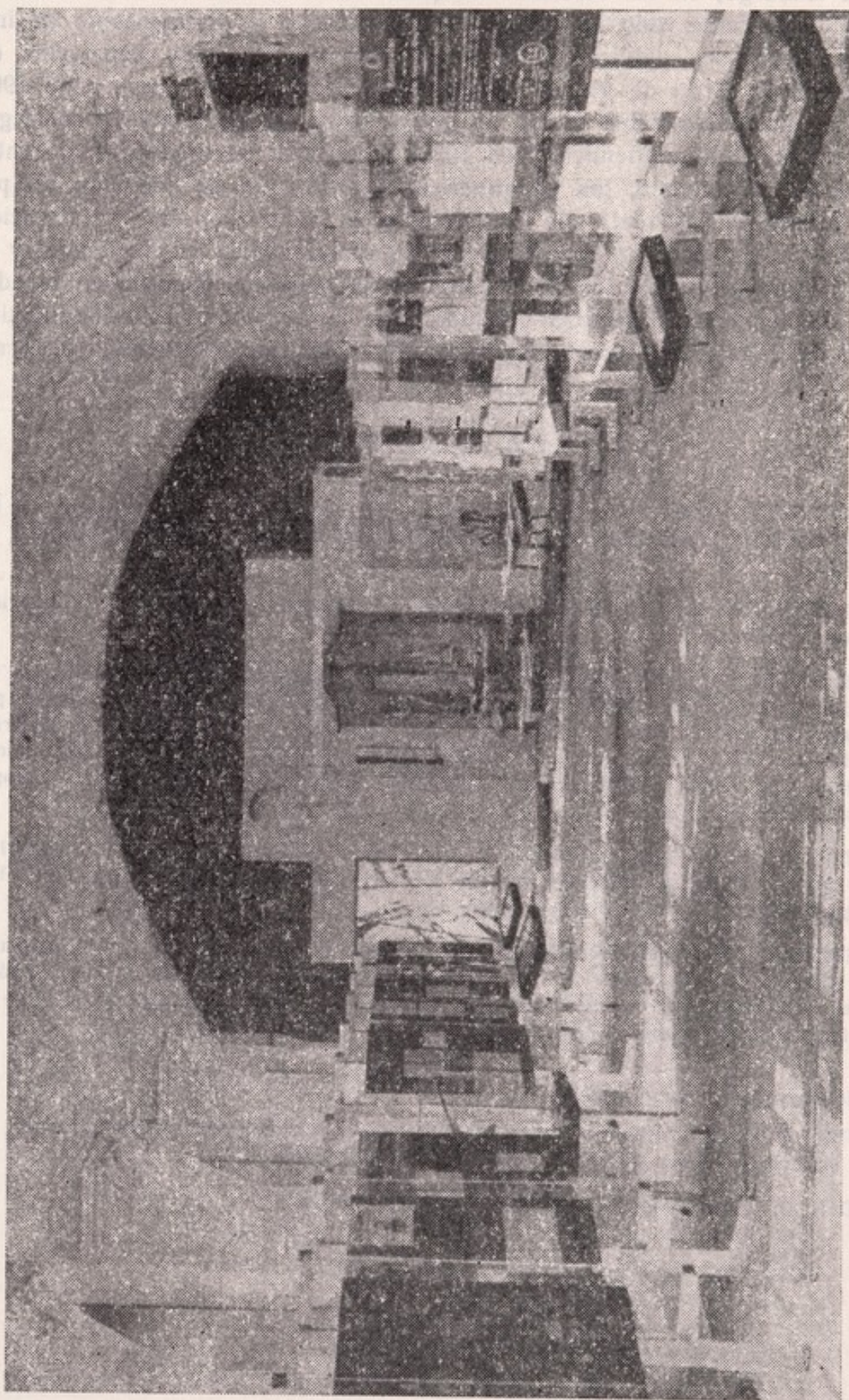
Monumento de Mendel, después de ser trasladado al jardín del Monasterio, en 1962.

cultivadas en hortalizas, flores y, sobre todo, frutas. Sus investigaciones en el cruzamiento de las abejas y los aspectos tecnológicos de su exitosa cría de abejas lo hicieron famoso como apicultor. Hasta hoy no se pudo comprender su intenso esfuerzo para "crear mediante cruzamientos una nueva raza sintética de abejas". Pero en esto no tuvo éxito, porque entonces nada sabía de la forma complicada como se multiplican las abejas.

Después de 1870 fue elegido miembro de la Junta de la Sociedad de Agronomía, donde fungió, hasta su muerte, de relator de literatura agrónoma especializada y aprovechamiento en la agricultura de nuevos conocimientos de las Ciencias Naturales. En esta época publicó una serie de análisis críticos de literatura nueva.

La nueva ley de 1874, que establecía que los conventos habían de pagar un impuesto sensiblemente elevado al fondo religioso, influyó muy desfavorablemente en la multifacética vida del abad G. Mendel. Considerando que el impuesto era ilegal, se negó a pagarlo. Se inició con ello una larga querrela con las autoridades superiores que minó sus energías y contribuyó al empeoramiento de su estado de salud. Sus viejos amigos se esforzaban por atraerlo a las actividades políticas del partido liberal de entonces, y le ofrecieron, en 1876, la función de vicedirector del Banco Hipotecario, y en 1881 incluso la de director. Mendel aceptó las funciones, pero en lo tocante al impuesto sobre los conventos no se reconcilió con las autoridades políticas superiores. Y así fue como cobró fama de "prelado testarudo".

En la fase de declinación de su vida se retiró más y más, y no se fiaba de los que lo rodeaban. Las privaciones en su juventud y la gran tensión de trabajo a que más tarde se vio sometido, junto con el tenso conflicto político, que duró varios años, habían hecho sentir sus efectos. Falleció el 6 de enero de 1884, a los sesenta y dos años, de una afección cardíaca. En las solemnes exequias rindieron tributo a sus méritos tanto los naturalistas como los agricultores. El secretario de la Sociedad de Investigaciones Naturalistas, G. Niessl, dijo que "el tiempo libre que le dejaba su feliz posición lo aprovechaba el finado casi exclusivamente para profundos estudios naturalistas, los que demuestran una forma de aplicación absolutamente independiente y original". En los papeles públicos se dijo que "sus experimentos con híbridos de plantas hacían época". En el escrito necrológico de la Sociedad de Agronomía los méritos de Mendel eran valorados así: "Todos los estudios del finado eran de importancia práctica. El padre Gregorio Mendel no se limitaba a las palabras sin vida. En todas las ocasiones intervino con éxito en la agricultura de Moravia, a la que dedicó gran atención siempre y en todas partes". Los miembros de la Sección de Fruticultura fueron los más certeros al evaluar el legado de Mendel; escribieron en su necrología: "sus experimentos con híbridos de plantas eran indiscutiblemente de los que hacen época. Lo que hizo y creó quedará en indeleble recuerdo".



Vista de la exposición permanente de la vida y obra de Mendel. Está instalada en el antiguo refectorio del Convento de los Agustinos.

Sin embargo, en las solemnes exequias del abad Mendel los asistentes se despidieron ante todo del dignatario eclesiástico y representante de importantes funciones públicas, y eventualmente del conocido benefactor de los pobres. El Brno de Mendel no tuvo conciencia hasta después de 1900 de que en la ciudad había vivido un genial investigador. En 1910 se erigió allí un monumento a Mendel, y en 1922, en ocasión de celebrarse el centenario de su nacimiento, los agustinos inauguraron en su convento un pequeño Museo de Mendel, que actualmente es la sección de investigación histórica que se ocupa en el estudio del legado científico de G. Mendel y al propio tiempo propaga los fundamentos de la genética moderna en la educación de la juventud, dentro del marco de la actividad cultural-educativa general del Museo de Moravia, la más antigua institución científica de Brno.

BIBLIOGRAFIA

- 1) CORRENS, C. 1900: "Gregor Mendels Versuche über Pflanzenhybriden und die Bedeutung ihrer Ergebnisse durch neuesten Untersuchungen". *Botanische Zeitung* 58: 229-240.
- 2) BATESON, W. 1902: "Mendel's Principles of Heredity. A Defense". Cambridge University Press.
- 3) SCHINDLER, A. 1902: "Gedenkrede auf Prälat Gregor Joh. Mendel anlässlich der Gedenktafelenthüllung in Heizendorf, Schlesien, am 20. Juli 1902" (Impresión particular del autor). Publicado de nuevo con comentario crítico, en el libro de Krízenecký J., 1965, "Gregor Johann Mendel 1822-1884. Texte und Quellen zu seinem Wirken und Leben". Editado por la Deutsche Akademie der Naturforscher Leopoldina, Halle. (Pág. 77-100).
- 4) ILLIS, H. 1924: "Gregor Johann Mendel. Leben, Werk und Wirken", Berlín 1924. En inglés: "Life of Mendel" Editorial W. W. Norton and Co. Nueva York, 1932. Segunda edición no modificada en 1966.
- 5) MENDEL'S "AUTOBIOGRAPHIE". El original se conserva en el Mendelianum. En 1954 A. Illis la publicó en el *Journal of Heredity* 45: 231-234. Y la publicó de nuevo en el original alemán, con un comentario de J. Krízenecký, en el libro relacionado en 3), citado en pág. 74-77.

Más bibliografía de importancia:

- RICHTER, O. 1943: "Johann Gregor Mendel wie er wirklich war. Verhandlungen des Naturforschenden Vereines, Brünn". 74, II Parte.
- VOLODIN, B. 1968: "Mendel". Molodaja gvardia, Moscu.

EXPERIMENTOS SOBRE HIBRIDOS
DE PLANTAS

TRABAJOS CLASICOS

Por GREGORIO MENOEL

Trabajo hecho en los experimentos de la
Escuela de Agricultura de Berlin,
el 4 de febrero y el 2 de agosto de 1905.
Se publicó en *Verhandlungen der Kaiserlichen
Gartenbau-Academie zu Berlin*, 3. Jahrgang,
1905, Nr. 1-4.

— I N D I C E —

	Pág.
Notas del Editor	117
Historia del texto de los "Experimentos", así como observaciones críticas al texto, por Franz Weiling	119
Observaciones introductorias	127
Selección de las plantas experimentales	127
División y orden de los experimentos	129
Las formas de los híbridos	131
La primera generación de los híbridos	132
La segunda generación de los híbridos	134
Las generaciones subsiguientes de los híbridos	136
Los descendientes de los híbridos, en los que se hallan asociados varios caracteres diferenciales	137
Las células reproductoras de los híbridos	141
Experimentos con híbridos de otras especies de plantas	148
Observaciones finales	152

NOTAS

SOBRE EL TITULO EN ESPAÑOL:

Se ha preferido adoptar como título en español del trabajo clásico de G. Mendel, no el que aparece en la versión publicada en México, sino el que damos aquí, que es una traducción literal del título original en alemán, es decir: EXPERIMENTOS SOBRE HÍBRIDOS DE PLANTAS. El título que aparece en las traducciones de Prevosti y Robledo proviene del que por primera vez se utilizó en inglés y que apareció en el "Journal of de Royal Horticultural Society, XXVI, 1-32, 1901, el cual fue aceptado posteriormente por Bateson y otros autores. En la nota sobre la Bibliografía de Mendel, de Van der Pas, éste traduce —correctamente en nuestra opinión— el trabajo "Versuche über Pflanzen-Hybriden" como "Experiments on hybrids of plants".

EDITOR.

SOBRE LA VERSION AL ESPAÑOL:

En esta edición se ha utilizado la versión en español publicada por la Universidad Autónoma de México, en 1965, de la traducción del inglés del Dr. Antonio Prevosti. Se ha confrontado este texto con las publicaciones en idioma alemán aparecidas en FUNDAMENTA GENETICA, Moravian Museum, Brno, 1965, págs. 57-92 y la de OSTWALDS KLASSIKER DER EXAKTEN WISSENSCHAFTEN, Friedr., Vieweg & Cohn, Braunschweig, 1950, págs. 21-64. Se han hecho correcciones e introducido modificaciones por considerar que de este modo se ajusta más al texto y forma de presentación de la edición original de G. Mendel.

EDITOR

(*) Publicado en Ostwalds Klassiker, págs. 21-64. Traducción del alemán.

HISTORIA DEL TEXTO DE LOS "EXPERIMENTOS", ASI COMO OBSERVACIONES CRITICAS AL TEXTO¹ POR FRANZ WEILING*

Un año después de sus conferencias se citó a J. G. Mendel para la publicación de sus "Experimentos sobre híbridos de plantas" en las Discusiones de la Unión de Naturalistas⁽²⁾. El 18 de abril de 1867 escribe sobre esto a Nägeli⁽³⁾: Di "mi aprobación después de haber revisado de nuevo los apuntes de diferentes años de experimentos sin poder descubrir errores. El ensayo presentado es la copia inalterada del concepto de la mencionada conferencia". Desafortunadamente, no se sabe cómo fue desglosado el ensayo en las dos conferencias⁽⁴⁾.

Según la lista de distribución⁽⁵⁾, las "Discusiones" del año 1865 se enviaron a 115 instituciones diferentes (otras uniones naturalistas, así como bibliotecas). La tirada total de este tomo fue de 500 ejemplares⁽⁶⁾.

Mendel mismo pidió 40 copias separadas de su trabajo y parece que las distribuyó, salvo algunos ejemplares, por ejemplo, a C. Nägeli y a Anton Kerner von Marilaun, botánico de Innsbruck. Hoy se conoce el paradero de 6 de estas copias. Cada uno de los ejemplares se halla en la biblioteca del Instituto Botánico de la Universidad de Viena (de la herencia de Kerner), del Instituto de Biología "Max-Planck" de Tübingen (de la herencia de Theodor Boveri), del Instituto Botánico de la Universidad de Amsterdam (de la herencia de M. W. Beijerinck) y del Instituto de Botánica Sistemática de la Universidad de Graz (posiblemente de la herencia de F. Unger, profesor de fisiología vegetal de Mendel)⁽⁷⁾. Dos ejemplares se hallan en el museo "Mendel" de Brünn (de la propiedad del antiguo convento de Santo Tomás, en Altbrünn)⁽⁸⁾. Los ejemplares guardados en Viena, Tübingen y Graz, y sólo éstos, muestran correcciones hechas por el propio Mendel. De la distribución del tomo 4 de las "Discusiones" se sabe que hasta 1900 hubo 10 ejemplares en poder de bibliotecas americanas, y hasta 1943, 21.

Poco tiempo después del "redescubrimiento" de las reglas de herencia, E. V. Tschermak procuró la autorización para poder publicar los trabajos de Mendel sobre híbridos de plantas en la colección "Clásicos de Ostwald". Él mismo atendió 6 tiradas⁽⁹⁾, en las que se incluyeron explicaciones especiales. En el mismo año (1901) se imprimió el trabajo de Mendel sobre chícharos en la revista "Flora" (tomo 89, suplemento, págs. 364-403). En el mismo año también se publicó en el Journal of the Royal Horticultural

(*) Publicado en Ostwalds Klassiker, págs. 15-20. Traducción del alemán.

Society (tomo 26, pág. 1-32) una traducción al inglés de C. T. Druery. W. Bateson incluyó esta traducción con pocos cambios en su alegato "Mendel's Principles of Heredity" (1902), así como en las cuatro ediciones de una obra del mismo nombre⁽¹⁰⁾, de la que A. Winkler publicó una traducción alemana (Leipzig y Berlín), (1914).

Ediciones alemanas aparecieron, además, en las "Discusiones de la Unión de Naturalistas de Brünn", tomo 49 (1911) —Homenaje en recuerdo de Gregorio Mendel, una copia fiel al original con respecto a las páginas y los renglones, con algunas correcciones—; además, en dos trabajos publicados con motivo del centenario (1965) de Krízenecký⁽¹¹⁾, W. Junk, Berlín 1917; el "Journal of Heredity" tomo 42, 1-47 (1951) y la "Historia naturalis classica" (1960) publicaron un facsímile cada uno.

La mencionada traducción inglesa se imprimió varias veces en manuales americanos de genética y apareció como folleto independiente en la Harvard University Press⁽¹²⁾. También es la base de una edición en inglés comentada por R. A. Fisher⁽¹³⁾. Una nueva traducción al inglés ha sido hecha por Sherwood⁽¹⁴⁾. Además, se publicaron una traducción o edición francesa, cuatro rusas (un total de 8 tiradas)⁽¹⁵⁾, dos italianas, dos polacas, dos suecas^(15a), dos checas, dos españolas⁽¹⁶⁾, una portuguesa⁽¹⁷⁾, así como ocho japonesas⁽¹⁸⁾.

Unos años después de 1900, Hugo Iltis, el posterior biógrafo de Mendel, halló el manuscrito de los "experimentos sobre híbridos de plantas" entre papeles viejos para quemar. Desafortunadamente, el manuscrito se perdió nuevamente después de la segunda guerra mundial. Sin embargo, existen dos facsímiles⁽¹⁹⁾. El manuscrito está hecho en letra cursiva clara y uniforme. Los títulos de los capítulos, la parte superior de una tabla, las denominaciones latinas de las plantas y los nombres de los autores están destacados especialmente con letras latinas. Varias veces Mendel subrayó palabras clave y parte de oraciones. Algunas correcciones se realizaron con tanto esmero que apenas se perciben.

El impreso original de 1866, en comparación con el manuscrito, muestra divergencias en el estilo, casi siempre sistemáticas, así como una serie de erratas. Puede ser que algunas divergencias se expliquen porque el cajista a veces interpretara mal la letra de Mendel. Así transformó la "h" minúscula del adjetivo "híbrido" dentro de las composiciones "las características híbridas" (página 28, renglones 9 y 17; página 32, renglón 25 y siguientes), "el carácter híbrido" (página 31, renglón 24), "la célula básica híbrida" (página 58, renglón 26), "del organismo híbrido" (página 59, renglón 10), etc., en "las características de los híbridos", "el carácter de los híbridos", "la célula básica de los híbridos" y "del organismo de los híbridos", etc. Por otra parte, la misma "h" minúscula se interpreta bien en otros lugares, por ejemplo, "característica híbrida" (p. 34, renglón 18; p. 38, renglón 1 y siguientes); "híbridos" (p. 37, renglón 1 de abajo, y p. 38, renglón 4), etc.

Parece que Mendel no tuvo oportunidad de leer las correcciones. En las copias de Viena, Tübingen y Graz hay ocho correcciones hechas por Mendel personalmente. La más importante se refiere a la fórmula de la página 49 para las diferentes combinaciones de herencia cuando el "híbrido" (= bastardo F_1) fue heterocigótico en dos caracteres hereditarios. En esta fórmula el cajista sustituyó por error el signo "=" que está después de la décimosexta forma de herencia, por el signo "+". Sin embargo, el número de errores introducidos durante la impresión es considerablemente mayor. El cajista, además, modificó muchas veces el estilo del manuscrito, y, desde el punto de vista actual, desventajosamente. Krízenecký⁽²⁰⁾ deja ver brevemente estas divergencias. Sin embargo, a Mendel también se le escaparon en su manuscrito diferentes faltas de ortografía (omisión de letras, así como algunos cambios de la ortografía en el curso del texto). Mientras que la mayoría de las erratas pueden reconocerse fácilmente, ya que tienen un efecto discordante, la transformación antes mencionada de la "h" minúscula en una "H" mayúscula en combinación con un enlace del adjetivo sustantivado con el siguiente sustantivo mediante un guión (por ejemplo, la transformación de "señales híbridas" en "señales de híbridos", causa un amplio cambio de sentido). Mendel considera las características, los caracteres, etc., causados por la situación heterocigótica de herencia, del mismo modo que las células básicas y los organismos, como híbridos. Sin embargo, este criterio se pierde completamente por la modificación hecha por el cajista.

En el transcurso de las diferentes tiradas, Tschermak trató de ajustar el texto de su edición a nuestro estilo actual y hacer más comprensibles algunos párrafos mediante pequeñas modificaciones. Sin embargo, algunas de estas modificaciones son injustificadas, ya que se basan en una mala interpretación del texto y también cambian el sentido original. A éstas pertenece, por ejemplo, el haber cambiado por "pulgada" la abreviación (') introducida por el cajista de la impresión original para la medida de longitud "pie" dada por Mendel en el manuscrito⁽²¹⁾, además, la transformación de la locución "importantes" (porque a pesar de un reducido número de plantas experimentales, se basan en muestreos especialmente voluminosos —ref.) "promedios", muy comprensible para un estadístico, por la poco razonable expresión "diferentes promedios" o incluso "importantes diferencias"⁽²²⁾.

Por lo tanto, nos enfrentamos con la cuestión de si para la presente reedición no sería preferible seleccionar el estilo del manuscrito como la más original y siempre mejor redacción del texto de Mendel, tal como ha tratado de hacerlo Krízenecký en sus nuevas ediciones, o si debíamos seguir los esfuerzos de Tschermak, quien trató de ajustar los textos de Mendel tanto en su estilo como en su redacción, a las condiciones actuales. Tras minuciosa reflexión, nos decidimos por una vía intermedia, en la que hemos mantenido el estilo moderno introducido por Tschermak, pero en la redacción tratamos de seguir en lo posible el manuscrito de Mendel. De esta manera, conservando en gran medida la redacción escogida por Mendel,

el texto sería más apropiado para un mayor círculo de lectores. Por otra parte, pueden evitarse notas críticas al texto, necesarias en caso contrario, que para una gran parte de los lectores son quizás de poco interés. Este procedimiento parece justificarse aún más, debido a que la redacción escogida por Mendel en su manuscrito se acerca mucho a la actual.

ADVERTENCIA: Las palabras subrayadas por Mendel en su manuscrito están impresas en cursiva en la siguiente reproducción de sus "Experimentos".

— NOTAS —

- 1) Véase Krízenecký, J. Fundamenta genética. Oosterhout-Praga-Brno; 1965, así como del mismo autor: Gregorio Juan Mendel, 1822-1884, etc. Leipzig, 1965.
- 2) El año 1865 de las "Discusiones" apareció, a causa de los disturbios de la guerra de 1866 que afectaron también a Brünn, sólo después de mediados de noviembre de ese año [véase "Discusiones de la Unión de Naturalistas", Brünn, 5, (Sitz. Ber.), 1866 (1867), 51]. Después de la batalla de Königgrätz (3/7 1866) los prusianos ocuparon Brünn con 50 000 hombres. Durante la ocupación, que duró, con fuerza decreciente, hasta principios de setiembre de 1866, estalló una epidemia de cólera que causó más de 3 000 muertes (según una carta de Mendel del 31 de agosto de 1866 a su cuñado Leopoldo Schindler. Véase Krízenecký, J., Leipzig, 1965, p. 121 y ss, en la llamada I; e informaciones del periódico "Neuigkeiten" de Brünn, año 16, 1866).
- 3) Véase página 14, No. 14, página 1242. (Ver Ostwalds Klass. 1970).
- 4) Véase página 87, nota 34. (Ver Ostwalds Klassiker, 1970).
- 5) Discusiones de la Unión de Naturalistas de Brünn, 4, 1865 (1866), p. VI-IX.
- 6) Discusiones de la Unión de Naturalistas de Brünn, 6 (Sitz. Ber.), 1867, (1868), 53. Cada miembro recibió un ejemplar. Ibidem, 4 (Sitz. Ber.), 1865 (1866, 37).
- 7) Knoll, Fr.: Sobre una copia aún desconocida del trabajo de híbridos de Gregorio Mendel. Noticias de la Academia de Ciencias de Austria, Escuela Mat. Nac., año 1967, No. 9, páginas 226-229.
- 8) La segunda de estas copias, un ejemplar encuadernado, sin sello, fue hallado por el autor en colaboración con el director del museo "Mendel" de Brünn, Dr. V. Orel, en setiembre de 1966, en la antigua biblioteca del convento de Altbrünn.
- 9) 1901, 1911, 1913, 1923, 1933, 1940.
- 10) 1903, 1909, 1913, 1930. Una copia de los "Experimentos" que tiene en cuenta las partes esenciales de esta traducción existen en J. R. Newman (editor): The World of Mathematics. A small library of the Literature of Mathematics from Archimedes the Scribe to Albert Einstein, with Commentaries and Notes. Tomo 2, páginas 937-949, New York, 1956.
- 11) Véase llamada I.
- 12) Van der Pas, P. W.: A note on the bibliography of Gregor Mendel. Medical History, 3 (1959), 331-333.
- 13) Gregorio Mendel: Experiments in Plant Hybridization — with Commentary and Assessment by Sir Ronald A. Fisher. Edited by J. H. Bennett, Edimburgo y Londres, 1965.

- 14) Stern, C. and E. R. Sherwood: *The Origin of Genetics. A Mendel Source Book.* San Francisco y Londres, 1966.
- 15) Amistosa comunicación del Prof. A. Gaissinovitch, Moscú. La última edición de una traducción publicada por Gaissinovitch es del año 1968.
- 15a) La última de E. Nilsson, 1967, en Lund.
- 16) Una de ellas en Méjico, en 1965, por A. Prevosti.
- 17) De A. Candeias en *Naturalia* (Lisboa), 9 (1965) 1-63.
- 18) Completada según Krízenecký, 1965 (Véase llamada 1).
- 19) *Criadores*, 13 (1941), 221-268; y *Novant' Anni Delle Legge Mendeliane 1865-1955* (1956), 3-99.
- 20) Véase llamada 1.
- 21) Véase p. 75, llamada 11; *ibidem*, p. 6, renglón 23. Compárese p. 26, renglón 11. (Ver Ostwalds Klassiker 1970).
- 22) Véase p. 75, llamada 11; *ibidem*, p. 11, llamada. Compárese p. 31, renglón 18; además, p. 84, observación 23. (Ver Ostwalds Klassiker 1970).

40

~~August 1866~~

Versuche über Pflanzen-Hybriden

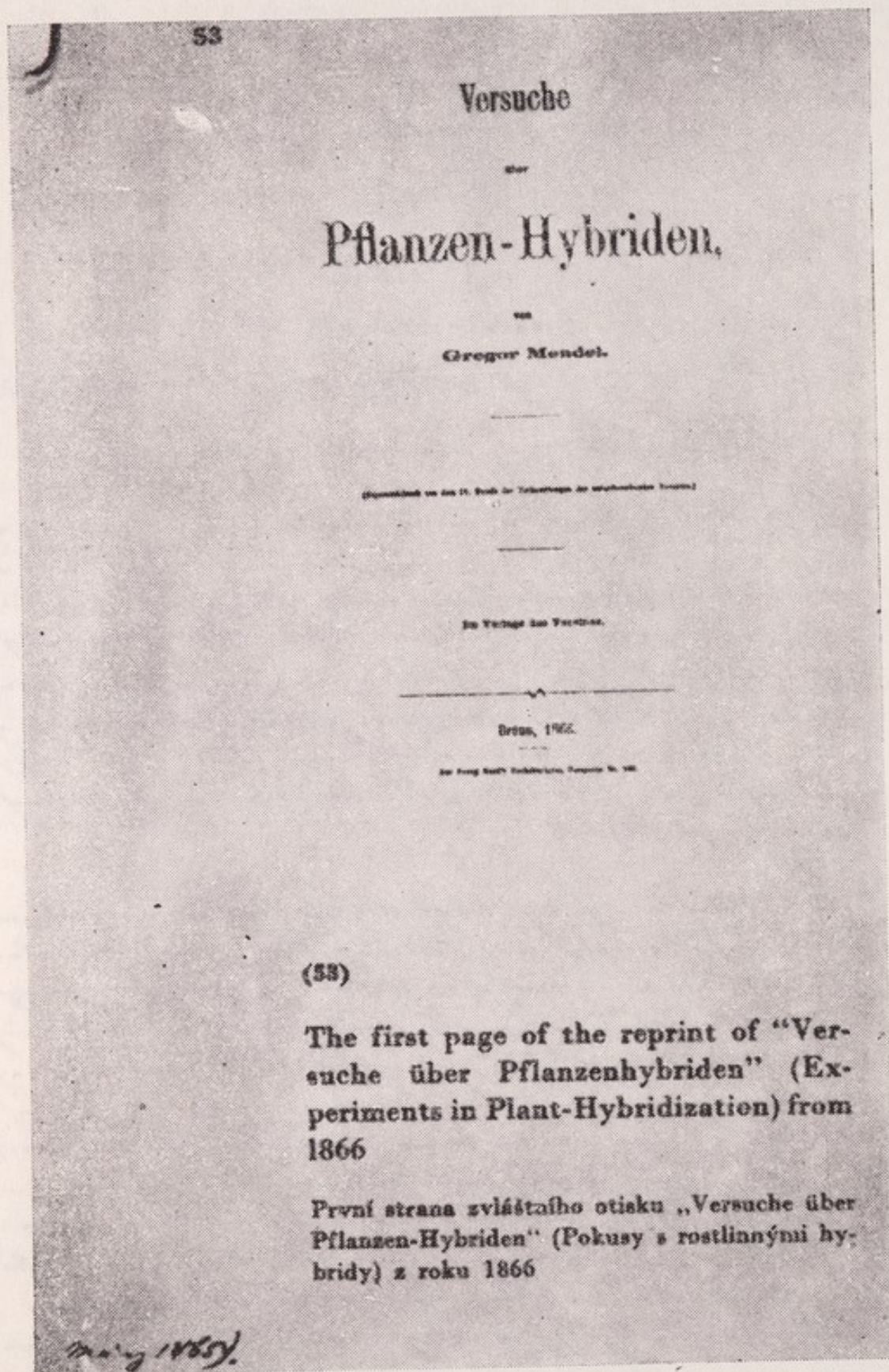
von
Gregor Mendel.

(Ausgegeben an den Verlag von W. Brauns & Co. März 1866.)

Euleidende Bemerkungen

Hauptliche Aufsichtungen, welche zu Zielpflanzen des Pflanzens
gewonnen werden, um neue Samen-Mannschaften zu erzeugen,
sind die Kreuzbestäubung zu dem Zweck, welche die
Kreuzbestäubung werden sollen. Die auffallende Regelmäßigkeit,
mit welcher dieselben hybridisiren immer wiederkehren,
so ist die Kreuzbestäubung zweifelslos gleiches Stadium, gelte
die Erzeugung zu weiteren Generationen, deren Aufgabe
es nur, die Fortentwicklung der Hybriden in ihrem Wachstum
man zu verfolgen.

Die Aufgabe haben sorgfältige Beobachter, wie H. K. K. K.,
Gärtner, Herber, Lecoq, Michura in u. a. m. auf ihre
Lehre mit unermüdetem Eifer geübt. Man hat,
bis jetzt Gärtner in seinem Werke, die Erbvererbung
von Pflanzenvererbungsstoffe sich selbst über die Bestäubung
wie in unvollständiger Zeit wieder von Michura gewünschte
Untersuchungen über die Erbvererbung der Weiden veröffentlicht.
Ist. Man ist nicht zufrieden ist, ein allgemeines
gültiges Gesetz zu sein die Bildung und Entwicklung der
Hybriden anzudeuten, so kann das Mannschafte Weiden
nehmen, über die Vererbung der Aufgabe kommt nur die
Begründung zu wünschen, mit denen Pflanzen



(53)

The first page of the reprint of "Versuche über Pflanzenhybriden" (Experiments in Plant-Hybridization) from 1866

První strana zvláštního otisku „Versuche über Pflanzen-Hybriden“ (Pokusy s rostlinnými hybridy) z roku 1866

Primera página de la impresión de "Versuche über Pflanzen-Hybriden",
Brünn, 1866.

EXPERIMENTOS SOBRE HIBRIDOS DE PLANTAS

Observaciones Introductorias

Fecundaciones artificiales realizadas en plantas ornamentales para obtener nuevas variaciones en el color condujeron a los experimentos que se van a describir aquí. La notable regularidad con que reaparecerían siempre las mismas formas híbridas cuando la fecundación se realizaba entre especies iguales, indujo a ulteriores experimentos, cuyo objeto fue seguir el desarrollo de los híbridos en sus descendientes.

A esta tarea han dedicado parte de su vida con inagotable perseverancia, cuidadosos observadores como Kölreuter, Gärtner, Herbert, Lecoq, Wichura y otros. Especialmente Gärtner, en su trabajo *Die Bastarderzeugung im Pflanzenreiche* (La producción de híbridos en el reino vegetal), ha consignado observaciones muy valiosas; y muy recientemente Wichura publicó los resultados de unas profundas investigaciones en los híbridos del sauce. El que hasta ahora no haya sido formulada con éxito una ley general aplicable a la formación y desarrollo de los híbridos, no sorprenderá a nadie que conozca la extensión del trabajo y pueda apreciar las dificultades con que se tiene que luchar en experimentos de esta clase. Sólo podrá llegarse a una decisión final cuando dispongamos de los resultados de experimentos detallados hechos en plantas de las más diferentes familias.

Quien abarque la totalidad del trabajo hecho en este campo llegará a la convicción de que entre los numerosos experimentos realizados, ninguno se ha llevado a cabo en extensión y en modo tales que hagan posible determinar el número de formas diferentes que aparecen en la descendencia de los híbridos, que permitan clasificar estas formas con certeza por generaciones separadas y establecer con precisión sus relaciones numéricas.

En realidad, se requiere cierta dosis de valor para emprender un trabajo tan extenso; no obstante, hacerlo parece ser la única vía buena para alcanzar finalmente la solución de una cuestión de tanta importancia en relación con la historia de la evolución de las formas orgánicas.

En el presente trabajo se diserta sobre los resultados de un experimento detallado de este tipo. Este experimento se limitó prácticamente, a un pequeño grupo de plantas, y ahora, después de 8 años de duración, está acabado en todos sus aspectos esenciales. Si el plan según el cual se ordenaron y llevaron a cabo los diversos experimentos es el más apropiado para alcanzar el objetivo perseguido, queda al benévolo juicio de la crítica.

Selección de las plantas experimentales

El valor y la validez de un experimento depende de lo apropiado que sea el material que en él se utilice y del empleo adecuado de ese material. Tampoco en el caso que nos ocupa es indiferente saber qué especies vegetales se emplearon para experimentar y de qué manera se llevaron a cabo los experimentos.

La selección del grupo de plantas que debe emplearse para experimentos de esta clase, debe hacerse con todo el cuidado posible si se desea evitar desde el principio todo riesgo de obtener resultados dudosos.

Las plantas experimentales deben necesariamente:

1. Poseer caracteres diferenciales constantes.
2. Los híbridos de estas plantas deben, durante el período de floración, estar protegidos de la influencia de polen extraño o debe ser fácil protegerlos de él.
3. Los híbridos y sus descendientes no deben presentar perturbaciones marcadas en su fertilidad en generaciones sucesivas.

Si ocurriera durante los experimentos, sin darnos cuenta, la impregnación accidental con polen extraño conduciría a conclusiones completamente erróneas. La fertilidad reducida o la esterilidad completa de ciertas formas, tal como aparecen en los descendientes de muchos híbridos, haría muy difíciles o imposibles los experimentos. Para descubrir en qué relaciones están las formas de los híbridos entre sí y respecto a sus especies de origen, parece ser necesario que todos los miembros de la serie desarrollada estén, sin excepción, sujetos a observación en cada una de las generaciones.

Ya desde el principio se prestó especial atención a las leguminosas, debido a su peculiar estructura floral. Experimentos realizados con varios miembros de esta familia, condujeron al resultado de que el género *Pisum* corresponde a las exigencias planteadas. Algunas formas completamente independientes de este género poseen caracteres que son constantes y fáciles de reconocer con seguridad; y cuando sus híbridos se cruzan entre sí, producen descendencia totalmente fértil. Además, no es fácil que ocurra una perturbación por polen exterior, ya que los órganos fertilizadores están estrechamente envueltos dentro de la quilla y las antenas revientan ya dentro del capullo, de manera que el estigma queda recubierto de polen incluso antes de que se abra la flor. Esta circunstancia tiene especial importancia. Otras ventajas que merece la pena mencionar, son el fácil cultivo de esta planta en el suelo y en tiestos, así como su período de crecimiento relativamente corto. La fecundación artificial es, ciertamente, un proceso algo laborioso, pero tiene casi siempre éxito. Para realizarla se abre el capullo antes de que esté completamente desarrollado, se elimina la quilla y con unas pinzas se extraen cuidadosamente todos los filamentos; después de ello puede espolvorearse enseguida el estigma con el polen ajeno.

En total se obtuvieron de varios comercios de semillas 34 variedades más o menos diferentes de guisantes, que fueron sometidas a una prueba de dos años. En una variedad se observaron, entre un gran número de plantas todas iguales, unas pocas formas que eran marcadamente diferentes. Estas, no obstante, no variaron en el siguiente año y coincidían completamente con otra variedad adquirida del mismo vendedor de semillas; es indudable, por tanto, que las semillas se habían mezclado incidentalmente. Todas las demás variedades produjeron descendientes perfectamente constantes e iguales; por lo menos, no se observó ninguna desviación esencial durante la prueba de dos años. Para la fecundación, 22 se seleccionaron y cultivaron cada año durante todo el período de los experimentos. Todas, sin excepción, dieron buenos resultados.

Su clasificación sistemática es difícil e incierta, si aceptamos la definición más estricta de especies, según la actual sólo pertenecen a una misma especie los individuos que en circunstancias absolutamente iguales presentan también caracteres absolutamente iguales. No habría dos de estas variedades que pudiera decirse que pertenecen a una misma especie. No obstante, según la opinión de los expertos, la mayor parte pertenece a *Pisum*

sativum, mientras que el resto de ellas se consideraron y clasificaron, bien como subespecies de *Pisum sativum*, bien como especies independientes, tales como *P. quadratum*, *P. saccharatum* y *P. umbellatum*. Por lo demás, la posición que se les puede asignar en un sistema de clasificación es indiferente para el objetivo de los experimentos en cuestión. Del mismo modo que no se puede trazar una línea precisa de diferenciación entre especies y variedades, tampoco se ha logrado hasta ahora establecer una diferencia fundamental entre los híbridos de las especies y las variedades.

División y orden de los experimentos.

Si se cruzan, mediante fecundación, dos plantas que difieren constantemente en uno o varios caracteres, numerosos experimentos han demostrado que los caracteres comunes a ambas se transmiten sin cambio a los híbridos y sus descendientes; pero cada par de caracteres diferentes se unen en el híbrido para formar un nuevo carácter, que en los descendientes de los híbridos está sometido a variaciones. El objeto del experimento era observar estas variaciones en cada par de caracteres diferentes y deducir la ley según la cual aparecen en las generaciones sucesivas. Por consiguiente, el experimento se divide en tantos experimentos separados como caracteres constantemente diferenciadores hay en las plantas experimentales.

Las varias formas de guisantes seleccionadas para fecundarlas mostraban diferencia en la longitud y el color del tallo; en el tamaño y la forma de las hojas; en la posición, color y tamaño de las flores; en la longitud del pedúnculo floral; en el color, tamaño y forma de las legumbres; en la forma y tamaño de las semillas, y en el color de la cubierta de las semillas y el albumen.

Algunos de los caracteres indicados no pueden separarse de manera precisa y segura, ya que la diferencia es de "más o menos", lo que a menudo es difícil de precisar. Tales características no pudieron emplearse para experimentos individuales; éstos sólo pudieron realizarse con caracteres que se presentan clara y definitivamente en las plantas. Por último, el resultado debía demostrar si todos ellos observan un comportamiento regular en sus uniones híbridas y si puede sacarse de estos hechos alguna conclusión respecto a los caracteres que poseen un significado subordinado típico.

Los caracteres que fueron comprendidos en los experimentos se refieren:

1. *A la diferencia en la forma de las semillas maduras.* Estas son redondas o redondeadas, con las depresiones, si las presentan en la superficie, siempre poco profundas: son irregularmente angulosas, profundamente rugosas (*P. Quadratum*);

2. *A la diferencia en el color del albumen de la semilla (endospermo).* El albumen de las semillas maduras es amarillo pálido, de color amarillo brillante y naranja o... de un tinte verde más o menos intenso. Esta diferencia de color se ve fácilmente en las semillas, puesto que sus cubiertas son transparentes;

3. *A la diferencia en el color de la cubierta de la semilla.* Es blanca, carácter con el cual están constantemente correlacionadas las flores blancas; o es gris, gris pardo, pardo cuero con o sin manchas violeta, en cuyo caso el color del estandarte es violeta, el de las alas púrpura, y el del tallo, en las axilas de las hojas, tiene un tinte rojizo. Las cubiertas grises de las semillas se vuelven pardo oscuras en agua hirviente,

4. *A la diferencia en la forma de la legumbre madura.* Esta es simplemente abovedada, sin estrechamientos en ciertos puntos; o está profundamente estrechada entre las semillas, siendo más o menos rugosa (*P. saccharatum*);

5. *A la diferencia en el color de la legumbre no madura.* Es verde claro hasta oscuro, o amarillo vivo, en cuyo color participan los tallos, las venas de las hojas y el cáliz:

6. *A la diferencia en la posición de las flores.* Son axiales, esto es, están distribuidas a lo largo del eje; o son terminales, esto es, amontonadas en el extremo del eje y dispuestas casi en falsa umbela; en este caso la parte superior del tallo tiene una sección más o menos ensanchada (*P. umbellatum*).

7. *A la diferencia en la longitud del eje.* La longitud del eje es muy variable en las diferentes formas; no obstante, es un carácter constante en cada una de ellas, ya que en las plantas sanas, desarrolladas en un mismo suelo, está sólo sujeta a variaciones sin importancia. Para poder diferenciar con seguridad, en los experimentos con este carácter se unió siempre el eje largo de 6 a 7 pies con el corto de $\frac{3}{4}$ de pie a $1\frac{1}{2}$.

Cada par de caracteres diferenciales enumerados antes, se unió por fecundación. Se hicieron para la

1ª prueba 60 fecundaciones sobre 15 plantas

2ª prueba 58 fecundaciones sobre 10 plantas

3ª prueba 35 fecundaciones sobre 10 plantas

4ª prueba 40 fecundaciones sobre 10 plantas

5ª prueba 23 fecundaciones sobre 5 plantas

6ª prueba 34 fecundaciones sobre 10 plantas

7ª prueba 37 fecundaciones sobre 10 plantas

De entre un gran número de plantas de la misma especie, sólo las más vigorosas se escogieron para la fecundación. Las plantas débiles siempre dan resultados inciertos, debido a que ya en la primera generación de híbridos, y todavía más en las siguientes, muchos de los descendientes o no florecen en absoluto o sólo forman unas pocas semillas defectuosas.

Además, en todos los experimentos se efectuaron los cruzamientos recíprocos, de manera que la variedad que en un conjunto de fecundaciones sirvió como portadora de semillas, en la otra serie se empleó como planta portadora de polen.

Las plantas se desarrollaron en suelos de jardín, unas pocas también en macetas, y se mantuvieron en la posición erguida normal mediante bastones, ramas de árboles y cordeles tendidos entre ellas. Para cada experimento se colocaron en un invernadero varias plantas en macetas durante el período de la floración, para servir de plantas testigo del experimento principal realizado en el jardín y controlar posibles perturbaciones producidas por insectos. Entre los insectos que visitan los guisantes, el escarabajo *Bruchus pisi* podría ser perjudicial para los experimentos, si apareciera en número elevado. Se sabe que la hembra de esta especie pone los huevos en la flor y al hacer esto abre la quilla; en los tarsos de un ejemplar, que se cogió en una flor, se podían ver claramente con una lupa unos granos de polen. Debe mencionarse una circunstancia que posiblemente podría conducir a la introducción del polen extraño. Por ejemplo,

ocurren algunos casos raros en los que ciertas partes de una flor, en otros aspectos completamente normal, se marchitan, dejando descubiertos parcialmente los órganos reproductores. Así se comprobó un desarrollo defectuoso de la quilla, debido al cual el estigma y las anteras permanecen parcialmente descubiertos. También ocurre a veces que el polen no alcanza su desarrollo completo. En este caso se va alargando gradualmente el pistilo durante el período de la floración, hasta que el estigma sale en la punta de la quilla. Este curioso fenómeno se observó también en híbridos de *Phaseolus* y *Lathyrus*.

El riesgo de una adulteración por polen extraño es, no obstante, muy reducido en *Pisum*, y no puede perturbar en ningún caso el resultado general. Entre más de 10 000 plantas que fueron cuidadosamente examinadas, no hubo sino pocos casos en que indudablemente ocurrieron ingerencias. Como que nunca se registró uno de estos casos en el invernadero, parece acertado suponer que *Bruchus pisi* y posiblemente también las anomalías de la estructura floral que se ha descrito, fueron la causa.

Las formas de los híbridos

Los experimentos que se hicieron en años anteriores con plantas ornamentales, proporcionaron ya la prueba de que los híbridos, por regla general, no representan la forma intermedia exacta entre las especies progenitoras. En algunos de los caracteres que más saltan a la vista, por ejemplo, los que se refieren a la forma y tamaño de las hojas, la pubescencia de varias partes, etc., casi siempre se presentan formas intermedias; en otros casos, por el contrario, uno de los dos caracteres originarios predomina tanto, que es difícil o completamente imposible detectar el otro en el híbrido.

Esto es precisamente lo que ocurre con los híbridos de *Pisum*. Cada uno de los 7 caracteres híbridos es de tal manera igual a uno de los dos caracteres de origen, que el otro escapa totalmente a la observación, o bien es tan parecido, que no puede distinguirse una diferencia exacta. Esta circunstancia es de gran importancia para determinar y clasificar las formas en que aparecen los descendientes de los híbridos. En lo sucesivo, en este trabajo, los caracteres que se transmiten completos o casi sin cambio en la hibridación y constituyen, por lo tanto, los caracteres del híbrido, se denominan *dominantes*; y los que quedan latentes en la unión, *recesivos*. Se ha escogido el término "recesivo" porque los caracteres así designados se retiran o desaparecen completamente en los híbridos; no obstante, reaparecen sin cambiar en sus descendientes, como se demostrará más adelante.

En todos los experimentos se demostró también que no importa que el carácter dominante pertenezca a la planta portadora de las semillas o a la polínica; la forma del híbrido es la misma en ambos casos. Este interesante hecho es también señalado por Gärtner, quien hace observar que ni el conocedor más experto es capaz de determinar en un híbrido cuál de las dos especies progenitoras fue la portadora de las semillas o del polen.

De los caracteres diferenciales que se emplearon en los experimentos, son dominantes los siguientes:

1. La forma redonda o redondeada de las semillas, con o sin depresiones poco profundas;

2. La coloración amarilla del albumen de las semillas;
3. El color gris, gris pardo o pardo cuero de la cubierta de las semillas, asociado con flores rojo-violeta y manchas rojizas en las axilas de las hojas;
4. La forma simplemente abovedada de la legumbre;
5. La coloración verde de la legumbre no madura, asociada con el mismo color del tallo, las venas de las hojas y el cáliz;
6. La distribución de las flores a lo largo del tallo;
7. La longitud del eje mayor.

Respecto a este último carácter debe decirse que el más largo de los dos ejes de origen suele ser superado por el híbrido, hecho que posiblemente sólo puede atribuirse a la mayor exuberancia que aparece en todas las partes de las plantas cuando se cruzan ejes de longitudes muy diferentes. Así, por ejemplo, en repetidos experimentos ejes de 1' y 6' produjeron, sin excepción, ejes cuya longitud variaba entre 6' y 7 1/2'. Los híbridos de la cubierta de la semilla son a menudo más punteados y a veces los puntos se unen formando pequeñas manchas de color violeta azulado. Los puntos suelen aparecer también aun faltando este carácter en los progenitores.

Las formas de las semillas de los híbridos y del albumen se desarrollan inmediatamente después de la fecundación artificial, por la mera influencia del polen extraño. Por esta razón pueden observarse ya en el primer año del experimento, mientras que todos los demás caracteres, naturalmente, no aparecen hasta el siguiente año, en las plantas provenientes de las semillas fecundadas.

La primera generación de los híbridos.

En esta generación reaparecen, junto con los caracteres dominantes, también los recesivos con sus peculiaridades completamente desarrolladas, y esto ocurre en una proporción media de 3:1 completamente definida, de manera que cada cuatro plantas de esta generación, tres presentan el carácter dominante y una el recesivo. Esto se refiere, sin excepción, a todos los caracteres que se investigaron en los experimentos. La forma angulosa y rugosa de las semillas, el color verde del albumen, el color blanco de la cubierta de las semillas y de las flores, los estrechamientos en las legumbres, el color amarillo de la legumbre no madura, del tallo, del cáliz y de la venación de las hojas, la forma de umbela de la inflorescencia y el eje enano, reaparecen todos en la relación numérica dada, sin alteraciones esenciales. *En ningún experimento se observaron formas de transición.*

Como que los híbridos obtenidos de cruzamientos recíprocos poseían una forma absolutamente igual y no presentaron diferencias apreciables en su desarrollo subsiguiente, los resultados de ambas partes para cada experimento pudieron ser reunidos en una cuenta. El número relativo que se obtuvo de cada par de caracteres diferenciales es el siguiente:

Exp. 1. Forma de la semilla. De 253 híbridos se obtuvieron 7 324 semillas en el segundo año de prueba. Entre ellas había 5 474 redondas o redondeadas y 1 850 angulosas rugosas. De ello se deduce la proporción de 2,96:1.

Exp. 2. Color del albumen. 258 plantas produjeron 8 023 semillas, 6 022 amarillas y 2 001 verdes; su proporción, por lo tanto, es de 3,01 a 1.

En estos dos experimentos cada legumbre produce, por lo regular, dos clases de semillas. En las legumbres bien desarrolladas, que contenían por término medio 6 a 9 semillas, ocurrió a menudo que todas las semillas eran redondas (Exp. 1) o todas amarillas (Exp. 2); por el contrario, no se observaron nunca más de 5 semillas angulosas o 5 semillas verdes en una misma legumbre. No parece tener importancia el que la legumbre se desarrolle antes o después en el híbrido, ni que se forme sobre el eje principal o sobre el lateral. En algunas pocas plantas sólo se desarrollaron unas pocas semillas en las legumbres que se formaron primero, y las semillas sólo poseían uno de los dos caracteres; pero en las legumbres que se desarrollaron más tarde se conservaron las proporciones normales.

Lo mismo que en diferentes legumbres, también varió la distribución de los caracteres en plantas diversas. A manera de ilustración pueden servir los 10 primeros puestos de las dos series de experimentos:

EXPERIMENTO 1			EXPERIMENTO 2	
FORMA DE LA SEMILLA			COLOR DEL ALBUMEN	
Plantas	Redondas	Angulosas	Amarillo	Verde
1	45	12	25	11
2	27	8	32	7
3	24	7	14	5
4	19	10	70	27
5	32	11	24	13
6	26	6	20	6
7	88	24	32	13
8	22	10	44	9
9	28	16	50	14
10	25	7	44	18

Como extremos de la distribución en una planta de los dos caracteres de las semillas, se observaron en el Experimento 1 en un caso 43 redondas y sólo 2 angulosas y en otro 14 semillas redondas y 15 angulosas. En el Experimento 2 hubo un caso de 32 semillas amarillas y sólo 1 verde, pero también uno con 20 amarillas y 19 verdes.

Estos dos experimentos son importantes para determinar las proporciones medias, debido a que demuestran que con un número más reducido de plantas experimentales las medias pueden ser considerables. Al contar las semillas, especialmente en el Exp. 2, se requiere algún cuidado, ya que en algunas de las semillas de algunas plantas el color verde del albumen está menos desarrollado y, al principio, puede pasar fácilmente desapercibido. Esta desaparición parcial de la coloración verde no tiene conexión con el carácter híbrido de las plantas, puesto que ocurre también en la planta progenitora. Esta peculiaridad se limita además al individuo y no la heredan los descendientes. En las plantas exuberantes se notó frecuentemente

este rasgo. Las semillas dañadas por insectos durante su desarrollo varían a menudo de color y de forma, pero con un poco de práctica para clasificarlas se evitan fácilmente los errores. Es casi superfluo decir que las legumbres deben permanecer en la planta hasta que se hayan madurado y secado por completo, pues sólo entonces están por completo desarrolladas la forma y la coloración de las semillas.

Exp. 3. Color de la cubierta de la semilla. Entre 929 plantas 705 tenían flores rojo violeta y cubiertas de las semillas pardo grisáceo, 224 tenían flores blancas y cubiertas de las semillas blancas, dando una proporción de 3,15 a 1.

Exp. 4. Forma de las legumbres. De 1181 plantas 882 tenían las legumbres simplemente abovedadas y 299 las tenían con estrechamientos. Proporción resultante 2,95 a 1.

Exp. 5. Color de las legumbres no maduras. El número de plantas probadas fue de 580, de las cuales 428 tenían legumbres verdes y 152 las tenían amarillas. Por consiguiente, estaban en la proporción de 2,82 a 1.

Exp. 6. Posición de las flores. Entre 858 casos, 651 tenían inflorescencias axiales y 207 terminales. Proporción 3,14 a 1.

Exp. 7. Longitud del eje. De 1064 plantas, en 787 casos el eje fue largo y en 277 corto. Por consiguiente, la proporción fue de 2,84 a 1. En este experimento las plantas enanas fueron cuidadosamente trasplantadas a un suelo especial. Esta precaución era necesaria, ya que de otro modo hubieran perecido por quedar cubiertas por sus parientes altos. Incluso en sus fases más juveniles pueden reconocerse fácilmente por su crecimiento comprimido y por sus hojas gordas y de color verde oscuro.

Si se reúnen los resultados de todos los experimentos, se encuentra, para el conjunto de formas con caracteres dominantes y recesivos, una proporción media de 2,98 a 1, o sea, de 3 a 1.

El carácter dominante puede tener aquí una *doble significación*: a saber, la de un carácter de origen o la de un carácter híbrido. En cada caso particular, sólo puede determinarse en la generación siguiente cuál de las dos significaciones tiene.

Cuando se trata de un carácter de origen debe pasar sin cambio a toda la descendencia; y cuando se trata de un carácter híbrido, por el contrario, debe mantener el mismo comportamiento que en la primera generación.

La segunda generación de los híbridos

Las formas que en la primera generación presentan el carácter recesivo no varían más en la segunda generación en lo que a este carácter se refiere; permanecen constantes en sus descendientes.

Es distinto el comportamiento de las que poseen el carácter dominante en la primera generación. De éstas, dos tercios producen descendientes con el carácter dominante y el recesivo en la proporción de 3 a 1; por lo tanto, muestran exactamente el mismo comportamiento que las formas híbridas. Sólo un tercio conserva constante el carácter dominante.

Los distintos experimentos produjeron los siguientes resultados:

Exp. 1. Entre 565 plantas nacidas de semillas redondas de la primera generación, 193 produjeron sólo semillas redondas y permanecieron, por lo tanto, constantes en este carácter; pero 372 dieron, al mismo tiempo, semillas redondas y angulosas en la proporción de 3 a 1. Por lo tanto, el número de híbridos comparado con el de constantes es de 1,93 a 1.

Exp. 2. De 519 plantas nacidas de semillas cuyo albumen era amarillo en la primera generación, 166 produjeron semillas exclusivamente amarillas, mientras que 353 produjeron semillas amarillas y verdes en la proporción de 3 a 1. Por lo tanto, resultó una división entre formas híbridas y constantes en la proporción de 2,13 a 1.

Para cada uno de los siguientes experimentos se seleccionaron 100 plantas que poseían el carácter dominante en la primera generación, y para comprobar la significación del mismo se cultivaron 10 semillas de cada una de ellas.

Exp. 3. Los descendientes de 36 plantas tenían exclusivamente semillas con cubierta de color pardo-grisáceo, mientras que los descendientes de 64 plantas las tenían parte de color pardo-grisáceo y parte de color blanco.

Exp. 4. Todos los descendientes de 29 plantas tuvieron legumbres simplemente abovedadas; pero los descendientes de 71 tuvieron en parte legumbres abovedadas y en parte estrechamientos.

Exp. 5. Todos los descendientes de 40 plantas tuvieron solamente legumbres de color verde; pero en los descendientes de 60 plantas algunos las tenían de color verde y otros de color amarillo.

Exp. 6. Los descendientes de 33 plantas tenían sólo flores axiales; pero los descendientes de 67 plantas las tenían algunos axiales y otros terminales.

Exp. 7. Los descendientes de 28 plantas heredaron el eje largo y parte de los descendientes de las otras 72 plantas tenían el eje largo y parte corto.

En cada uno de estos experimentos cierto número de plantas con el carácter dominante devienen constantes. Para determinar la proporción en que se presentan las formas con carácter constante permanente, tienen especial importancia los dos primeros experimentos, ya que en ellos puede compararse un mayor número de plantas. Las proporciones de 1,93 a 1 y 2,13 a 1 dan conjuntamente casi exactamente la proporción media de 2 a 1. El sexto experimento dio un resultado en completa concordancia; en los demás la proporción varía más o menos, como cabía esperar del reducido número de 100 plantas probadas. Se repitió el experimento 5, que muestra la mayor desviación y, entonces, en lugar de la proporción de 60 a 40, resultó la de 65 a 35. *Por tanto, resulta que la proporción media de 2 a 1 está fijada con certeza.* Por consiguiente, está demostrado que, de las formas que poseen el carácter dominante en la primera generación, dos tercios tienen el carácter híbrido, mientras que un tercio con el carácter dominante permanece constante.

La proporción de 3 a 1, según la cual se distribuyen el carácter dominante y el recesivo en la primera generación, se convierte, por tanto, en todos los experimentos, en la proporción de 2: 1: 1 si el carácter dominante se diferencia según que signifique un carácter híbrido o de origen. Como que los miembros de la primera generación proceden directamente de la semilla de los híbridos, *resulta ahora claro que los híbridos forman*

semillas que tienen el uno o el otro de los dos caracteres diferenciales, y de éstos la mitad vuelven a desarrollar la forma híbrida, mientras que la otra mitad produce plantas que permanecen constantes y reciben el carácter dominante y el recesivo en igual número.

Las generaciones subsiguientes de los híbridos

Las proporciones en que se desarrollan y dividen los descendientes de los híbridos en la primera y segunda generación, probablemente son las mismas en todas las generaciones subsiguientes. Los experimentos 1 y 2 ya se han llevado a cabo durante seis generaciones, los 3 y 7 durante cinco y los 4, 5 y 6 durante cuatro, y aunque estos experimentos se continuaron a partir de la tercera generación con un número pequeño de plantas, no se encontraron desviaciones perceptibles de la regla. La descendencia de los híbridos se dividió en cada generación en la proporción de 2: 1 : 1, entre híbridos y formas constantes.

Si se simboliza por A uno de los dos caracteres constantes, por ejemplo el dominante, y por a el recesivo, y por Aa la forma híbrida en que están reunidos los dos, la expresión

$$A + 2A + a$$

presenta los términos de la serie de desarrollo para los descendientes de los híbridos por los dos caracteres diferenciales.

La observación hecha por Gärtner, Kölreuter y otros, de que los híbridos tienden a revertir a las formas de origen, también se confirma en los experimentos descritos. Se ve que el número de híbridos que se originan de una fecundación, comparado con el número de formas que se hacen constantes y sus descendientes, disminuye notablemente de generación en generación, pero, no obstante, no pueden desaparecer por completo. En el siguiente resumen, en que A y a indican de nuevo los dos caracteres originales y Aa las formas híbridas, se da la proporción del número de descendientes en cada generación, si suponemos que la fertilidad media es igual en todas las plantas de todas las generaciones y si, además, la mitad de las semillas que forma cada híbrido vuelve a formar híbridos, mientras que la otra mitad es constante para ambos caracteres, que aparecen en igual proporción. Para ser breve, puede suponerse que cada planta en cada generación sólo produce 4 semillas.

Generación				Proporciones		
	A	Aa	a	A:	Aa:	a
1	1	2	1	1:	2:	1
2	6	4	6	3:	2:	3
3	28	8	28	7:	2:	7
4	120	16	120	15:	2:	15
5	496	32	496	31:	2:	31
n			2 ⁿ	1:	2:	2 ⁿ -1

En la décima generación, por ejemplo, $2^n - 1 = 1023$. Resulta, por tanto, que cada 2048 plantas que se originen en esta generación 1023 tienen el carácter dominante constante, 1023 el carácter recesivo y sólo hay dos híbridos.

Los descendientes de los híbridos, en los que se hallan asociados varios caracteres diferenciales

En los experimentos antes descritos se emplearon plantas que sólo diferían en un carácter esencial. La tarea inmediata consistió en dilucidar si la ley del desarrollo descubierta es también aplicable a cada par de caracteres diferenciales cuando varios caracteres diversos se han unido por cruzamiento en un híbrido. En este caso, en lo que se refiere a la forma de los híbridos, los experimentos demostraron siempre que ésta invariablemente se aproxima más a la del progenitor que posee mayor número de caracteres dominantes. Si por ejemplo, la planta productora de las semillas tiene el eje corto, flores terminales blancas y legumbres simplemente abovedadas; la planta productora de polen, por otra parte, un eje largo, flores rojo violeta distribuidas a lo largo del eje y legumbres con estrechamientos: el híbrido se parece al progenitor productor de las semillas sólo en la forma de la legumbre; en los otros caracteres concuerda con el progenitor productor del polen. Si uno de los dos progenitores poseyera sólo caracteres dominantes, entonces el híbrido apenas se distinguiría de él, si es que se distinguía en algo.

Se hicieron dos experimentos con un número considerable de plantas.

En el primer experimento las plantas progenitoras diferían en la forma de la semilla y en el color del albumen; en el segundo en la forma de la semilla, en el color del albumen y en el color de la cubierta de las semillas. Los experimentos con caracteres de las semillas son más sencillos y más seguros.

Para facilitar el estudio de los datos de estos experimentos, los diferentes caracteres de la planta productora de semillas se indicarán por A, B, C, y los de la productora de polen por a, b, c y las formas híbridas de estos caracteres por Aa, Bb, y Cc.

Experimento 1

AB, progenitor productor de las semillas;

A, forma redonda;

B, albumen amarillo

ab, progenitor productor de polen;

a, forma angulosa;

b, albumen verde.

Las semillas fecundadas resultaron redondas y amarillas parecidas a las de la planta productora de semillas. Las plantas nacidas de ellas produjeron semillas de cuatro clases, que frecuentemente se presentaban juntas en una misma legumbre. En total se obtuvieron de 15 plantas 556 semillas y en éstas había:

315 redondas y amarillas,
101 angulosas y amarillas,
108 redondas y verdes,
32 angulosas y verdes.

Todas se sembraron el siguiente año. Once de las semillas redondas y amarillas no produjeron plantas, y tres plantas no formaron semillas. El resto de las plantas tenía:

38, semillas redondas y amarillas AB
65, semillas redondas amarillas y verdes ABb

- 60, semillas redondas amarillas y angulosas amarillas AaB
 138, redondas amarillas y verdes, angulosas amarillas y verdes AaBb
 96 plantas resultantes de las semillas angulosas amarillas
 formaron semillas, de las cuales:
 28, sólo tenían semillas amarillas angulosas aB
 68, semillas angulosas amarillas y verdes aBb

De las 108 semillas verdes redondas, 102 plantas resultantes fructificaron, de las cuales:

- 35, sólo tenían semillas redondas y verdes Ab
 67, semillas verdes redondas y angulosas Aab

Las semillas angulosas verdes produjeron 30 plantas que dieron todas las semillas con los mismos caracteres; permanecieron constantes ab.

En la descendencia de los híbridos aparecen, por tanto, nueve formas diferentes, algunas de ellas en número muy desigual. Cuando éstas se recopilan y ordenan, se obtiene:

	38 plantas con el signo AB
35	" " " " Ab
28	" " " " aB
30	" " " " ab
65	" " " " ABb
68	" " " " aBb
60	" " " " AaB
67	" " " " Aab
138	" " " " AaBb

El conjunto de formas puede clasificarse en tres grupos, esencialmente diferentes. El primero incluye las que tienen los signos AB, Ab, aB y ab; poseen únicamente caracteres constantes y no varían más en las generaciones siguientes. Cada una de estas formas aparece, por término medio, 33 veces. El segundo grupo comprende las formas ABb, aBb, Aab: éstas son constantes en un carácter e híbridos en el otro, y en la próxima generación sólo varían en el carácter híbrido. Cada una aparece, por término medio, 65 veces. La forma AaBb se presenta 138 veces: es híbrida en ambos caracteres, y se comporta exactamente como los híbridos de los cuales procede.

Si se compara el número de veces que aparecen las formas pertenecientes a estos grupos, son evidentes las proporciones 1: 2: 4. Los números 38, 65, 138 se aproximan mucho a los números de la proporción 33, 66, 132.

La serie de desarrollo está formada, pues, por nueve miembros, de los cuales cuatro aparecen en ella una vez cada uno y son constantes en los dos caracteres; las formas AB, ab se parecen a las formas progenitoras, las otras dos representan las otras combinaciones constantes todavía posibles entre los caracteres reunidos A, a, B, y b. Cuatro miembros aparecen dos veces cada uno y son constantes en un carácter e híbridos en el otro. Un miembro aparece cuatro veces y es híbrido en ambos caracte-

res. Por consiguiente, los descendientes de los híbridos, si se combinan en ellos dos caracteres diferentes, se desarrollan según la expresión siguiente:

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb$$

No hay duda de que esta serie de desarrollo es una serie combinatoria en la que las dos series de desarrollo para los caracteres A y a, B y b, están combinadas en sus miembros. Llegamos al número completo de miembros de la serie, combinando las expresiones

$$A + 2Aa + a$$

$$B + 2Bb + b$$

Experimento 2

ABC, planta productora de semillas;

A, forma redonda;

B, albumen amarillo;

C, cubierta de la semilla pardo-grisácea.

abc, planta productora de polen;

a, forma angulosa;

b, albumen verde;

c, cubierta de la semilla blanca.

Este experimento se realizó de manera muy parecida al anterior. De todos los experimentos fue el que requirió más tiempo y cuidados. De 24 híbridos se obtuvieron en total 687 semillas; éstas eran todas punteadas, de color pardo-grisáceo o verde-grisáceo, redondas o angulosas. De estas semillas el año siguiente fructificaron 639 plantas y, según las investigaciones ulteriores demostraron, que entre ellas había:

8 plantas ABC	22 plantas ABCc	45 plantas ABcCc
14 „ ABc	17 „ AbCc	36 „ aBbCc
9 „ AbC	25 „ aBCc	38 „ AaBCc
11 „ Abc	20 „ abCc	40 „ AabCc
8 „ aBC	15 „ ABbC	49 „ AaBbC
10 „ aBc	18 „ ABbc	48 „ AaBbc
10 „ abC	19 „ aBbC	
7 „ abc	24 „ aBbc	
	14 „ AaBC	78 „ AaBbCc
	18 „ AaBc	
	20 „ AabC	
	16 „ Aabc	

La serie de desarrollo contiene 27 miembros. De éstos, 8 tienen todos los caracteres constantes, y cada uno aparece por término medio 10 veces; 12 son constantes en dos caracteres e híbridos en el tercero, cada uno aparece por término medio 19 veces; 6 son constantes en un carácter e híbridos en los otros dos, cada uno aparece por término medio 43 veces; una forma aparece 78 veces y es híbrida por todos los caracteres. Las proporciones 10: 19: 43: 78 se acercan tanto a las proporciones 10: 20: 40: 80 ó 1: 2: 4: 8, que estas últimas indudablemente son los verdaderos valores.

El desarrollo de los híbridos, cuando los progenitores originales difieren en tres caracteres, está, por tanto, de acuerdo con la siguiente expresión:

$$\begin{aligned} & ABC + ABc + AbC + Abc + aBC + aBc + abC + abc + 2ABc \\ & + 2AbCc + 2aBCc + 2abCc + 2ABbC + 2ABbc + 2aBbC + 2aBbc \\ & + 2AaBC + 2AaBc + 2AabC + 2Aabc + 4ABbCc + 4aBbCc + 4AaBCc \\ & + 4AaBcC + 4AaBbC + 4AaBCc + 8ABabCc. \end{aligned}$$

También en este caso se trata de una serie combinatoria en que las series de desarrollo para los caracteres A y a, B y b, C y c, están reunidas. Las expresiones

$$\begin{aligned} A + 2Aa + a \\ B + 2Bb + b \\ C + 2Cc + c \end{aligned}$$

dan todos los miembros de la serie. Las uniones constantes que aparecen en la misma concuerdan con todas las combinaciones posibles entre los caracteres A, B, C, a, b, c; dos de ellas, ABC y abc, son iguales que las dos plantas progenitoras originales.

Además, se hicieron otros experimentos con un número más reducido de plantas experimentales, en las cuales los restantes caracteres estaban unidos híbridamente, de dos en dos y de tres en tres; todos produjeron aproximadamente los mismos resultados. Por tanto, no hay duda de que a todos los caracteres que intervinieron en los experimentos se aplica el principio de que los descendientes de los híbridos, en que se combinan varios caracteres esencialmente diferentes, representan los miembros de una serie de combinaciones, en las cuales están reunidas las series de desarrollo de cada par de caracteres diferenciales. Con esto se demuestra, al mismo tiempo, que el comportamiento de cada par de caracteres diferentes en unión híbrida es independiente de las otras diferencias que presentan las dos plantas progenitoras originales.

Si n representa el número de las diferencias características en las dos plantas originales, 3^n da el número de miembros de la serie de combinaciones, 4^n el número de individuos que pertenecen a la serie y 2^n el número de uniones que permanecen constantes. Así por ejemplo, la serie contiene, si las plantas originales difieren en cuatro caracteres, $3^4 = 81$ miembros, $4^4 = 256$ individuos y $2^4 = 16$ formas constantes; o, lo que es lo mismo, en cada 256 descendientes de los híbridos hay 81 combinaciones diferentes, 16 de las cuales son constantes.

Todas las uniones constantes posibles en *Pisum* por la combinación de los siete caracteres diferenciales indicados, se obtuvieron realmente por cruzamientos repetidos. Su número se indica por $2^7 = 128$. Con ello se obtiene simultáneamente la prueba práctica de que los caracteres constantes que aparecen en las diferentes variedades de una familia de plantas pueden formar todas las combinaciones posibles según las leyes de la combinatoria, mediante repetidas fecundaciones artificiales.

En lo que se refiere al tiempo de floración de los híbridos, los experimentos todavía no han concluido. No obstante, ya puede decirse que el tiempo queda situado casi exactamente entre el de los progenitores productores de las semillas y del polen; y que el desarrollo de los híbridos

respecto a este carácter se realiza probablemente de la misma manera que en el caso de los demás caracteres. Las formas que se seleccionan para experimentos de esta clase deben presentar una diferencia de por lo menos 20 días en el tiempo medio de floración; además, al sembrarse las semillas deben colocarse todas a la misma profundidad en la tierra, para que germinen simultáneamente. También durante todo el período de floración deben tenerse en cuenta las variaciones más importantes en temperatura y el parcial adelanto o retraso de la floración que resulta de ello. Es evidente que este experimento presenta muchas dificultades y requiere gran atención.

Si tratamos de recopilar en forma breve los resultados conseguidos, vemos que los caracteres diferenciales que admiten un reconocimiento fácil y seguro en las plantas experimentales, se comportan todos exactamente igual en sus asociaciones híbridas. Los descendientes de los híbridos de cada par de caracteres diferenciales son la mitad otra vez híbridos, mientras que la otra mitad es constante, a partes iguales con los caracteres de la planta productora de semillas y con los de la productora del polen. Si se combinan en un híbrido, por fecundación, varios caracteres diferenciales, los descendientes resultantes forman los miembros de una serie combinatoria, en la que están reunidas las series de desarrollo de cada par de caracteres diferenciales.

La uniformidad de comportamiento que muestran todos los caracteres sometidos al experimento, permite y justifica completamente la aceptación del principio de que existe un comportamiento igual en los demás caracteres que aparecen menos claramente definidos en las plantas y que, por lo tanto, no pudieron incluirse en los diversos experimentos. Un experimento con pedúnculos de longitudes diferentes, dio, en conjunto, resultados bastante satisfactorios aunque la diferenciación y la clasificación de las formas no pudieron realizarse con la seguridad que es indispensable para que el experimento sea correcto.

Las células reproductoras de los híbridos.

Los resultados de los experimentos anteriores condujeron a nuevos experimentos, los resultados de los cuales parecen apropiados para sacar conclusiones respecto a la constitución de las células huevo y de las células polínicas de los híbridos. En *Pisum* nos ofrece un importante punto de referencia la circunstancia de que entre los descendientes de los híbridos aparezcan formas constantes y el que esto ocurra en todas las combinaciones de los caracteres asociados. Según indican hasta ahora los experimentos, encontramos en todos los casos confirmado que sólo pueden formarse descendientes constantes cuando la célula huevo y el polen fecundante tienen iguales caracteres, de manera que ambos estén provistos de materiales para crear individuos completamente similares, como es el caso de la fecundación normal en las especies puras. Por consiguiente, debemos aceptar como cierto que también en la producción de formas constantes en las plantas híbridas actúan factores exactamente iguales. Dado que las varias formas constantes son producidas por una planta, o incluso por una flor de la planta, parece lógico concluir que en los ovarios de los híbridos se forman tantas clases de células huevo, y en las anteras tantas clases de células de polen, como formas de combinaciones constantes son posibles, y que estas células huevo y de polen tienen una composición interna concordante con la de las diferentes formas.

De hecho, es posible demostrar teóricamente que esta hipótesis sería completamente suficiente para explicar el desarrollo de los híbridos en las diver-

sas generaciones, si pudiésemos al mismo tiempo suponer que en los híbridos las varias clases de células huevo y células de polen se forman, por término medio, en igual número.

Para someter estas suposiciones a una prueba experimental, se realizaron los siguientes experimentos. Dos formas que eran constantemente diferentes en la forma de la semilla y en el color del albumen se unieron por fecundación.

Si los caracteres diferenciales se indican de nuevo por A, B, a, b, tenemos:

AB, progenitor productor de semillas:	ab, progenitor productor de polen;
A, forma redonda;	a, forma angulosa;
B, albumen amarillo.	b, albumen verde.

Las semillas fecundadas artificialmente se sembraron junto con varias semillas de ambas plantas originales, y se escogieron los ejemplares más vigorosos para verificar cruzamientos recíprocos.

Se fecundaron:

1. Los híbridos con el polen de AB.
2. Los híbridos con el polen de ab.
3. AB con el polen de los híbridos.
4. ab con el polen de los híbridos.

En cada uno de estos cuatro experimentos se fecundaron todas las flores de tres plantas. Si la suposición anterior es correcta, debían desarrollarse en los híbridos, a partir de las formas AB, Ab, aB y ab, células huevo y células de polen. Se llevaron a cabo las siguientes uniones:

1. Las células huevo AB, Ab, aB, ab con las células de polen AB.
2. Las células huevo AB, Ab, aB, ab con las células de polen ab.
3. Las células huevo AB con las células de polen AB, Ab, aB, ab.
4. Las células huevo ab con las células de polen AB, Ab, aB, ab.

De cada uno de estos experimentos podían resultar sólo las siguientes formas:

1. AB, ABb, AaB, AaBb.
2. AaBb, Aab, aBb, ab.
3. AB, ABb, AaB, AaBb.
4. AaBb, Aab, aBb, ab.

Si además, las varias formas de células huevo y células polen de los híbridos se formaban por término medio, en igual número, en cada experimento las cuatro combinaciones indicadas debían estar en la misma relación numérica. No obstante, no era de esperar una concordancia absoluta en las relaciones numéricas, ya que en cada fecundación, incluso en los casos normales, quedaron sin desarrollar, o murieron luego, algunas células huevo, e incluso muchas de las semillas bien formadas no germina-

ron al ser sembradas. También la suposición indicada se limita al hecho de pretenderse lograr números iguales en la formación de las diferentes células huevo y de polen, sin ser necesario que estos números se alcancen con exactitud matemática en cada uno de los híbridos.

El primero y el segundo experimento tenían como primer objetivo verificar la composición de las células huevo híbridas, mientras que el tercero y el cuarto experimento se hicieron para decidir la de las células del polen. Como se infiere de la exposición anterior, el primero y el tercer experimentos deberían producir combinaciones absolutamente iguales, asimismo el segundo y el cuarto experimentos, e incluso en el segundo año el resultado debería ser parcialmente visible en la forma y en el color de las semillas fecundadas artificialmente. En el primero y en el tercer experimento, los caracteres dominantes de la forma y del color, A y B, aparecen en cada unión y son en parte constantes y en parte están en unión híbrida con los caracteres recesivos a y b, por cuya razón deben imprimir sus peculiaridades a todas las semillas. Por lo tanto, todas las semillas debían ser redondas y amarillas, si la suposición era acertada. En el segundo y en el cuarto experimentos, por otra parte, una unión es híbrida en la forma y en el color, y, por consiguiente, las semillas son redondas y amarillas; otra es híbrida en la forma y constante en el carácter recesivo del color, por lo que las semillas son redondas y verdes; la tercera es constante en el carácter recesivo de la forma, pero es híbrida en el color, por consiguiente, las semillas son angulosas y amarillas; la cuarta es constante en ambos caracteres recesivos, de manera que las semillas son angulosas y verdes. Por consiguiente, en estos dos experimentos eran de esperar cuatro clases de semillas, a saber: redondas y amarillas, redondas y verdes, angulosas y amarillas, angulosas y verdes.

La cosecha cumplió completamente estas previsiones. Se obtuvieron:

- en el primer experimento, 98 semillas exclusivamente redondas y amarillas;
- en el tercer experimento, 94 semillas exclusivamente redondas y amarillas;
- en el segundo experimento, 31 semillas redondas y amarillas, 26 redondas y verdes, 27 angulosas y amarillas, 26 angulosas y verdes.
- en el cuarto experimento, 24 semillas redondas y amarillas, 25 redondas y verdes, 22 angulosas y amarillas, 26 angulosas y verdes.

Ya apenas se podía dudar del éxito del experimento; la próxima generación debía suministrar la decisión final. De las semillas sembradas en el primer experimento fructificaron en el año siguiente 90 plantas, en el tercero 87 plantas, éstas produjeron en:

1er. Exp.	3er. Exp.	
20	25	semillas redondas y amarillas AB
23	19	semillas redondas amarillas y verdes ABb
25	22	semillas redondas y angulosas amarillas AaB
22	21	semillas redondas y angulosas, verdes y amarillas AaBb

En el segundo y en el cuarto experimentos las semillas redondas y amarillas produjeron plantas con semillas redondas y angulosas, amarillas y verdes, AaBb.

De las semillas redondas y verdes resultaron plantas con semillas redondas y angulosas verdes, Aab.

Las semillas angulosas amarillas dieron plantas con semillas angulosas amarillas y verdes, aBb.

Las semillas verdes y angulosas dieron plantas que produjeron nuevamente sólo semillas verdes y angulosas, ab.

Aunque en estos dos experimentos algunas semillas no germinaron, ello no afectó las cifras obtenidas el año anterior, ya que cada clase de semillas dio plantas que, en lo que se refiere a sus semillas, eran iguales entre sí y diferentes de las otras. Por lo tanto, resultaron del

2do. Exp.	4to. Exp.	
31	24	plantas semillas de forma AaBb
26	25	plantas semillas de forma Aab
27	22	plantas semillas de forma aBb
26	27	plantas semillas de forma ab

En todos los experimentos, por lo tanto, aparecieron todas las formas que demandaba la suposición, y casi en igual número.

En un experimento posterior, en base a los caracteres del color de la flor y de la longitud del eje, se hizo la selección de manera que en el tercer año del experimento cada carácter debiera aparecer en la mitad de todas las plantas, si la suposición anterior era cierta. A, Ba, b, se emplearon de nuevo como indicadores de los varios caracteres.

A, flores rojo violeta	a, flores blancas
B, eje largo	b, eje corto.

La forma Ab se fecundó por ab, lo que produjo el híbrido Aab. Además, aB se fecundó también por ab, de donde se obtuvo el híbrido aBb. En el segundo año, para ulterior fecundación, se empleó el híbrido Aab como planta productora de semillas, y el híbrido aBb como planta productora de polen.

Planta productora de semillas, Aab	Planta productora de polen, aBb
Células huevo posibles, ab, ab	Células de polen

De la fecundación entre las células huevo y de polen posibles debían resultar cuatro combinaciones, a saber:

$$AaBb + aBb + Aab + ab$$

De esto se deduce que, según la suposición anterior, en el tercer año del experimento, de todas las plantas

la mitad debía tener flores rojo violeta	(Aa) Miembros 1, 3
la mitad debía tener flores blancas	(a) Miembros 2, 4
la mitad debía tener un eje largo	(Bb) Miembros 1, 2
la mitad debía tener un eje corto	(b) Miembros 3, 4

De 45 fecundaciones realizadas en el segundo año, resultaron 187 semillas, de las cuales 166 alcanzaron la fase de floración en el tercer año. En éstas, los distintos miembros aparecieron en los números siguientes:

Miembro	Color de las flores	Eje	
1	rojo violeta	largo	47 veces
2	blanco	largo	40 veces
3	rojo violeta	corto	38 veces
4	blanco	corto	41 veces

Por tanto, apareció

el color rojo violeta en las flores	(Aa)	en 85 plantas
el color blanco en las flores	(a)	en 81 plantas
el eje largo	(Bb)	en 87 plantas
el eje corto	(b)	en 79 plantas.

Por lo tanto, la suposición expuesta está satisfactoriamente confirmada por este experimento.

Para los caracteres de la forma de la legumbre, color de la legumbre y posición de las flores, se hicieron también experimentos en pequeña escala y los resultados obtenidos concordaron plenamente. Todas las combinaciones que eran posibles por la unión de los caracteres diferenciales aparecieron puntualmente y en número casi igual.

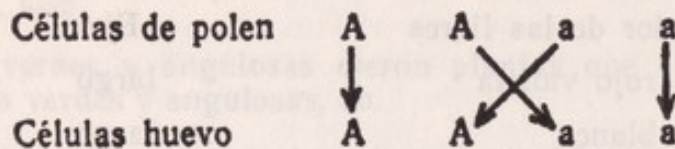
También experimentalmente, por lo tanto, está confirmada la hipótesis de que los híbridos del guisante forman células huevo y de polen que, en su constitución, corresponden en igual número a todas las formas constantes que resultan de la combinación de los caracteres unidos en la fecundación.

Las diferencias de las formas entre los descendientes de los híbridos, así como las relaciones numéricas en que se observan, se explican suficientemente por la hipótesis que se acaba de demostrar. El caso más simple es la serie de desarrollo de cada par de caracteres diferenciales. Esta serie está representada, como es sabido, por la expresión $A + 2Aa + a$, en la cual A y a significan las formas con caracteres diferenciales constantes y Aa la forma híbrida de ambos. Comprende, en tres miembros diferentes, cuatro individuos. En la formación de éstos, las células huevo y del polen de la forma A y a verifican, por término medio, la fecundación a partes iguales; por consiguiente, cada forma aparece dos veces, ya que se forman cuatro individuos. Por lo tanto, participan en la fecundación:

las células de polen	$A + A + a + a$
las células huevo	$A + A + a + a$

Es, por tanto, simplemente cuestión de azar cuál de las dos clases de polen se unirá con cada célula huevo determinada. Siendo así, de acuerdo con la ley de probabilidades, siempre sucederá, en el promedio de muchos casos, que cada forma de polen, A y a , se unirá con igual frecuencia con cada forma de célula huevo, A y a ; por consiguiente, una de las dos células de polen A se encontrará en la fecundación con una célula huevo A y la otra

con una célula huevo a , e igualmente una célula de polen a se unirá con una célula huevo A y la otra con una célula huevo a .



El resultado de la fecundación se expone con claridad poniendo en forma de fracciones los símbolos de las células huevo y de polen que se unen; los de las células de polen encima y los de las células huevo debajo de la raya. Entonces tenemos

$$\frac{A}{A} + \frac{A}{a} + \frac{a}{A} + \frac{a}{a}$$

En el primero y en el cuarto miembro las células huevo y de polen son de la misma clase y, por consiguiente el producto de su unión debe ser constante, a saber: A y a ; en el segundo y en el tercero, por otra parte, vuelve a producirse la unión de los dos caracteres que diferencian a las plantas originarias y, por consiguiente, las formas que resultan de esta fecundación son idénticas a las del híbrido de que proceden. Se *verifica*, por tanto, una *repetida hibridación*. Esto explica el notable hecho de que los híbridos sean capaces de producir, además de las dos formas progenitoras, descendientes que son iguales a ellos; $\frac{A}{a}$ y $\frac{a}{A}$ dan ambos la misma unión Aa , ya que, como se ha indicado anteriormente, no afecta el resultado de la fecundación, cuál de los dos caracteres se halle en el polen o en el huevo. Por tanto, podemos escribir

$$\frac{A}{A} + \frac{A}{a} + \frac{a}{A} + \frac{a}{a} = A + 2Aa + a$$

Así está constituido el curso medio de la autofecundación de los híbridos, cuando en ellos se unen dos caracteres diferenciales. Sin embargo, en algunas flores y en algunas plantas las proporciones en que aparecen las formas de las series pueden sufrir fluctuaciones considerables. Aparte del hecho de que el número en que ambas clases de células huevo se presenten en los ovarios sólo puede considerarse igual en el promedio, queda como mera cuestión de azar cuál de las dos clases de polen fecunda a cada célula huevo determinada.

Por esta razón los diversos valores deben necesariamente estar sujetos a fluctuaciones, e incluso son posibles casos extremos, como los que se indicaron antes al tratar de los experimentos sobre la forma de la semilla y el color del albumen. Las verdaderas relaciones numéricas sólo pueden deducirse por un promedio obtenido sumando tantos valores individuales como sea posible; cuanto mayor sea su número, tanto más serán eliminados los efectos de mero azar.

La serie de desarrollo para los híbridos, cuando se unen dos caracteres diferenciales, contiene en 16 individuos 9 formas diferentes, a saber:

$$AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb$$

Entre los diferentes caracteres de las plantas originales A, a y B, b son posibles 4 combinaciones constantes y, por consiguiente, los híbridos producen las 4 formas correspondientes de células huevo y de polen AB, Ab, aB, ab, y cada una de éstas figurará, por término medio, 4 veces en la fecundación, ya que la serie comprende 16 individuos. Por lo tanto, los participantes en la fecundación son:

$$\begin{array}{l} \text{Células de polen} \\ AB + AB + AB + AB + Ab + Ab + Ab + Ab + \\ + aB + aB + aB + aB + ab + ab + ab + ab \end{array}$$

$$\begin{array}{l} \text{Células huevo} \\ AB + AB + AB + AB + Ab + Ab + Ab + Ab + \\ + aB + aB + aB + aB + ab + ab + ab + ab \end{array}$$

En el curso medio de la fecundación, cada forma de polen se une, por término medio, con igual frecuencia con cada forma de célula huevo, de manera que cada una de las 4 células de polen AB se une una vez con una de las clases de células huevo AB, Ab, aB, ab. Exactamente de la misma manera el resto de las células de polen Ab, aB, ab se unen con todas las demás células huevo. Obtenemos, por tanto:

$$\begin{array}{cccccccccc} AB & AB & AB & AB & Ab & Ab & Ab & Ab & aB & \\ \hline AB & Ab & aB & ab & AB & Ab & aB & ab & AB & \\ + & aB & aB & aB & ab & ab & ab & ab & & \\ \hline & Ab & aB & ab & AB & Ab & aB & ab & & \end{array}$$

o bien

$$\begin{array}{l} AB + ABb + AaB + AaBb + ABb + Ab + AaBb + Aab + AaB + AaBb + \\ + aB + aBb + AaBb + Aab + aBb + ab = \\ AB + Ab + aB + ab + 2ABb + 2aBb + 2AaB + 2Aab + 4AaBb \end{array}$$

De manera muy parecida se explica la serie de desarrollo de los híbridos cuando se reúnen en ellos tres clases de caracteres diferenciales. Los híbridos integran 8 formas distintas de células huevo y de polen: ABC, ABc, AbC, Abc, aBC, aBc, abC, abc, y cada forma de polen se une de nuevo, por término medio, una vez con cada forma de célula huevo.

Según esto, la ley de la combinación de los caracteres diferenciales, que rige el desarrollo de los híbridos, se funda y explica en la hipótesis demostrada de que los híbridos producen células huevo y células de polen que corresponden en igual número a todas las formas constantes que resultan de la combinación de los caracteres que se han juntado en la fecundación.

Experimentos con híbridos de otras especies de plantas

Averiguar si la ley del desarrollo descubierta para *Pisum* es aplicable también a los híbridos de otras plantas, debe ser el objeto de ulteriores experimentos. Con este propósito se iniciaron recientemente varios de ellos. Han sido completados dos pequeños experimentos con especies de *Phaseolus* y pueden mencionarse aquí.

Un experimento con *Phaseolus vulgaris* y *Phaseolus nanus*, L., dio resultados completamente concordantes. *Ph. nanus* tenía, juntamente con el eje enano, legumbres verdes simplemente abovedadas. *Ph. vulgaris* tenía, por otra parte, un eje de 10-12' de altura y legumbres de color amarillo y con estrechamientos en la madurez. Las relaciones numéricas en que aparecieron las diferentes formas, en las distintas generaciones, fueron las mismas que en *Pisum*. También el desarrollo de las combinaciones constantes tuvo lugar según la ley de la combinación simple de los caracteres, exactamente como en el caso de *Pisum*. Se obtuvieron:

Combinaciones constantes:	Eje:	Color de las legumbres no maduras:	Forma de las legumbres maduras:
1	largo	verde	abovedadas
2	"	"	con estrechamientos
3	"	amarillo	abovedadas
4	"	"	con estrechamientos
5	corto	verde	abovedadas
6	"	"	con estrechamientos
7	"	amarillo	abovedadas
8	"	"	con estrechamientos

El color verde de la legumbre, la forma abovedada y el eje alto fueron, como en *Pisum*, caracteres dominantes.

Otro experimento con dos especies muy diferentes de *Phaseolus* sólo dio un resultado parcial. *Phaseolus nanus*, L., que sirvió como progenitor productor de las semillas, es una especie perfectamente constante, con flores blancas, racimos cortos y semillas pequeñas y blancas, dentro de legumbres rectas, abovedadas y lisas; como progenitor productor del polen se empleó *Ph. multiflorus* W., con alto tallo torcido, flores rojo púrpura en racimos muy largos, legumbres ásperas, en forma de hoz, y semillas grandes con manchas y salpicaduras negras sobre fondo melocotón-rojo de sangre.

Los híbridos tenían mayor semejanza con el progenitor productor del polen, pero las flores eran menos intensamente coloreadas. Su fecundidad fue muy limitada; de 17 plantas, que en conjunto formaron muchos centenares de flores, sólo se obtuvieron 49 semillas en total. Estas eran de tamaño medio, con dibujo parecido al de las de *Ph. multiflorus*; tampoco el color del fondo era esencialmente diferente. El año siguiente se criaron 44 plantas de estas semillas, de las cuales sólo 31 llegaron a la fase de floración. Los caracteres de *Ph. nanus*, que habían quedado todos latentes en los híbridos, reaparecieron en varias combinaciones; su proporción, no obstante, con relación a los dominantes, necesariamente fluctuó mucho, debido al pequeño número de plantas probadas; en ciertos caracteres, como en los del eje y la forma de la legumbre, fue casi exactamente de 1:3, como en el caso de *Pisum*.

Aunque los resultados de este experimento fueran insignificantes en lo que se refiere a la determinación de las relaciones numéricas en que aparecen las varias formas, presentaron, en cambio, el fenómeno de un curioso cambio de color en las flores y en las semillas de híbridos. Es sabido que en *Pisum* los caracteres del color de la flor y de la semilla no presentan cambio en la primera generación ni en las siguientes, y que los descendientes de los híbridos muestran exclusivamente el uno o el otro de los dos caracteres originales. Es distinto lo que ocurre en el experimento que estamos considerando. Las flores blancas y el color blanco de las semillas de *Ph. nanus* aparecieron, es cierto, enseguida en la primera generación en un ejemplar bastante fértil, pero las 30 plantas restantes desarrollaron en las flores colores que, en diferentes tonalidades, iban desde el rojo púrpura al violeta pálido. El color de la cubierta de las semillas no fue menos variado que el de las flores. Ninguna planta pudo considerarse completamente fértil; muchas no produjeron un solo fruto; otras sólo produjeron frutos en las últimas floraciones y no maduraron. Sólo de 15 plantas se obtuvieron semillas bien desarrolladas. La mayor tendencia a la infertilidad se observó en las formas con flores preponderantemente rojas, ya que de 16 de éstas sólo 4 produjeron semillas maduras. En 3 de ellas las semillas tenían un dibujo parecido al de *Ph. multiflorus*, pero con un color de fondo más o menos pálido; la cuarta planta sólo produjo una semilla de tinte pardo uniforme. Las formas con flores de coloración preponderantemente violeta, tuvieron semillas de color pardo oscuro, pardo negruzco y completamente negras.

El experimento se continuó durante dos generaciones más en circunstancias igualmente desfavorables, ya que incluso en la descendencia de plantas bastantes fértiles aparecieron de nuevo algunas que eran menos fértiles o hasta completamente estériles. Otros colores de las flores y de las semillas, distintos de los citados, no se presentaron en lo sucesivo. Las formas que en la primera generación poseían uno o más caracteres recesivos permanecieron, en lo que a éstos se refiere, constantes sin excepción. También entre las plantas que poseían flores violeta y semillas pardas o negras, hubo algunas que no volvieron a variar en estos caracteres en las generaciones siguientes; la mayor parte, no obstante, produjo junto con descendientes exactamente iguales a ellas mismas, también descendientes con flores blancas y cubiertas de semillas igualmente blancas. Las plantas de flores rojas fueron tan poco fértiles, que no puede decirse nada con certeza respecto a su ulterior desarrollo.

A pesar de los muchos factores perturbadores con que tuvo que enfrentarse la observación, se ve, por este experimento, que el desarrollo de los híbridos, respecto a los caracteres que se refieren a la forma de las plantas, sigue las mismas leyes que en *Pisum*. Respecto a los caracteres del color, ciertamente parece difícil percibir una concordancia suficiente. Aparte del hecho de que de la unión de una coloración blanca y púrpura resulta una serie completa de colores, desde púrpura a violeta pálido y a blanco, es notable la circunstancia de que entre 31 plantas que florecieron, únicamente una recibió el carácter recesivo del color blanco, mientras que en *Pisum* esto ocurre, por término medio, en una planta de cada cuatro.

No obstante, incluso estos enigmáticos fenómenos podrían probablemente explicarse por la ley que rige a *Pisum* si suponemos que el color de las flores y de las semillas de *Ph. multiflorus* es una combinación de dos o más colores completamente independientes, que individualmente se comportan como cualquier otro carácter constante de la planta. Si el color de la flor A fuese una combinación de caracteres independientes $A_1 + A_2 \dots$, que pro-

ducen la impresión resultante de color púrpura, entonces, por fecundación con el carácter diferencial, color blanco a , se formarían las uniones híbridas $A_1a + A_2a + \dots$ y de forma parecida ocurriría con la coloración correspondiente de las cubiertas de las semillas. Según la anterior suposición, cada una de estas uniones híbridas de colores sería independiente, y por consiguiente, se desarrollaría con completa independencia de las otras. Entonces es fácil de ver que de la combinación de las diferentes series de desarrollo debería resultar una serie completa de color. Si, por ejemplo fuese $A = A_1 + A_2$, los híbridos de A_1a y A_2a formarían las series de desarrollo:

$$A_1 + 2A_1a + \qquad \qquad \qquad A_2 + 2A_2a + a$$

Los miembros de esta serie pueden entrar en nueve combinaciones diferentes, y cada una de éstas determina otro color

1 A_1A_2	2 $A_1a A_2$	1 $A_2 a$,
2 $A_1 A_2a$	4 $A_1a A_2a$	2 $A_2a a$,
1 $A_1 a$	2 $A_1a a$	1 $a a$

Las cifras colocadas delante de las distintas combinaciones indican al mismo tiempo cuántas plantas del correspondiente color pertenecen a la serie. Siendo la suma 16, todos los colores están distribuidos, por término medio, en cada 16 plantas, pero, como la misma serie indica, en proporciones desiguales.

Si el desarrollo del color se produjera realmente de esta manera, tendríamos una explicación del caso antes expuesto, a saber: que el color blanco de las flores y de las legumbres apareciera sólo una vez en 31 plantas de la primera generación. Esta coloración sólo aparece una vez en la serie y podría por lo tanto, desarrollarse también una sola vez, por término medio, en cada 16 y, con tres caracteres de color, incluso una sola vez en cada 64 plantas.

No obstante, no debe olvidarse que la explicación que se ha intentado aquí se basa en una mera suposición, sostenida únicamente por el resultado muy imperfecto del experimento que se acaba de describir. Más valdría la pena seguir el desarrollo del color en los híbridos mediante experimentos semejantes, ya que es probable que de esta manera pudiéramos comprender la extraordinaria variedad de colores de nuestras flores ornamentales.

Hasta ahora apenas si conocemos con seguridad otra cosa que el hecho de que el color de las flores en la mayor parte de plantas ornamentales es un carácter extremadamente variable. A menudo se ha expresado la opinión de que la estabilidad de la especie está mucho o completamente alterada por el cultivo y hay una tendencia a considerar el desarrollo de las formas cultivadas como una cuestión de azar en la que no intervienen reglas; la coloración de las plantas ornamentales suele citarse como ejemplo de gran inestabilidad. No obstante, no se comprende el porqué la simple transferencia al suelo de un jardín debe tener por consecuencia una revolución tan completa y persistente en el organismo de la planta. Nadie sostendrá seriamente que en el campo abierto el desarrollo de las plantas está regido por leyes distintas que en el suelo de un jardín. Tanto en el uno como en el otro terreno deben ocurrir modificaciones típicas si se alteran las condiciones de vida para una especie y ésta posee capacidad de adaptarse al ambiente nuevo. Es aceptable que por el cultivo se favorezca la aparición de nuevas variedades y que por el trabajo del hombre se

obtengan algunas modificaciones que en condiciones naturales se perderían; mas nada justifica la suposición de que la tendencia a la formación de variedades aumente tan extraordinariamente que las especies pierdan rápidamente toda independencia y su descendencia se disuelva en una serie infinita de formas extremadamente variables. Si fuese el cambio en las condiciones de vegetación la única causa de la variabilidad, cabría esperar que toda planta cultivada que crece desde hace siglos en condiciones casi idénticas habría alcanzado de nuevo la independencia. Esto, como es bien sabido, no es así, ya que precisamente en estas circunstancias es cuando se encuentran, no sólo las formas más variadas, sino también las más variables. Sólo las leguminosas como *Pisum*, *Phaseolus*, *Lens*, cuyos órganos de la fecundación están protegidos por la quilla, constituyen una notable excepción. Incluso en este caso se han originado numerosas variedades durante el período de cultivo, de más de 1 000 años, en las más variadas condiciones; no obstante, éstas conservan en condiciones inalteradas, una independencia tan grande como la de las especies silvestres.

Es más que probable que en lo que se refiere a la variabilidad de las plantas cultivadas exista un factor que hasta ahora ha recibido poca atención. Diferentes experiencias nos fuerzan a concluir que nuestras plantas cultivadas, con pocas excepciones, son *miembros de varias series de híbridos*, cuyo ulterior desarrollo regular varía y es detenido por frecuentes cruzamientos intermedios. No debe olvidarse la circunstancia de que, en su mayor parte, las plantas cultivadas se siembran en gran número y unas junto a otras, dándose las más favorables condiciones para la fecundación recíproca entre las variedades presentes, hasta entre las especies. La probabilidad de que esto sea así está reforzada por el hecho de que entre el gran despliegue de formas variables siempre se hallen ejemplos aislados que permanecen constantes en un carácter o en otro, sólo con tal de que se elimine cuidadosamente toda influencia extraña. Estas formas se desarrollan exactamente igual como ciertos miembros de las series híbridas compuestas. También en lo que se refiere al más susceptible de todos los caracteres, el color, no puede escapar a un observador cuidadoso que en las distintas formas la inclinación a variar se presenta en grados muy diversos. Entre las plantas que se originan de una sola fecundación espontánea hay a menudo algunas cuyos descendientes varían ampliamente en la constitución y disposición de los colores, mientras que otras muestran pocas diferencias, y entre un gran número, se presentan ejemplos aislados que transmiten sin cambios el color de las flores a sus descendientes. Las especies cultivadas de *Dianthus* suministran un instructivo caso de éstos. Un ejemplar de flores blancas de *Dianthus caryophyllus*, que procedía a su vez de una variedad de flores blancas, fue encerrado durante su período de floración en un invernadero; las numerosas semillas de él obtenidas produjeron plantas de flores enteramente blancas como él mismo. Se obtuvo un resultado semejante en una subespecie, con flores rojas algo teñidas de violeta, y en una con flores blancas listadas de rojo. Otras muchas, sin embargo, que fueron protegidas de la misma manera, produjeron descendencia con una coloración más o menos variada y marcada.

Quienquiera que estudie la coloración que resulta de fecundaciones iguales en las plantas ornamentales, es difícil que no se convenza de que en este caso también el desarrollo sigue una ley definida, que posiblemente encuentra su expresión en la combinación de varios caracteres independientes del color.

Observaciones finales

No carece de interés comparar las observaciones realizadas estudiando *Pisum*, con los resultados conseguidos en sus investigaciones por las dos autoridades en esta rama del conocimiento, Kölreuter y Gärtner. Según la opinión de ambos, o bien los híbridos presentan en su aspecto externo una forma intermedia entre la de las especies originales, o se han acercado mucho a uno de los dos tipos, y algunas veces apenas pueden distinguirse de él. De sus semillas suelen formarse, si la fecundación se efectuó con su propio polen, varias formas que difieren del tipo normal. Por regla general, la mayoría de los individuos obtenidos de una misma fecundación mantienen la forma híbrida, mientras que algunos pocos se parecen más al progenitor productor de las semillas, y alguno que otro individuo se aproxima al progenitor productor del polen. Esto, no obstante, no ocurre en todos los híbridos sin excepción. Algunas veces parte de los descendientes se aproxima más a uno de los progenitores originarios y parte al otro, o todos se inclinan más hacia el uno o el otro lado; pero algunos se *conservan perfectamente iguales al híbrido* y se reproducen sin variaciones. Los híbridos de las variedades se comportan como los híbridos de las especies, pero poseen mayor variabilidad de forma y una más pronunciada tendencia a revertir a las formas originales.

Con respecto a la forma de los híbridos y al desarrollo que por lo general tienen, es inconfundible una concordancia con las observaciones hechas en *Pisum*. No así con los casos excepcionales citados. Gärtner confiesa, incluso, que la determinación exacta de la mayor semejanza de una forma a una o a otra de las dos especies originales, a menudo comporta grandes dificultades, y depende mucho del punto de vista subjetivo del observador.

Otra circunstancia podría contribuir a que los resultados sean fluctuantes e inciertos, a pesar de la más cuidadosa observación y diferenciación. Para los experimentos se emplearon principalmente plantas que se consideran buenas especies y están diferenciadas por un gran número de caracteres. Además de los caracteres bien definidos, donde la cuestión es de mayor o menor semejanza, también deben tenerse en cuenta caracteres que a menudo es difícil definir con palabras, pero que bastan, como sabe todo especialista en plantas, para dar a las formas un aspecto extraño. Si se aceptara que el desarrollo de los híbridos sigue la ley válida en *Pisum*, en cada experimento distinto la serie debería contener muchas formas, ya que el número de miembros, como es sabido, aumenta con el número de caracteres diferenciales según las potencias de tres. Con un número relativamente pequeño de plantas experimentales los resultados, por tanto, sólo podrían ser aproximadamente correctos, y en casos aislados podrían fluctuar considerablemente. Si, por ejemplo, las dos especies originales difirieran en 7 caracteres, y se cultivaran de 100 a 200 plantas de semillas de sus híbridos para determinar el grado de relación de los descendientes, podemos ver fácilmente lo insegura que puede llegar a ser la decisión, ya que para 7 caracteres diferenciales la serie de desarrollo contiene 16 384 individuos en 2 187 formas diferentes. Podría predominar ya uno, ya otro parentesco, según el azar presentara esta forma o la otra al observador en una mayoría de casos.

Si, además, entre los caracteres diferenciales aparecen al mismo tiempo caracteres *dominantes*, que se transmiten enteramente o casi sin cambios a los híbridos; entonces en los miembros de las series de desarrollo debe siempre predominar el progenitor que posee mayor número de caracteres dominantes. En el experimento descrito referente a *Pisum*, en el cual intervi-

nieron tres clases de caracteres diferenciales, todos los caracteres dominantes pertenecían al progenitor productor de las semillas. Aunque los miembros de la serie, en su composición interna, se inclinan de modo igual a ambos progenitores originales, en este experimento el tipo del progenitor productor de las semillas obtuvo tan gran preponderancia, que de cada 64 plantas de la primera generación, 54 eran absolutamente iguales a él o sólo diferían en un carácter. Se ve lo difícil que debe ser en ciertas circunstancias deducir de las concordancias externas de los híbridos conclusiones acerca de su parentesco interno.

Según menciona Gärtner, en los casos en que el desarrollo fue regular, en la descendencia de los híbridos no reaparecían las dos especies originales, sino sólo unos pocos individuos parientes cercanos de ellas. Con series de desarrollo muy extensas no podía ser de otra manera. Por ejemplo, con 7 caracteres diferenciales, entre más de 16 000 individuos —descendientes de los híbridos— cada una de las dos formas originales aparece una sola vez. Es, por lo tanto, muy difícil que éstas aparecieran ya entre un pequeño número de plantas experimentales; con alguna probabilidad, no obstante, se puede contar con la aparición en la serie de unas pocas formas que se aproximan a ellas.

Nos encontramos con una *diferencia esencial* en los híbridos que permanecen constantes en sus descendientes y se propagan como las especies puras. Según Gärtner, pertenecen a esta clase los *híbridos notablemente fértiles*, *Aquilegia atropurpurea canadensis*, *Lavatera pseudolbia thuringica*, *Geum urbane-rivale*, y algunos híbridos de *Dianthus*; y según Wichura, los híbridos de las especies del sauce. Para la historia de la evolución de las plantas, esta circunstancia tiene especial importancia, ya que los híbridos constantes adquieren la importancia de nuevas especies. La corrección de los hechos está garantizada por eminentes observadores y no puede ponerse en duda. Gärtner tuvo la oportunidad de seguir *Dianthus Ameria deltoides* hasta la décima generación, ya que se propagó por sí misma regularmente en el jardín.

En *Pisum* se demostró experimentalmente que los híbridos forman células huevo y de polen de distintas clases y que en ello está la razón de la variabilidad de su descendencia. En otros híbridos, cuya descendencia se comporta de una manera similar, también podemos suponer una causa semejante, por otra parte, para aquellos que permanecen constantes, parece justificable la suposición de que sus células reproductoras son todas iguales y coinciden con la célula fundadora del híbrido. En opinión de renombrados fisiólogos, en las Fanerógamas para la propagación se unen una célula de polen y una célula huevo formando una sola célula, que es capaz por asimilación y formación de nuevas células de convertirse en un organismo independiente. Este desarrollo sigue una ley constante que se basa en la composición material y la disposición de los elementos que se encuentran en la célula en una unión capaz de vida. Si las células reproductoras son de la misma clase y coinciden con la célula fundadora de la planta madre, el desarrollo del nuevo individuo seguirá la misma ley que rige para la planta madre. Si una célula huevo se uniese con una célula de polen *disimilar*, deberíamos suponer que entre los elementos de ambas células, que determinan caracteres opuestos, se produce cierta igualación. La célula mediadora resultante se convierte en la fundadora del organismo híbrido, el desarrollo del cual sigue necesariamente una ley diferente de la que sigue cada una de las dos especies originarias. Si se considera que la igualación es total, en el sentido de que el embrión híbrido se forma de células similares, en las cuales las diferencias están *entera y*

permanentemente mediadas unas a otras, entonces se tendría como consecuencia el que los híbridos, como cualquier otra especie de planta independiente, permanecerán constantes en sus descendientes. Las células reproductoras, que se forman en los ovarios y en las anteras, son de una misma clase y concuerdan con la célula mediadora básica.

Respecto a los híbridos cuyos descendientes son variables, quizás podemos suponer que entre los elementos diferenciales de la célula huevo y de la del polen ocurre también una mediación en el sentido de que es posible la formación de una célula como base del híbrido; pero, no obstante, la igualación de los elementos opositores es sólo temporal y no va más allá que la vida de la planta híbrida. Dado que en el hábito de la planta no se perciben cambios durante todo su período vegetativo, tuvimos que suponer que esto se debe a que los elementos diferenciales sólo se liberan de la unión forzada al desarrollarse las células fecundadoras. En la formación de estas células participan todos los elementos existentes, que se comportan de una manera enteramente libre y equivalente, en virtud de la cual sólo los elementos diferenciales se excluyen unos de otros. Así pudieron formarse tantas clases de células huevo y de polen como combinaciones permiten los elementos formativos.

El intento que aquí se realiza de atribuir la diferencia esencial en el desarrollo de los híbridos a una *unión permanente o temporal* de los elementos celulares diferentes, no puede tener, como es natural, sino el valor de una hipótesis, para la cual, dada la falta de datos precisos, se abre mucho campo para explorar. La opinión expresada se justifica algo por las pruebas aportadas para *Pisum*, según las cuales el comportamiento de cada par de caracteres diferenciales, en la unión híbrida, es independiente de las otras diferencias entre las dos plantas originales; y, además, el híbrido produce precisamente tantas clases de células huevo y de polen como combinaciones posibles hay de formas constantes. Los caracteres diferenciales de dos plantas pueden, finalmente, depender sólo de diferencias en la composición y agrupamiento de los elementos que en las células fecundadoras de las mismas están en interacción vital.

Incluso la validez de las hipótesis formuladas para *Pisum* requieren todavía confirmación, y sería muy de desear una repetición de los experimentos más importantes, por ejemplo, los que se relacionan con la composición de las células fecundadoras de los híbridos. Un diferencial puede escapar fácilmente a un solo observador, el cual, aunque inicialmente aparezca como poco importante, puede acumularse más tarde en tal grado que no pueda ignorarse en el resultado final. También debe todavía decidirse experimentalmente si los híbridos variables de otras especies de plantas observan un comportamiento completamente concordante. Entretanto, podemos suponer que en los puntos materiales no puede presentarse ninguna diferencia esencial, ya que no es dudosa la unidad en el plan de desarrollo de la vida orgánica.

Finalmente, merecen especial mención los experimentos llevados a cabo por Kölreuter, Gärtner y otros respecto a la *transformación de una especie en otra por fecundación artificial*. Se ha dado particular importancia a estos experimentos y Gärtner reconoce que son "de los más difíciles de todos en hibridación".

Para que una especie A se transformase en la especie B, ambas se unieron por fecundación, y los híbridos resultantes se fecundaron de nuevo con el polen de B; entonces, entre los varios descendientes de ellos se escogió aquella forma que era más parecida a la especie B y se fecundó re-

petidas veces de nuevo con polen B, y así se continuó hasta que por último se obtuvo una forma igual a B y que se conservaba constante en sus descendientes. Con ello la especie A se había convertido en la especie B. Sólo Gärtner ha realizado treinta de estos experimentos con plantas de los géneros *Aquilegia*, *Dianthus*, *Geum*, *Lavatera*, *Lychnis*, *Malva*, *Nicotiana* y *Oenothera*. La duración del período de transformación no fue igual en todas las especies. Mientras que en algunas bastó una triple fecundación, ésta tuvo que repetirse cinco o seis veces en otras e incluso en la misma especie se observaron fluctuaciones en varios experimentos. Gärtner atribuye estas diferencias al hecho de que "el poder típico por el que una especie, durante la reproducción, efectúa el cambio y transformación del tipo materno, varía considerablemente en las diferentes plantas, y que, por consiguiente, también deben variar los períodos dentro de los cuales una especie se transforma en otra, así como ha de variar también el número de generaciones en cuyo transcurso tiene lugar la transformación; en algunas especies ésta es llevada a cabo por más, otras por menos generaciones". Además, el mismo observador hace notar "que en estos experimentos de transformación mucho depende de qué tipo y qué individuo se escoge para las ulteriores transformaciones".

Si se admite la suposición de que en estos experimentos el desarrollo de las formas se realizó de modo semejante al de *Pisum*, se tendría una explicación muy sencilla de todo el proceso de transformación. El híbrido forma tantas clases de células huevo como combinaciones constantes son posibles de los caracteres reunidos en ellas, y una de ellas es siempre de la misma clase que las células de polen fecundantes. Por consiguiente, en estos experimentos siempre existe la posibilidad de que ya en la segunda fecundación pueda resultar una forma constante idéntica a la del progenitor productor del polen. El que realmente se obtenga esa forma depende, en cada caso particular, del número de plantas experimentales, así como del número de caracteres diferenciales que se unen en la fecundación. Supongamos, por ejemplo, que las plantas seleccionadas para el experimento difieren en tres caracteres y que la especie ABC debe transformarse en otra especie abc, por repetida fecundación con polen de la última; los híbridos que resultan del primer cruzamiento forman ocho clases diferentes de células huevo, a saber:

ABC, ABc, Abc, aBC, Abc, aBc, abC, abc

Estas, en el segundo año del experimento, se unen de nuevo con las células de polen abc, y obtenemos la serie

AaBbCc + AaBbc + AabCc + aBbCc + Aabc + aBbc + abCc + abc

Como que la forma abc se presenta una vez en la serie de ocho miembros, es poco probable que no se halle entre las plantas experimentales, incluso cuando éstas se cultivaran en pequeño número, y la transformación habría terminado ya después de dos fecundaciones. Si por casualidad no se obtiene la transformación, entonces la fecundación debe repetirse con una de las uniones más próximas, Aabc, aBbc, abCc. Se ve que este experimento debe prolongarse tanto más cuanto menor sea el número de plantas experimentales y mayor el número de caracteres diferenciales en las dos especies originales; y que, además, en la misma especie puede fácilmente ocurrir un retraso de una o incluso de dos generaciones, tal como Gärtner observó. La transformación de especies muy divergentes sólo podría completarse en cinco o seis años de experimentos, ya que el número de células huevo diferentes que se forman en el híbrido aumenta, como las potencias de dos, con el número de caracteres diferenciales.

Gärtner encontró, por repetidos experimentos, que el período de transformación recíproca no es el mismo para algunas especies, de manera que una especie A puede ser frecuentemente transformada en la especie B una generación antes que la especie B en A. De ello se deduce que es difícil de sostener la opinión de Kölreuter según la cual "en los híbridos las dos naturalezas están perfectamente en equilibrio". No obstante, parece que Kölreuter no merece este reproche, sino más bien que Gärtner no ha tenido en cuenta un punto importante, sobre el cual llama él mismo la atención en otro lugar, a saber: que "depende del individuo que se escoge para ulterior transformación".

Experimentos que a este respecto se realizaron con dos especies de *Pisum* demostraron que, en lo referente a la elección de los individuos más apropiados para ulteriores fecundaciones, puede haber una gran diferencia según cuál de las dos especies se transforma en la otra. Las dos plantas experimentales diferían en cinco caracteres; al propio tiempo la especie A poseía todos los caracteres dominantes, y la especie B todos los recesivos.

Para lograr una transformación mutua se fecundó A con polen de B, y, al revés, B con polen de A, y esto se repitió con ambos híbridos el año siguiente. Del primer experimento, B/A, se dispuso de 87 plantas en el tercer año del mismo, para la selección de individuos para nuevos cruzamientos y éstos fueron de todas las 32 formas posibles; para el segundo experimento, A/B, se obtuvieron 73 plantas, que *concordaban completamente en hábito con la planta progenitora productora del polen*; en su composición interna, no obstante, debían ser tan variables como las formas de los otros experimentos. Por consiguiente, sólo fue posible una selección definida en el primer experimento; en el segundo tuvieron que separarse, al azar, algunas plantas. De éstas sólo una parte de las flores se fecundó con polen de A; las otras se dejaron para que se fecundaran ellas mismas. En ambos experimentos, de cada cinco plantas seleccionadas para la fecundación concordaron, como el siguiente año de cultivo demostró, con el progenitor productor del polen:

Primer experimento	Segundo experimento	
2 plantas	—	en todos los caracteres
3 plantas	—	en 4 caracteres
—	2 plantas	en 3 caracteres
—	2 plantas	en 2 caracteres
—	1 planta	en 1 carácter.

En el primer experimento terminó con ello la transformación; en el segundo, que luego no se continuó, habrían sido necesarias, probablemente, dos fecundaciones más.

Aunque no debe ser frecuente el caso de que los caracteres dominantes pertenezcan exclusivamente a una o a la otra de las plantas progenitoras originarias, siempre se producirá una diferencia según cuál de las dos posea más dominantes. Si el progenitor productor del polen tiene la mayoría, la selección de formas para nuevos cruzamientos ofrecerá un grado menor de seguridad que en el caso inverso, lo que debe tener como consecuencia un retraso en el período de transformación, siempre que el experimento no se considere terminado hasta que se haya conseguido una forma que, no

sólo sea en su forma igual a la planta productora del polen, sino que, como ella, también permanezca constante en los descendientes.

Los resultados de estos experimentos de transformación condujeron a Gärtner a oponerse a la opinión de los naturalistas que niegan la estabilidad de las especies de plantas y creen en una continua evolución de los vegetales. El ve en la completa transformación de una especie en otra una prueba indudable de que la especie tiene fijados límites, más allá de los cuales no se puede modificar. Aunque esta opinión no pueda aceptarse incondicionalmente, en los experimentos de Gärtner se encuentra, por otra parte, una notable confirmación de la suposición antes indicada referente a la variabilidad de las plantas cultivadas.

Entre las especies experimentales había plantas cultivadas, tales como *Aquilegia atropurpurea* y *canadensis*, *Dianthus caryophyllus*, *chinensis* y *japonicus*, *Nicotiana rustica* y *paniculata*, las cuales no perdieron nada de su independencia después de 4 o 5 uniones híbridas.

TRABAJO DE MENDEL SOBRE LA HERENCIA EN LAS PLANTAS DE PISUM SATIVUM

Year	Location	Number of plants
1865	Brno	20
1866	Brno	20
1867	Brno	1
1868	Brno	0
1869	Brno	0
1870	Brno	0
1871	Brno	0
1872	Brno	0
1873	Brno	0
1874	Brno	0
1875	Brno	0
1876	Brno	0
1877	Brno	0
1878	Brno	0
1879	Brno	0
1880	Brno	0
1881	Brno	0
1882	Brno	0
1883	Brno	0
1884	Brno	0
1885	Brno	0
1886	Brno	0
1887	Brno	0
1888	Brno	0
1889	Brno	0
1890	Brno	0
1891	Brno	0
1892	Brno	0
1893	Brno	0
1894	Brno	0
1895	Brno	0
1896	Brno	0
1897	Brno	0
1898	Brno	0
1899	Brno	0
1900	Brno	0

(*) ...

EXPERIMENTOS SOBRE HIBRIDOS DE PLANTAS*

Comentario por V. Orel

Gregor Mendel es principalmente conocido por el Trabajo —hoy clásico— que leyó en dos sesiones, el 8 de febrero y el 8 de marzo de 1865, en la Sociedad de investigaciones científicas de Brno. En su segunda carta a C. Nägeli⁽¹⁾ el mismo Mendel explica las condiciones de la publicación de las disertaciones: “cuando, el año pasado, se me invitó a publicar mi disertación en las publicaciones de la Sociedad, di mi consentimiento después de haber repasado una vez más todas las anotaciones hechas durante los años de experimentos, sin descubrir una fuente de errores. El trabajo mandado es copia fiel del concepto para la disertación; esto explica la poca extensión de la exposición, tal como se exige para las disertaciones en una sociedad”. El texto original de la disertación se publicó sin enmienda en el tomo 4 de “Verhandlungen des Vereins für das Jahr 1865”, en la sección “Abhandlungen”, páginas 3-47. Pero este tomo no apareció hasta el año 1866, siendo éste el motivo de que todavía hoy se indiquen en la literatura científica los años 1865 y 1866 como fecha de la publicación del trabajo.

El trabajo de Mendel fue redescubierto después de 1900. A partir de entonces, Mendel fue repentinamente conocido por los investigadores de todos los continentes, y no sólo se publicó su trabajo en el original en idioma alemán, sino que poco a poco se publicó también en otros idiomas. Matalová⁽²⁾ publicó recientemente la siguiente relación de las diferentes ediciones de que se tiene noticia en la Sección conmemorativa de Mendel en Brno:

DIFERENTES EDICIONES DEL TRABAJO DE MENDEL SOBRE PISUM DE QUE SE TIENE CONOCIMIENTO EN LA SECCION MENDELIANA EN BRNO.

Idioma	Año de la primera edición	Número de ediciones
alemán	1866	20
inglés	1901	29
francés	1907	1
ruso	1910	9
italiano	1914	3
polaco	1915	2

(*) *Versuche über Pflanzen-Hybriden.*

japonés	1916	12
sueco	1917	3
checo	1926	2
georgiano	1929	1
armenio	1936	1
español	1940	2
húngaro	1944	1
rumano	1945	1
portugués	1965	1

Títulos de las ediciones en español:

- 1) "Experimentos en hibridación de plantas por Gregorio Mendel". Traducción de la versión inglesa, publicada por la Horward University Press, de Emilio Robledo. Páginas 3-63. Tip. Sanson, Medellín, 1940.
- 2) "Gregorio Mendel, Experimentos de hibridación en plantas". Traducción de la versión inglesa, con notas al pie de las páginas. W. Bateson's, de Antonio Prevosti. Universidad Nacional Autónoma de México, 49 páginas, México, 1965.

Después de 1900, la teoría de Mendel fue conocida en general por "Leyes de Mendel sobre la herencia" o bien "Reglas de la herencia", y se solía oponer a la teoría de la evolución de Darwin. De esto surgieron diferentes controversias científicas, hasta que finalmente, en los años 30, se demostró una síntesis entre ambas teorías. Más adelante, en 1936, R. A. Fisher⁽³⁾ intentó analizar estadísticamente los datos numéricos de Mendel. Tuvo que comenzar con la reconstrucción de los experimentos de cruzamiento con *Pisum* realizados por Mendel. Al hacerlo llegó a la sorprendente conclusión de que Mendel llevó a cabo sus experimentos de cruzamiento con *Pisum* de acuerdo con un proyecto elaborado de antemano, o sea, que ya conocía la teoría antes de dar principio a sus experimentos. Con sus experimentos demostró no sólo su teoría, sino también la importancia de ella. Al respecto hace observar Fisher irónicamente que los llamados "redescubridores" de después del 1900 leían el trabajo de Mendel sólo superficialmente, sin comprender su fundamento ni su profundidad. La crítica que Fisher hizo de la manera de interpretar el trabajo de Mendel no halló repercusión hasta mucho más tarde. El propio Fisher la completó más adelante con nuevos comentarios críticos, los cuales no se publicaron hasta después de su muerte en 1965⁽⁴⁾. Y fue precisamente en ese año cuando se dedicó una mayor atención al trabajo científico de Mendel. En ocasión de celebrarse el centenario de la publicación de este trabajo, en 1965, el Museo de Moravia en Brno creó una Sección Conmemorativa de Mendel. Y en la Sección de Ge-

nética G. Mendel, que entonces se acababa de inaugurar, del Museo de Moravia, se desarrolló la investigación sistemática del legado científico de Mendel.

En 1970 tuvo lugar en Brno un Colloquium Mendel⁽⁵⁾, donde se discutió ya la nueva reconstrucción de los experimentos con *Pisum*. La discusión se basó no sólo en el trabajo clásico de Mendel, sino también en datos contenidos en las cartas de Mendel a Nägeli y en otras informaciones complementarias obtenidas con la investigación en el Mendelianum. En su primera disertación, Mendel mostró y expuso sus experimentos con monohíbridos, dihíbridos y trihíbridos. La hipótesis propia y la prueba definitiva las expuso en su segunda disertación sirviéndose de los experimentos de retrocruzamiento, la exposición de lo cual comienza en la página 24 con el capítulo "Die Befruchtungs-Zellen der Hybriden". El número de plantas de que se sirvió Mendel en sus experimentos con *Pisum* se expone en la siguiente tabla:

Año del experimento	Líneas puras	Mono-híbridos	Dihíbridos	Tri-híbridos	Retro-cruzamiento	Total	Plantas investigadas con exactitud
1854	850					850	---
55	850					850	---
56	550	25				575	25
57	550	531				1081	531
58	550	1309	30	30		1919	1129
59	550	2413	15	24		3002	2032
1860	550	4739	529	639		6457	3787
61	550	3240	80	4730		8600	4730
62	550	1360	80	160	100	2250	50
63	550	300	80	160	551	1641	551
total	6100	13917	814	5743	651	27225	12835

En la página 10 escribe Mendel: "más de 10 000 plantas se investigaron con exactitud". El número de estas plantas en la tabla es de 12 835, lo que concuerda con el "más de 10 000" del investigador. Mendel indica la cantidad de más de 28 000 plantas. Mas debe tenerse en cuenta que en su trabajo no citó todos los experimentos emprendidos. Su trabajo no puede juzgarse desde el punto de vista actual sobre publicación de resultados de la

investigación experimental. Esto lo insinuó ya R. A. Fisher⁽¹⁾ cuando, en 1936, escribió:

"Mendel era un experimentado y exitoso maestro y sabía adaptar la forma de exponer los resultados a las necesidades del aula, sin complicar sus exposiciones con detalles intrascendentes".

Mendel escribió de sí mismo que era "maestro de Física experimental", y contemplándole bajo este aspecto comprendemos hoy mejor el que proyectara cuidadosamente sus experimentos. Al escribir su manuscrito decidió describir primeramente los experimentos de hibridación. Ya en la introducción llama la atención sobre el que hasta entonces no se había logrado encontrar "leyes de validez general para la formación y desarrollo de los híbridos". Definió también más detalladamente su tarea de investigación... "para determinar numéricamente la relación mutua en los descendientes de los híbridos..." y agregó seguidamente que su trabajo debe contribuir a la solución de la cuestión de la evolución.

En el trabajo propiamente dicho se ocupó Mendel durante diez años, a lo que hay que añadir que ya antes se habría preparado, muy probablemente ya en sus años de universidad, y, como hizo observar Heimans en 1969, continuó aún mucho más tarde ocupándose en los datos de esas investigaciones. Ya en la primera frase se dice que fueron motivo del trabajo "fecundaciones artificiales, que se llevaron a efecto en plantas de adorno, para lograr nuevas variantes en los colores". Hoy podemos demostrar que Mendel conocía la práctica de aquella época del mejoramiento de plantas con la fecundación artificial. Su maestro de Agricultura, F. Diebl⁽¹⁰⁾ (1770-1859), con el que Mendel pasó tres exámenes en 1848, describió la fecundación artificial como método principal para el mejoramiento de las plantas. Más adelante, durante sus estudios en la Universidad de Viena, el profesor de Fisiología de las Plantas, F. Unger, señaló en sus lecciones la importancia del estudio de las causas de la variabilidad de los caracteres de las plantas. En sus trabajos de aquella época, Unger⁽¹¹⁾ escribió sobre "estabilidad limitada de las especies de plantas"; sobre la posibilidad de nuevas combinaciones de los elementos dentro de la célula, y expuso textualmente⁽¹²⁾: "la mayor influencia en la creación y mejoramiento de plantas de cultivo la ejerce el cruzamiento sexual entre especies y variedades de plantas de la misma familia". Unger⁽¹³⁾ atribuía también importancia evolutiva a los elementos básicos.

Mendel estudió principalmente Física en la escuela de Ch. Doppler. Conocía bien, por lo tanto, la teoría de la posibilidad y los fundamentos de la experimentación física exacta. Consiguientemente, se puede suponer que, siguiendo los principios de la Física, redujo su problema de investigación al nivel de la más simple hibridación de los distintos caracteres de las plantas, y que elaboró, para la explicación, su teoría particular de las unidades hereditarias dentro de la célula, y luego, basándose en esa teoría, proyectó sus experimentos y los realizó cuidadosamente. Durante sus experimentos contaba

ya con la existencia de las partículas hereditarias, que calificó de elementos. El uso de esta calificación era entonces general. Mendel suponía la existencia de elementos dobles, pues cada planta recibe una característica de sus progenitores.

En el cruzamiento de *Pisum* la planta-hija recibe, por conducto de las células sexuales, un elemento, por ejemplo, el que determina el color amarillo de la semilla, y, el segundo, el que determina el color verde, de la otra parte de sus progenitores. Sin embargo, todas las semillas de *Pisum* continúan siendo amarillas después del cruzamiento, con lo cual se muestra un carácter inmodificado de uno de sus progenitores. En oposición al criterio de la época sobre mezcla de los elementos hereditarios, Mendel subrayó que los diferentes elementos de la unión híbrida se separan de nuevo, sin modificación, en las células sexuales. El elemento *A*, que representa el carácter dominante, y el elemento *a* del carácter recesivo se producen en cantidades iguales y, al encontrarse casualmente durante la fecundación, forman las siguientes combinaciones:

$$\frac{1}{4} \quad AA \quad \frac{1}{4} \quad Aa \quad \frac{1}{4} \quad aA \quad \frac{1}{4} \quad aa$$

En la descendencia de los híbridos aparecen de nuevo las dos combinaciones originales de los progenitores. Esta exposición del desdoblamiento de los caracteres de Mendel fue llamada Ley (o Regla) de la Disyunción de Mendel después de 1900.

De los más simples experimentos de cruzamiento de las plantas, que sólo varían en un par de caracteres, Mendel dedujo una serie de desarrollo expresada en

$$A + 2Aa + a$$

y la calificó de "das gefundene Entwicklungsgesetz" (la hallada ley del desarrollo). Al propio tiempo confirmó los datos de Kölreuter y Gärtner en el sentido de que los híbridos poseen la tendencia a regresar a las especies de origen. En el capítulo siguiente investigó si esa ley era también valedera para los caracteres diferenciadores cuando varios caracteres se han reunido por la fecundación de los híbridos. En su trabajo demostró que elementos diferentes, como por ejemplo, *A* y *a* para el color amarillo y verde de las semillas, y *B* y *b* para su forma redonda y rugosa, se desarrollan como una serie de combinaciones en que las dos series de desarrollo están unidas. Seguidamente mostró también la combinación de tres pares de caracteres, y en cada combinación que teóricamente podía esperarse presentó la secuencia de las series experimentales de las plantas. Al final de la primera disertación, Mendel hizo observar todavía que todas las uniones constantes posibles con *Pisum*, mediante combinación de los 7 caracteres característicos ($2^7 = 128$), también se conservaban efectivamente con cruzamientos repetidos. De ello se dedujo la conclusión de que el comportamiento de cada dos caracteres di-

ferenciantes en unión híbrida es independiente de las otras diferencias en las dos plantas de origen. Como explicación de esta regularidad expuso Mendel: "Si designamos con n el número de las diferencias características en las dos plantas originales, 3^n indicará el número de miembros de la serie de combinaciones, 4^n el de individuos que pertenecen a la serie, y 2^n el de las uniones que permanecen constantes".

En su segunda disertación, Mendel habló ante todo de la hipótesis que explica "el desarrollo de los híbridos en las diferentes generaciones". Dijo que la condición previa era que las células germinales y las células del polen se forman en igual número, en promedio, en los híbridos. Esta condición previa la demostró luego "por vía experimental" exponiendo los experimentos del retrocruzamiento de las plantas híbridas por homocigoto dominante y homocigoto de forma recesiva. Explicó esto diciendo que "los guisantes híbridos forman células germinales y células de polen, las cuales, de acuerdo con su constitución, corresponden en el mismo número a todas las formas constantes que surgen de la combinación de los caracteres unidos por fecundación". Hasta sus conclusiones finales no escribe Mendel que "el desarrollo de los híbridos tiene lugar según una ley constante que está basada en la condición material y la distribución de los elementos", y que los caracteres diferenciadores de dos plantas "no pueden proceder, a fin de cuentas, sino de diferencias en la naturaleza material y agrupación de los elementos que están en acción recíproca en las células básicas de los mismos". Es evidente que en estas observaciones finales demuestra Mendel la existencia de unidades hereditarias materiales, unidades que después de 1909 se designaron como genes.

En su segunda disertación, Mendel citó brevemente también los experimentos realizados con otras plantas para comprobar "si la ley de desarrollo hallada para *Pisum*" tenía validez. Con ellos confirmó la aplicabilidad de dicha ley también en el color de las flores de *Phaseolus*. De estos experimentos dedujo "las series compuestas de híbridos", lo que, en principio, insinúa la existencia de los genes de adición, la cual se confirmó mucho más tarde. El objetivo de esos experimentos era llegar a comprender "la extraordinaria variedad en la coloración de nuestras plantas de adorno".

La segunda disertación terminó con la demostración de un ejemplo modelo del proceso de transformación, que aclaraba la duración de la transformación, duración que se cita de modos diferentes en la literatura. Mendel comparó sus resultados con los de Kölreuter⁽¹⁴⁾ y Gärtner⁽¹⁵⁾. No podía estar de acuerdo con la afirmación de que en algunos casos "los descendientes de los híbridos son absolutamente iguales", porque ello contradecía fundamentalmente su suposición de que los elementos se combinan libremente. Señaló también la posibilidad de la explicación de diferentes duraciones de transformación. Con sencillos experimentos de retrocruzamientos repetidos demostró que la duración de la transformación depende del número de los diferentes caracteres y del número de plantas sometidas a experimento. Al

hacer estos experimentos partía de la suposición de que si en ellos el desarrollo de los caracteres durante el proceso de transformación fuera igual que en *Pisum*, "todo el proceso de transformación tendría una explicación bastante sencilla". En este aspecto, Mendel se oponía a la afirmación de Gärtner de que "a las especies les han puesto límites fijos", y así fue como expuso su criterio sobre la variabilidad de las especies. Ya en la introducción señaló Mendel la importancia que su trabajo tenía para la historia del desarrollo de las formas orgánicas. En otros pasajes de su disertación calificó la deducida ley del origen y desarrollo de los híbridos como la ley más sencilla del desarrollo. Es notable observar que aun cuando el trabajo de Mendel constituya la piedra angular de la teoría de la herencia, no figura en él el sustantivo "Vererbung" ni el adjetivo "erbliche" ("herencia" y "hereditario" respectivamente, N. del Trad.). Se limita a escribir en la página 40 que "de la coincidencia externa de los híbridos es posible sacar conclusiones relativas al parentesco interno". Por parentesco interno se entendía en aquella época —por ejemplo según Gärtner— la herencia.

Mendel mostró en su trabajo también la conclusión de que su teoría tenía validez general, ya que dijo textualmente: "La unidad en el plan de desarrollo de la vida orgánica está fuera de discusión". La unidad "en toda la creación del mundo de las plantas" fue calificada por su maestro Unger incluso de "unidad genética".

Hasta ahora no se había podido llegar a la conclusión de que Mendel partió del nivel que en aquella época tenía la Física Exacta y la ciencia inductiva de Schleiden⁽¹⁷⁾. Basándose en la teoría de las probabilidades creó un modelo teórico de la trasmisión de elementos hereditarios de generación en generación, y sobre ese modelo planeó sus experimentos. Por esta razón utilizó gran cantidad de plantas y presentó pruebas estadísticas. Otra creación original fue la evaluación numérica de los caracteres discontinuados, lo cual le permitió analizar los caracteres que hasta entonces no eran calculables. Finalmente, introdujo un simbolismo muy sencillo, de modo que podía comparar con exactitud los fenómenos observados con los que se presumían.

El proceder de Mendel era en aquella época extraordinario para los biólogos, por lo cual no podían comprender ni con mucho su trabajo. Hasta la segunda mitad del siglo pasado no comenzaron los físicos a explicar también estadísticamente la naturaleza inorgánica. La ley de regularidad deducida no tenía ya el carácter de casualidad, sino que se refería a la probabilidad valedera para un determinado número de individuos. Así pudieron analizarse estadísticamente fenómenos que antes quedaban sin solución. En este sentido la concepción de Mendel se puede comparar a la de los físicos J. C. Maxwell, M. Helmholtz y L. Boltzmann, como hace poco señaló con acierto Jacob⁽¹⁸⁾.

Hoy se puede afirmar que con su concepción original dio Mendel un fundamento material, un método experimental de hibridación y la ley básica a los conceptos de la herencia, que por tanto tiempo habían permanecido en el misterio. No fue sino después de 1900 cuando todo este conjunto se condensó en la sencilla denominación de Leyes de Mendel sobre la herencia. Mendel consiguió dilucidar y descifrar el hasta entonces tan oscuro problema de la herencia. Con su concepción como físico demostró, sobre bases nuevas, la unidad en la naturaleza, y así colocó la piedra fundamental sobre la que continuar la investigación para llegar a traspasar los límites entre lo orgánico y lo inorgánico.

BIBLIOGRAFIA Y OBSERVACIONES

- 1) CORRENS, C., 1905: Cartas de Gregor Mendel a Carl Nägeli, 1866-1873. Informes del curso de Matemática-Física de la Real Sociedad Sajona de Ciencias 29: 189-265. En el Comentario se encuentran datos detallados de la correspondencia entre G. Mendel y C. Nägeli.
- 2) MATALOVÁ, A., 1973: "A Critical Review of Different Editions of Mendel's Pisum Paper". Folia Mendeliana 8.
- 3) FISHER, R. A., 1936: "Has Mendel's work been rediscovered?" Annals of Science 1:115:137.
- 4) BENNETT, J. H., 1965: "Experiments in Plant Hybridization — Gregor Mendel". Cliver and Boyd, Edimburgo, Página 95. En este libro: Fisher, R. A.: "Introductory notes on Mendel's paper", pp. 1-6, y Fisher, R. A.: "Marginal comments on Mendel's paper", pp. 52-58.
- 5) "Proceedings of the Gregor Mendel Colloquium Brno 1970", Folia Mendeliana No. 6, 353 pp.
- 6) OREL, V., 1971: "A Reconstruction of Mendel's Pisum Experiments and an Attempt at an Explanation of Mendel's Way of Presentation". Folia Mendeliana 6: 41-60.
- 7) FISHER, citado en No. 3.
- 8) Véase cita en No. 1. Página 220.
- 9) HEIMANS, J., 1969: Hoja con anotaciones perteneciente al legado de Gregor Mendel, con análisis de sus experimentos de cruzamiento. Folia Mendeliana 4:5-36.
- 10) OREL, V., 1973: "Interest in Hybridization in Moravia before Mendel came to Brno". The Journal of Heredity 1:51-52.
- 11) OREL, V., 1972: "Mendel and New Scientific Ideas at the Vienna University". Folia Mendeliana 7:27-36.
- 12) UNGER, F., 1860: "Die physiologische Bedeutung der Pflanzenkultur". Viena, Página 20.
- 13) UNGER, F., 1852: "Botanische Briefe". Viena, página 126.

- 14) KÖLREUTER, D. J. G., 1761-1766: Datos provisionales de algunos experimentos relativos al sexo de las plantas y observaciones; además de las continuaciones 1, 2 y 3. Leipzig. En las notas a la última edición alemana del trabajo de Mendel. Experimentos con híbridos de plantas (Gregor Mendel "Versuche über Pflanzenhybriden", nueva serie de los Clásicos Ostwald de las Ciencias Exactas, Tomo 6, 1970. Fiedr. Vieweg and Cohn, Braunschweig), hace observar I. Weiling que Mendel debía conocer los trabajos de Kölreuter de la literatura de otros, especialmente de Gärtner (véase No. 15).
- 15) GÄRTNER, C. F., 1859: "Versuche und Beobachtungen über die Bastard-erzeugung in Pflanzenreich". Mendel poseía un ejemplar de este libro, en el que hizo gran número de anotaciones. El ejemplar se conserva en el Mendelianum.
- 16) (Véase No. 13).
- 17) SCHLEIDEN, M. J., 1849-1850: "Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik nach einer methologischen Einleitung als Einleitung zum Studium der Pflanzen". Leipzig. Tomo I. Página 342, Tomo II. Página 619, tercera edición. Mendel tenía este libro. Un ejemplar se guarda en el Mendelianum.
- 18) JACOB, F., 1970: "La logique du vivant — une histoire de l'hérédité. Bibliothèque des Sciences Humaines. Gallinard, Páginas 213-216.

BIBLIOGRAFIA SECUNDARIA

El trabajo de Mendel con *Pisum* es citado después de 1900 por todos los autores de libros de Genética y hasta de Historia. En todas las ediciones dadas a la estampa después de 1900 se agregan comentarios en que se refleja con claridad la comprensión paulatinamente más complicada, de la concepción científica de Mendel. Los primeros comentarios detallados sobre las ediciones alemanas los escribió E. Tschermak y, en 1970, F. Weiling (Gregor Mendel — "Versuche über Pflanzenhybriden", Friedr. Vieweg and Cohn, Braunschweig). El comentario más extenso fue seguramente el que escribió Gaissinovitich en 1965 (Gregor Mendel — Opyty and rastitelnyml hibridami, Moscú 1965, pp. 133-147). En el recién publicado libro de V. Orel "Secret of Mendel's discovery", editado en japonés en Tokyo 1973 (350 páginas), se encuentra un análisis detallado del trabajo de Mendel con *Pisum*.

En los libros que se relacionan a continuación, pertenecientes a la historia de la Genética, se encuentran datos más detallados relativos a los trabajos científicos de Mendel y la importancia de los mismos en el desarrollo de los conocimientos científicos:

- CREW, F. A. E., 1966: "The Foundations of Genetics", Pergamon Press, Oxford, 202 pp.
- DUNN, L. C., 1951: "Genetics in the 20th Century - Essays on the progress of genetics during its first 50 years". The Mac-Millan Co., Nueva York, 634 pp.
- DUNN, L. C., 1965: "A short History of Genetics". McGraw-Hill Co., Nueva York, 253 pp.
- GAISSINOVITCH, A. E., 1967: "Zarozdenije genetiki" Izd. Nauka, Moscú, 174 pp.
- OLBY, R. C. 1966: "Origin of Mendelism". Constable, Londres, 204 páginas.
- STUBBE, H., 1965: "Kurze Gerschichte der Genetik bis zur Wiederentdeckung der Vererbungsregeln Gregor Mendel's. G. Fisher. Jena, 272 pp.
- STURTEVANT, A. H. 1965: "A History of Genetics", Harper and Row, Nueva York, 105 páginas.

... hasta que se ha hecho suficiente experimentación de fecundación entre dos
 especies del género *Hieracium*, hasta ahora no se ha podido obtener más
 que 5 híbridos, y que estos en sólo uno hasta tres ejemplares cada uno.

- H. auriculato* + *H. aurantiacum*
- H. auriculato* + *H. pilosella*
- H. auriculato* + *H. pratense*
- H. schroderi* + *H. aurantiacum*
- H. pratense* + *H. flagellare* Rehb.
- H. pratense* + *H. aurantiacum*

SOBRE ALGUNOS HIBRIDOS DE **HIERACIUM**, OBTENIDOS POR FECUNDACION ARTIFICIAL

por GREGORIO MENDEL

(Leído en la Sesión de 9 de Junio de 1869)

... Como al propósito de indicar el objetivo que se persiguió al emprender los
 experimentos de fecundación, me permito añadir algunas observaciones re-
 lativas al género *Hieracium*. Este género posee una extraordinaria riqueza
 en formas independientes. Ningún otro género vegetal le iguala en este re-
 specto. Algunas de estas formas se distinguen por caracteres especiales, otros
 se consideran como formas parciales o especies intermedias que sirven las
 bases de transición entre formas independientes y especies de transición, mientras
 se han tirado las formas principales sólo desde entre sí. La dificultad de
 la designación y delimitación de esas formas se aumenta cuando la diversidad
 de los caracteres especializados. De algunas que pertenecen al género *Hieracium*,
 por ningún otro se han obtenido tantos y tan variados híbridos. Sin embargo
 ahora se haya llegado a una conclusión de un primer que se le llegara
 a un acuerdo hasta tanto no se conozca el valor y la significación de las
 formas intermedias o formas de transición.

Aunque ya he hecho múltiples experimentos de fecundación entre diferentes especies del género *Hieracium*, hasta ahora no he podido obtener más que 6 híbridos, y aun éstos en sólo uno hasta tres ejemplares cada uno:

<i>H. Auricula</i>	+	<i>H. aurantiacum</i>
<i>H. Auricula</i>	+	<i>H. pilosella</i>
<i>H. Auricula</i>	+	<i>H. pratense</i>
<i>H. echioides</i>	+	<i>H. aurantiacum</i>
<i>H. praealtum</i>	+	<i>H. flagellare Rchb.</i>
<i>H. praealtum</i>	+	<i>H. aurantiacum</i>

La dificultad de obtener un número mayor de híbridos reside en el hecho de que siendo las flores tan pequeñas y muy peculiar su constitución, no se consigue sino raramente separar las anteras de la flor que debe ser fecundada, sin que el polen propio llegue al estigma, o el estilo resulte herido y muera. Como es sabido, las anteras están unidas por crecimiento en un tubito, el cual envuelve estrechamente el estilo. En cuanto se abre la flor, el estigma, ya cubierto de polen, sobresale del tubito. Es por esta causa que, para evitar la autofecundación, hay que quitar el tubito de las anteras ya antes de la floración, para cuyo efecto con una aguja fina se hienden las yemas. Si esta operación se realiza cuando el polen ha adquirido ya capacidad fecundadora, lo cual sucede dos o tres días antes de la floración, la autofecundación no se evitará sino raramente, puesto que, por muy cuidadoso que se sea, no será fácil impedir que, al hender el tubito, algunos granos de polen se esparzan y lleguen al estigma. La separación de las anteras en un estadio anterior de desarrollo no garantiza, hasta ahora, un resultado mejor. Antes de que el polen llegue a su madurez, el estigma y el estilo, todavía muy tiernos, son extraordinariamente sensibles a la presión y a las heridas, y, aun cuando no se les haya causado deterioro, suelen marchitarse y secarse después de breve tiempo, en cuanto se les priva de sus cubiertas protectoras. El último inconveniente espero vencerlo sometiendo la planta 2 ó 3 días a la húmeda atmósfera del invernadero después de la operación. Un experimento hecho recientemente de esta manera con *H. Auricula* dio buen resultado.

Con el propósito de indicar el objetivo que se perseguía al emprender los experimentos de fecundación, me permito anticipar algunas observaciones referentes al género *Hieracium*. Este género posee una extraordinaria riqueza en formas independientes. Ningún otro género vegetal lo iguala en este aspecto. Algunas de estas formas se distinguen por caracteres especiales, siendo consideradas como formas principales o especies, mientras que todas las demás se presentan como formas intermedias o formas de transición, mediante las cuales las formas principales están unidas entre sí. La dificultad en la clasificación y delimitación de esas formas ha llamado siempre la atención de los científicos especializados. De ningún otro género se ha escrito tanto, por ningún otro se han librado tantas y tan violentas luchas, sin que hasta ahora se haya llegado a una conclusión. Es de prever que no se llegará a un acuerdo hasta tanto no se conozca el valor y la significación de las formas intermedias o formas de transición.

En lo que respecta a la cuestión de si la hibridación participa en la riqueza de formas del citado género y en qué grado lo hace, encontramos opiniones diferentes, hasta absolutamente contradictorias, entre los más destacados conocedores de las plantas. Mientras algunos de ellos creen que la influencia es considerable, otros, como, por ejemplo, Fries, no admiten la existencia de híbridos de *Hieracium*. Hay todavía otros que adoptan una posición intermedia concediendo que no es rara la formación de híbridos entre las especies que crecen silvestres, pero afirman que no se les puede otorgar una significación importante por ser siempre de breve duración. La causa de ello está, parte en su poca fertilidad, o esterilidad completa, parte en la experiencia, adquirida con experimentos, de que, si el polen de las especies originarias llega a sus estigmas, queda siempre excluida la autofecundación en los híbridos. Según esto es inimaginable que híbridos de *Hieracium* puedan desarrollarse y sostenerse como formas absolutamente fértiles y constantes cerca de sus progenitores originarios.

La cuestión del origen de las numerosas formas intermedias constantes se considera más interesante últimamente, desde que un famoso especialista en hieracios opina —en el espíritu de la teoría de Darwin— que éstos provienen de la transmutación de especies desaparecidas o todavía existentes.

Está en la naturaleza de las cosas de que aquí tratamos el que sea indispensable un conocimiento exacto de los híbridos, en lo que atañe a su forma y fecundidad, así como del comportamiento de sus descendientes por varias generaciones, si se quiere juzgar la influencia que posiblemente ejerce la hibridación sobre la diversidad de formas intermedias en *Hieracium*. El comportamiento de los híbridos de *Hieracium* en la amplitud indicada tiene que descubrirse necesariamente mediante experimentos, puesto que no poseemos una teoría completa de la hibridación y podría conducir a conclusiones erróneas el que las reglas deducidas de la observación de los híbridos de otras plantas quisieran considerarse como leyes de la hibridación y aplicarse, sin más crítica, a *Hieracium*. Si por vía de la experimentación se obtiene un conocimiento suficiente de la hibridación de los hieracios, entonces, con ayuda de la experiencia que se ha logrado en lo referente a las condiciones de vegetación de las diferentes formas que crecen silvestres, sería posible un juicio competente en esta cuestión.

Con esto se pone también de manifiesto el objetivo que persiguen los experimentos aludidos. Con miras a ese objetivo, me permito exponer, compendiados, los resultados obtenidos, que hasta ahora son muy reducidos.

1. Respecto a la forma de los híbridos, tenemos que registrar el llamativo fenómeno de que, hasta ahora, no son idénticas las formas obtenidas de la misma fecundación. Los híbridos *H. praealtum* + *H. auranticum* y *H. Auricula* + *H. aurantiacum* están representados por dos ejemplares cada uno; *H. Auricula* + *H. pratense*, por tres; y de los demás no se ha obtenido hasta ahora sino un ejemplar de cada uno. Si comparamos cada uno de los caracteres de estos híbridos con los correspondientes caracteres de los dos progenitores originarios, encontramos que una parte representan formaciones intermedias, pero otra parte son tan parecidos a uno de los dos caracteres originales, que el otro retrocede mucho o casi escapa a la observación. Así, por ejemplo, en una de las dos formas *H. Auricula* + *H. aurantiacum* vemos flores de disco de color amarillo puro; sólo en la parte exterior de las florecitas marginales se observa un matiz rojo apenas perceptible; en la otra forma, por el contrario, el color de la flor es muy parecido al de *H. aurantiacum*; únicamente hacia el centro del disco el color rojo-naranja se transforma en un amarillo dorado vivo. Esta diferencia es notable, por cuanto en los hieracios

el color de la flor posee el valor de carácter constante. Otros casos similares se encuentran en las hojas, las inflorescencias, etc.

Si comparamos, según la totalidad de sus caracteres, los híbridos con los progenitores originarios, las dos formas *H. praealtum* + *H. aurantiacum* representan casi formas intermedias, las cuales, sin embargo, no concuerdan en algunos caracteres. En *H. Auricula* + *H. aurantiacum* y *H. Auriculata* + *H. pratense* vemos, al contrario, que las formas divergen mucho, de modo que una de ellas se acerca mucho a una de las dos plantas de origen, y la otra a la segunda planta de origen, mientras que en el híbrido nombrado en último lugar hay todavía una tercera forma que está casi en el medio de las dos.

Aparece espontáneamente la sospecha de que en este caso estamos en presencia de algunos miembros de series todavía desconocidas, los cuales se forman por el efecto directo del polen de una especie sobre las células germinativas de otra.

2. Los híbridos de que estamos hablando producen, con una sola excepción, semillas con capacidad germinativa. Se puede calificar de completamente fértil el *H. echioides* + *H. aurantiacum*; de fértil el *H. praealtum* + *H. flagellare*; de parcialmente fértil el *H. praealtum* + *H. aurantiacum* y el *H. Auricula* + *H. pratense*; de poco fértil el *H. Auricula* + *H. Pilosella*. De las dos formas del híbrido nombrado en último lugar, la de flores de color rojo era completamente estéril; de la de flores amarillas se obtuvo una sola semilla bien formada. Es, además, necesario citar que entre las plantas que nacen de las semillas del híbrido parcialmente fértil *H. praealtum* + *H. aurantiacum* hubo una planta que alcanzó la fecundidad completa.

3. Los descendientes, nacidos de autofecundación, de los híbridos no han variado hasta ahora; en los caracteres concuerdan entre sí y con la planta híbrida de que proceden. De *H. praealtum* + *H. fragellare* dos generaciones han llegado hasta ahora a la floración; de *H. echioides* + *H. aurantiacum*, *H. praealtum* + *H. aurantiacum*, *H. Auricula* + *H. pilosella*, una generación de cada uno en 14 hasta 112 ejemplares.

4. Hay que subrayar el hecho de que en el híbrido completamente fértil *H. echioides* + *H. aurantiacum* el polen de los progenitores originarios no pudo impedir la autofecundación, a pesar de que se echó en gran cantidad en los estigmas cuando, en la floración, éstos sobresalían de los tubitos de las anteras.

De dos cabecitas florales sometidas a este tratamiento se obtuvieron descendientes completamente concordantes con la planta híbrida. Un experimento muy parecido, que se llevó a cabo ya este verano con el híbrido parcialmente fértil *H. praealtum* + *H. aurantiacum*, dio por resultado que las cabecitas florales en las que el estigma fue cubierto con el polen de los progenitores originarios o de otras especies, desarrollaron un número considerablemente mayor de buenas semillas que el producido por las que se abandonaron a la autofecundación. Teniendo en cuenta que, observados con el microscopio, gran parte de los granos de polen del híbrido muestran formación deficiente, la explicación de este fenómeno no se encuentra seguramente sino en el hecho de que en el transcurso natural de la autofecundación una parte de los huevecillos con capacidad germinativa no son fecundados debido a la mala constitución del polen propio.

También en las especies completamente fértiles que crecen silvestres no es raro que en algunas cabecitas de flor falle la formación de polen y en algunas anteras no se desarrolle ni un solo grano bueno. Si, a pesar

de ello, se forman en tales casos semillas, la fecundación debe haberse realizado por polen extraño. Así pueden aparecer fácilmente híbridos, puesto que muchos insectos, sobre todo activos himenópteros, sienten gran predilección por las flores de *Hieracium* y son los que cuidan de que el polen, que fácilmente se prende en sus cuerpos velludos, llegue al estigma de las plantas vecinas.

De lo poco que puedo comunicar aquí se infiere que el trabajo apenas ha pasado de sus inicios. Tuve mis vacilaciones antes de decidirme a exponer en este lugar experimentos que acaban de iniciarse. Sólo la convicción de que la realización de los experimentos proyectados requerirá muchos años y la incertidumbre de que me sea dado llevarlos hasta el fin, me decidieron a hacer la comunicación de hoy. Gracias a la bondad del señor Director Dr. Nägeli de Munich, quien tuvo la amabilidad de mandarme especies que faltaban, especialmente de los Alpes, puedo agregar un número considerable de formas al círculo de los experimentos, y espero poder adquirir ya en el próximo año conocimientos que completen y aseguren los datos de hoy.

Si, finalmente, comparamos los resultados aquí discutidos —que, por cierto, son todavía muy inseguros— con los que se obtuvieron de cruzamientos entre diferentes formas de *Pisum*, de los que tuve honor de informar aquí en 1865, nos encontramos con una diferencia muy considerable. Los híbridos de *Pisum* obtenidos directamente del cruzamiento de dos formas tienen el mismo tipo en todos los casos; sus descendientes, por el contrario, son variables, y varían siguiendo una determinada ley. En *Hieracium*, a juzgar por los experimentos realizados hasta ahora, parece que va a resultar que sucede precisamente lo contrario. Ya cuando se habló de los experimentos con *Pisum*, se hizo observar que también hay híbridos cuyos descendientes no varían; por ejemplo, según Wichura los híbridos de *Salix* se reproducen sin variar, como especies puras. Según esto, tendríamos en *Hieracium* un caso análogo. Si en tales circunstancias se puede manifestar la suposición de que el poliformismo de los géneros *Salix* y *Hieracium* está en relación con el comportamiento propio de los híbridos, es hasta ahora una interrogación que si bien se puede ya insinuar, no se puede todavía contestar.

SOBRE EL SEGUNDO TRABAJO DE MENDEL:
"ALGUNOS HIBRIDOS DE *HIERACIUM*
OBTENIDOS POR FECUNDACION ARTIFICIAL"*

Comentario por V. Orel

Los experimentos de hibridación con *Hieracium* quedaron a la sombra del famoso trabajo de Mendel con *Pisum* de 1865. Después de 1900, la atención de los investigadores se concentró en los experimentos de cruzamiento realizados por Mendel con *Pisum*, a base de cuyos resultados unilaterales se definieron las Leyes de la Herencia o Reglas de la Herencia. Del trabajo con *Hieracium* no se sacó ninguna de tales conclusiones concretas, sino que, por el contrario parecía como si con él hubiera llegado a Mendel a resultados contradictorios. Sin embargo, Mendel hizo este trabajo con el mismo cuidado y la misma atención, tanto desde el punto de vista experimental como desde el de sus observaciones teóricas.

Dijo que el trabajo tenía por objetivo la explicación del misterio del origen de las formas principales y de las de transición del género *Hieracium*, el cual presentaba extraordinaria riqueza de formas independientes. Suponía que, basándose en los resultados de los experimentos con *Pisum*, conseguiría determinar en qué extensión participaba la formación de bastardos en la riqueza de formas de todo el género.

Después de los experimentos con *Pisum*, Mendel los practicó con otras especies de plantas para verificar las leyes deducidas del *Pisum*, pero, poco a poco, fue dedicándose cada día más a los experimentos con *Hieracium*. Hoy podemos afirmar que esos experimentos constituyen el punto culminante de su labor investigadora. De ellos habló Mendel en la sesión de la Sociedad de Investigaciones Naturalistas del 9 de junio de 1869, y durante la disertación mostró formas de los bastardos y de sus progenitores primitivos. Este trabajo se publicó el año siguiente en el tomo 8 de las "Abhandlungen des Vereins für das Jahr 1869", en la sección "Abhandlungen", páginas 26-31. Después de 1900, el "Trabajo *Hieracium*" —forma simplificada con que suele ser citado en la literatura— fue también publicado repetidas veces, si bien no tantas como el "Trabajo *Pisum*". E. Tschermak fue el primero que lo imprimió, en 1901 junto con el "Trabajo *Pisum*", y su edición sirvió luego de base para ulteriores ediciones en alemán y otros idiomas. Matalová⁽¹⁾ ofrece una relación de las 32 ediciones que actualmente son conocidas de los que trabajan en el Mendelianum. Parece ser que el trabajo aparecerá por primera vez en traducción española.

(*) "Ueber Einige aus Künstlicher Befruchtung Gewonnene Hieracium Bastarde".

CUADRO SINOPTICO DE LAS EDICIONES DEL TRABAJO
SOBRE *HIERACIUM*

Idioma	Primera publicación	Número de ediciones
alemán	1870	11
inglés	1902	6
francés	1907	1
japonés	1916	5
sueco	1917	1
ruso	1923	5
checo	1926	1
polaco	1948	1
portugués	1965	1
Total		32

Para evaluar la labor científica de Mendel hay que contemplarla en su relación con la actividad de los otros naturalistas de aquella época en Brno. En Diciembre de 1861 se constituyó una sociedad de investigaciones naturalistas independiente; sus socios fundadores, entre ellos Mendel, eran anteriormente miembros de la Sección de Ciencias Naturales de la Sociedad Agrícola Morava-Silesiana. Ya entonces no querían los naturalistas estar subeditados a la Sociedad Agrícola, para, independientes, poder dedicarse a la ciencia pura⁽²⁾. Les servían de modelos los naturalistas que entonces marchaban a la cabeza en Europa Central, los más de los cuales llegaron a ser socios honorarios de la nueva sociedad. Honraban especialmente al profesor vienés F. Unger, al que se tenía por "el genio más conocido de nuestro siglo"⁽³⁾.

Anteriormente se discutía en Brno la hibridación desde el punto de vista de su utilidad en el mejoramiento de las plantas, pero en la nueva sociedad, ya el 12 de Febrero de 1862, el farmacéutico C. Theimer⁽⁴⁾ de Brno habló en forma puramente científica sobre el bastardo *Cirsium praemorsum* Michl/ *Cirsium oleraceo-rivulare* Koch. Describió los caracteres alternativos de las formas progenitoras y de las del bastardo. El año siguiente disertó en el mismo sentido sobre el bastardo hallado *Cirsium palustri-rivulare* G. Niessl⁽⁵⁾ secretario de la Sociedad. Y ya en diciembre de 1864 disertó también Niessl⁽⁶⁾ sobre los bastardos *Hieracium Auricula* - *Pilosella* Fries. Describió entonces las formas halladas, sin hacer comentarios.

Suele afirmarse en la literatura que los experimentos de Mendel con *Hieracium* le fueron suscitados por el entonces famoso conocedor de ese género, el profesor de Munich C. Nägeli. Pero Mendel había escrito ya en su primera carta a C. Nägeli, el 31-12-1866, que para "las nuevas investi-

gaciones han sido elegidos *Hieracium*, *Cirsium* y *Geum*". Se deduce de ello que ya en 1866 intentó obtener los primeros bastardos⁽⁷⁾.

La importancia de los experimentos con *Hieracium* no salió a plena luz hasta la actual evaluación de los intentos de hibridación llevados a efecto por Mendel con diferentes especies de plantas, aparte de *Pisum*. No fue hasta hace poco que Cetyl⁽⁸⁻⁹⁾, después de haber reconstruido los experimentos, hizo observar esa importancia. Mendel, al final de su trabajo, al comparar los resultados con los obtenidos con *Pisum*, escribió: A juzgar por los experimentos realizados hasta ahora, parece como si con *Hieracium* fuera a resultar lo contrario". De esto se dedujo en la literatura,⁽¹⁰⁻¹¹⁾ que esos experimentos defraudaron a Mendel, y en este sentido se simplifica la cuestión afirmando que con *Hieracium* hizo Mendel una elección muy inapropiada para los experimentos. En realidad no perseguía Mendel más objetivo que confirmar la ley deducida de *Pisum*, pero progresó en su labor investigadora, ya que de la problemática original alrededor de los principios de regularidad y desarrollo de los híbridos pasó al campo de la importancia que la hibridación tiene hasta en la evolución y la taxonomía. Entonces ya conocía Mendel la Teoría de la Evolución de Darwin, y así escribió: "Un famoso conocedor de los hieracios, obrando en el espíritu de las doctrinas de Darwin, difunde la opinión de que los mismos provienen de la transmutación de especies ya extinguidas o todavía existentes". Ese conocedor de los hieracios era, sin duda alguna, C. Nägeli.

Correns⁽¹²⁾ escribió ya en 1905 que los experimentos de Mendel con *Hieracium* eran "el resultado de un trabajo extraordinario, que nadie repetiría tan fácilmente". Por la octava carta a Nägeli, del 3 de Julio de 1870, se sabe que Mendel fatigó en exceso la vista en esos experimentos, y que en el semestre siguiente tendría que interrumpir su trabajo⁽¹³⁾.

Basándose en una reconstrucción de los experimentos se puede llegar a la conclusión de que originariamente Mendel consideraba los hieracios híbridos como ejemplo típico de las llamadas constantes de los híbridos, las cuales son citadas por Gärtner⁽¹⁴⁾ y algunos otros autores de entonces. Ya en su "Trabajo *Pisum*"⁽¹⁵⁾ escribió Mendel sobre híbridos que eran constantes en sus descendientes y, según Gärtner, enunció algunas formas de los bastardos, aunque todavía no citó el *Hieracium*. Sin embargo, los híbridos constantes no eran conciliables con la teoría de Mendel de que los elementos se combinan libremente, teoría que demostró con sus experimentos con *Pisum*. Por entonces se limitó a señalar que en este caso había de tratarse de un desarrollo "según otra ley". Pero en la octava carta de Mendel a Nägeli se dice que los bastardos de *Matthiola annua* y *glabra Zea* y *Mirabilis* se comportan exactamente como los de *Pisum*"⁽¹⁶⁾. Después de 1866, Mendel fue concentrándose paulatinamente en la investigación de la existencia de las formas híbridas constantes.

En la primera carta a Nägeli expresó Mendel la sospecha de que algunas especies de hieracios en combinación híbrida tenían un comportamiento semejante al de *Geum*⁽¹⁷⁾. Precisamente en este caso se trata de "Formas constantes". No obstante de esto, en las anotaciones de Mendel en el libro de Gärtner se dice que la forma constante del bastardo de *Geum* sea posiblemente explicable como un complicado polihíbrido. Esa forma mendeliana del híbrido de *Geum* fue también presentada en la sesión de la Sociedad en Brno de 8 de Mayo de 1867. Probablemente por ello se concentró Mendel desde entonces en *Hieracium* investigando la posibilidad de que se tratara del mismo fenómeno. Pero ya en los niveles elevados del género resolvió al mismo tiempo la formación de las numerosas formas intermedias, y en esto se diferencian cualitativamente los experimentos con *Hieracium* de los hechos con *Pisum*.

En el trabajo publicado, Mendel no enumera sino 6 combinaciones, que obtuvo "sólo en uno hasta tres ejemplares". Cetyl⁽¹⁸⁾, en su reconstrucción de estos experimentos, cita 22 combinaciones, de las cuales 20 eran especies intermedias. Cuando Mendel disertó sobre sus resultados —más tarde publicados— no había terminado todavía la investigación. Estaba consciente de haberse internado en un campo de experimentación donde "la realización de los experimentos tiene que requerir bastantes años", y como presentía que él no podría hacerlos en tal extensión, decidió publicar por lo menos esa comunicación.

A base de los resultados obtenidos enunció:

- 1) Los bastardos de un mismo cruzamiento no son iguales entre sí.
- 2) Los bastardos no forman semilla con poder germinativo sino excepcionalmente.
- 3) Los descendientes de los bastardos después de la autofecundación concuerdan entre sí con la planta bastarda y no presentan segregación.
- 4) La polinización con polen de los progenitores primitivos del bastardo perfectamente fecundable, no puede evitar la autofecundación.

Teniendo en cuenta el tiempo transcurrido, se puede considerar también como contribución original la identificación de diferentes fases en la capacidad de fecundación realizada por Mendel.

Al final de su trabajo enunció Mendel las paralelas en las formas híbridas constantes de *Hieracium* y *Salix*, las que comprobó Wichura⁽¹⁹⁾. Mas Wichura no indicó resultados susceptibles de una sola interpretación. Escribió textualmente: "si un bastardo es fecundado con el polen propio, los productos de las dos plantas progenitoras son iguales o semejantes". La conclusión de Mendel al respecto es crítica y señala la necesidad de una nueva investigación.

El comportamiento básico de los híbridos de *Hieracium* no se esclareció hasta 1904, cuando Ostensfeld⁽²⁰⁾ puso en claro la apogamia parcial de los hieracios. Mendel consiguió encontrar formas extraordinariamente fértiles, por lo cual Correns, en 1905, calificó los experimentos de Mendel de "trabajo extraordinario". Pero hasta 1942 no se pudo demostrar que la apogamia está condicionada genéticamente⁽²¹⁾.

Mendel continuó sus experimentos con *Hieracium* también después de la publicación de su trabajo (según la reconstrucción de Cetyl, hasta el año 1872). En 1970 mandó Heimans⁽²²⁾ una exposición sobre el fragmento descubierto de anotaciones de Mendel desde 1876-1877. Esas anotaciones permitieron demostrar que Mendel estuvo siempre convencido de que basándose en su teoría se podría aclarar el misterio.

Ya entonces contaba con la posibilidad de que en este caso se tratara de un cruzamiento de factores múltiples, y que si no podía observar la segregación se debía al corto número de los experimentos. Según Heimans, el propio Mendel "operó con las leyes mendelianas como en ninguna parte de sus trabajos publicados, como si estuviera instituyendo un ejemplo para todos los genetistas futuros".

En el actual período de gran desarrollo de la genética, se destaca de nuevo con mucha razón el "Trabajo *Hieracium*" de Mendel, que muestra el ulterior desenvolvimiento de la labor científica del genial fundador de la genética. Este trabajo aparece por primera vez en idioma español, siendo por ello la edición tanto más valiosa.

Brno 30-1/74.

BIBLIOGRAFIA

- 1) MATALOVÁ, A., 1974: Bibliographical Note on Mendel's Hieracium Paper. Folia Mendeliana No. 9 (en prensa).
- 2) OREL, V., 1970: La polémica en torno a la organización de los investigadores naturalistas de Brünn en la época en que G. Mendel realizaba sus experimentos con *Pisum*. Folia Mendeliana 5: 55-72.
- 3) OREL, V., 1972: Mendel and new Scientific Ideas at the Vienna University. Folia Mendeliana. 7: 27-36.
- 4) Verhandlungen des Naturforschenden Vereines 1863, 1: 19-20.
- 5) Verhandlungen des Naturforschenden Vereines 1864, 2: 43-45.
- 6) Verhandlungen des Naturforschenden Vereines 1865, 3: 85-88.
- 7) CORRENS, C., 1905: Cartas de Gregor Mendel a Nägeli, 1866-1873 Abhandlungen der mathematischphysikalischen Klasse der königlichsächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 29: 189-265. (Citada la página 196).
- 8) CETL, I., 1971: An Attempt at a Reconstruction of Mendel's Experiments with Plants other than *Pisum*, *Phaseolus* and *Hieracium*. Folia Mendeliana 6: 105-112.
- 9) CETL, I., 1973: Significance of Mendel's Hybridizing Experiments carried out after 1865. Folia Mendeliana 8: 213-220.
- 10) DUNN, L. C., 1965: A short History of Genetics. M. Grand-Hill Co., Nueva York, pág. 14.
- 11) STURTEVANT, A. H., 1965: A History of Genetics. Harper and Row, Nueva York, pág. 11.
- 12) Véase No. 7, pág. 249.
- 13) Véase No. 7, pág. 229.
- 14) GÄRTNER, C., 1894: Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich. Stuttgart (Mendel poseía un ejemplar de este libro, en el que hizo gran número de anotaciones. Este ejemplar se conserva en el Mendelianum).
- 15) MENDEL, G., 1866: Versuche über Pflanzenhybriden. Verhandlungen des Naturforschenden Vereines, 3: 3-47, citada pág. 40.
- 16) Véase No. 7, pág. 236.
- 17) Véase No. 7, pág. 197.
- 18) CETL, I., 1974: Mendel's Hybridization Experiments with other Plants than *Pisum*. Folia Facultatis Scientiarum Naturalium Universitas Purkyniana Brunensis (en prensa)
- 19) WICHURA, M., 1865: Die Bastardbefruchtung im Pflanzenreich erläutert an den Bastarden der Weiden. Breslau.
- 20) OSTENFELD, C., 1904: Zur Kenntnis der Apogamie in der Gattung Hieracium. Berichte der Deutschen botanischen Gesellschaft, 22: 376-381.
- 21) CHRISTOFF, M., 1942: Die genetische Grundlage der apomiktischen Fortpflanzung bei Hieraceum aurantium L. Zeitschrift Ind. Obst. und Vererbungslehre, 8: 103-125.
- 22) HEIMANN, J., 1970: A recently Discovered Note on Hybridization in Mendel's Handwriting. Folia Mendeliana 5: 13-38.

CARTAS DE GREGOR MENDEL A CARL NÄGELI: 1866-1873*

Trad. por Leonie Kellen Piternick y George Piternick

Estas cartas constituyen el cuerpo principal de un trabajo publicado por C. Correns con el título de: *Abhandlungen der Mathematisch-Physischen Klasse der Königlich Sächsischen Gessellschaft der Wissenschaften* 29 (1905) 189-265. Reimpreso en la obra de Carl Correns, *Gesammelte Abhandlungen zur Vererbungswissenschaft aus periodischen Schrifften 1899-1924*. (Fritz v. Wettstein, ed) Berlin, Julius Springer, 1924, pp. 1237-1281. La traducción que presentamos aquí, con algunos cambios hechos por los redactores, se publicó originalmente en *Genética* 35, núm. 5, pt. 2, (1950): 1-29. (Nota de los traductores al inglés).

I

MUY ESTIMADO SEÑOR:

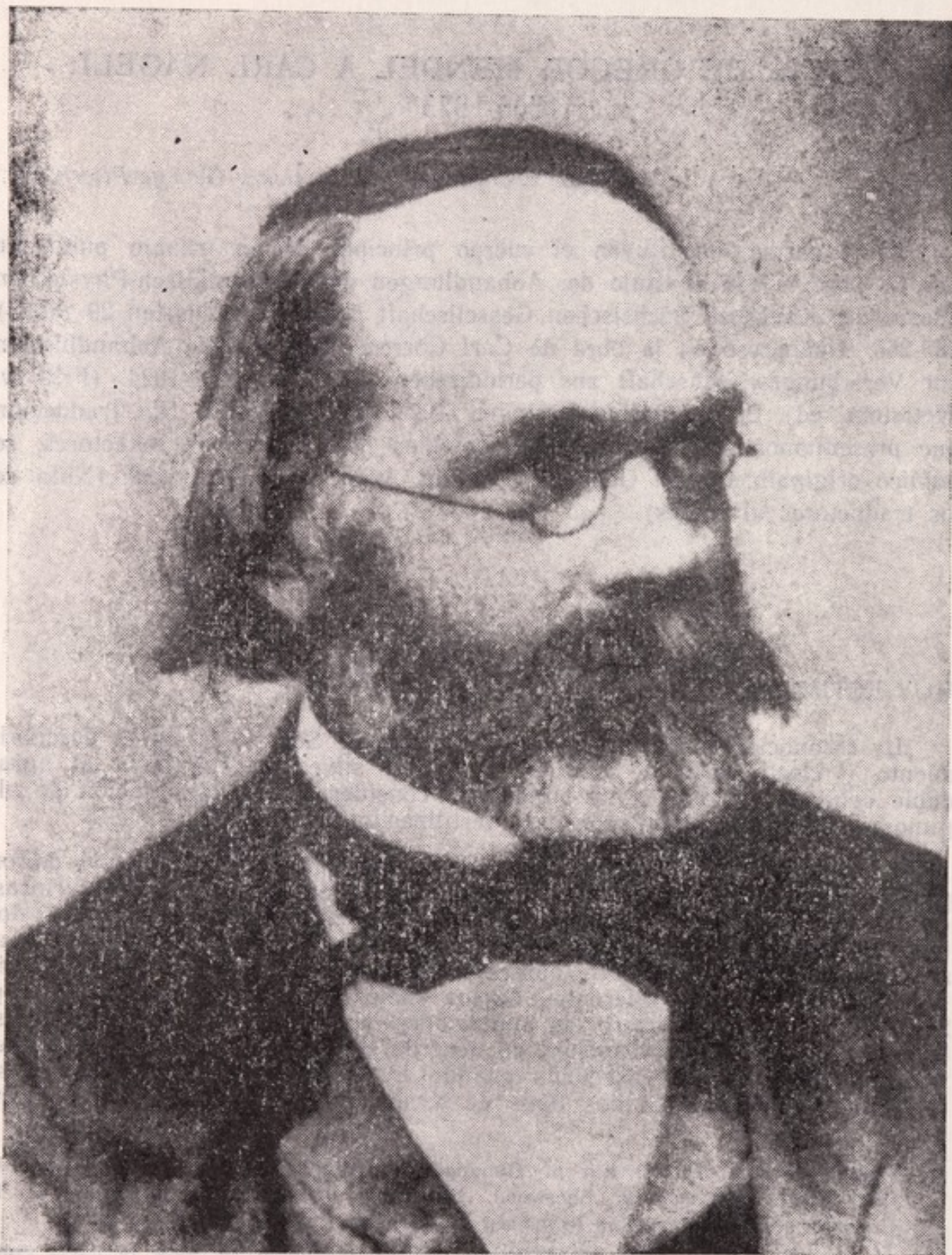
La reconocida preeminencia de que goza Su Señoría⁽¹⁾ en el descubrimiento y clasificación de híbridos vegetales silvestres, me lleva al agradable deber de someter a su bondadosa consideración la descripción de algunos experimentos realizados en fertilización artificial.

Los experimentos realizados con diferentes variedades de *Pisum* dieron por resultado que la descendencia de los híbridos formara series curiosas, en las cuales sus integrantes se asemejaban, en igual medida, a los dos tipos originales. La presencia de formas intermedias no variantes que aparecieron en cada experimento, parece merecer atención especial. En la serie de dos o tres rasgos diferentes de los cuales trata la monografía⁽²⁾ (pp. 20-21), se colocaron primero las anotaciones de las formas constantes, puesto que los términos se disponen de acuerdo con sus coeficientes; pero ocupan una posición más adecuada cuando los términos se sitúan según su relación natural con los dos tipos de ascendientes, con lo cual el término

(*) Publicadas en "The Origin of Genetics". A Mendel Source Book. Edited by Curt Stern and Eva R. Sherwood. University of California, Berkeley. W. H. Freeman and Company, San Francisco and London.

(1) El término alemán "Ew. Wohlgeberen" se ha traducido en toda la carta como "su señoría" /"your honor"/, si bien ambos términos no son estrictamente equivalentes. Los traductores.

(2) Mendel, Gregor (1866), *Versuche über Pflanzen-Hybriden*, Vehr. des naturf. Vereines in Brünn 4 (1865): 3-47. Los números de las páginas que aparecen citados aquí, se refieren a la traducción del trabajo que se halla en otra parte de este volumen.



C. Nägeli (1817-1891), con quien Mendel sostuvo extensa correspondencia y colaboró científicamente.

que representa un híbrido en todos los rasgos y que posee, al mismo tiempo, el coeficiente más alto, se sitúa exactamente en el centro.

Conozco los resultados obtenidos por Gärtner en sus experimentos; he repetido sus trabajos y los he reexaminado cuidadosamente para hallar, de ser posible, una concordancia con aquellas leyes del desarrollo que descubrí como verdaderas respecto de mi planta experimental. Sin embargo, y a pesar de todos mis esfuerzos, me resultó imposible seguir completamente sus experimentos, ¡ni en un solo caso! Es sumamente lamentable que este benemérito no publicara una descripción detallada de sus experimentos individuales, y que no diagnosticara suficientemente sus tipos híbridos, especialmente los resultantes de fertilizaciones parecidas. Afirmaciones tales como: "Algunos individuos mostraron una semejanza mayor con el tipo materno, otros, con el paterno", o "la progenie se había revertido hacia el tipo del ascendiente materno original", etc., resultan demasiado generales, muy vagas, para que puedan proporcionar una base a un juicio sólido. Sin embargo, en la mayoría de los casos, al menos se puede admitir que no está excluida la posibilidad de un acuerdo con el *Pisum*. Sólo se podrá llegar a una decisión cuando nuevos experimentos determinen con precisión el grado de parentesco entre las formas híbridas y sus especies de ascendientes, más bien que cuando se lo calcule simplemente a partir de impresiones generales.

A fin de determinar la concordancia con el *Pisum*, en el caso de que la misma existiera, bastaría un estudio de las formas que aparecen en la primera generación. Si en el caso de dos rasgos diferentes se pueden hallar las mismas proporciones y series que existen en el *Pisum*, se podría decidir toda la cuestión. En la mayoría de los casos, el aislamiento durante el período de florecimiento no deberá presentar muchas dificultades, ya que sólo nos estamos ocupando de unas pocas plantas; es decir, de aquellas plantas cuyas flores están siendo fertilizadas, y de unos pocos híbridos que se hayan escogido para la producción de semillas. Aquellos híbridos que se recogen en forma silvestre sólo se podrán utilizar como pruebas secundarias, hasta tanto no se conozca su origen con certeza.

Escogí *Hieracium*, *Cirsium* y *Geum* para experimentos ulteriores. En el caso de los dos primeros, la manipulación para llevar a cabo la polinización artificial resulta muy difícil y poco confiable, debido al tamaño pequeño y a la estructura peculiar de las flores. El verano pasado traté de combinar la *H. pilosella* con *pratense*, *praealtum* y *Auricula*; y *H. murorum* con *umbellatum* y *pratense*, y obtuve semillas viables; sin embargo, temo que, a pesar de todas las precauciones, hubo autofertilización. La aparición de las plantas jóvenes apenas sugiere los resultados deseados. Las especies de *Hieracium* pueden cultivarse fácilmente en macetas y dar semillas abundantes, incluso si se las coloca en una habitación o en un invernadero durante el período de florecimiento.

En *Cirsium*, el florecimiento dioico de la *arvense* fue fertilizado por *oleraceum* y la *carnum*. Se protegieron las flores contra los insectos con cubiertas de telas de cedazo; parece que esta protección resulta suficiente respecto de las especies de *Cirsium*. Más aún, se intentó la fertilización de *C. canum* y *C. lanceolatum* mediante *C. oleraceum* simplemente por la transmisión de polen, sin quitar las anteras a las flores de las dos primeras. Lo que pueden hacer los insectos en condiciones silvestres, podrá al fin ser posible mediante procedimientos manuales, y obtener unos cuantos híbridos de un gran número de seedlings. Durante el próximo verano tengo pensado utilizar el mismo procedimiento con el *Hieracium* también.

El híbrido *Geum urbanus* + *rivale* merece atención especial. Según Gärtner, esta planta pertenece a los pocos híbridos conocidos que producen una progenie no variable, siempre que sigan siendo autopolinizados. No estoy completamente seguro de que el híbrido obtenido por Gärtner fuera realmente *G. intermedium* Ehrh. Gärtner llama su planta un tipo intermedio; esta denominación no se puede aplicar sin distingos, a la *G. intermedium*. En relación con la transformación de *G. urbanum* en *rivale*, Gärtner afirma explícitamente que, mediante la fertilización del híbrido con polen de *rivale*, sólo se obtuvo una descendencia homogénea que se asemeja de manera definitiva al tipo paterno. Sin embargo, no se nos dice dónde radica la similitud y en qué grado se suprimieron los rasgos de *G. urbanum* mediante cada fertilización sucesiva, hasta que finalmente surgió el tipo *rivale* puro. Difícilmente pueda dudarse que esta transformación gradual obedece a una ley precisa, la cual, de poderse descubrir, daría también indicios acerca del comportamiento de otros híbridos de este tipo. El verano próximo espero poder hacer florecer este híbrido artificial.

Tal vez no falten fundamentos a la suposición de que si se hibridaran algunas especies de *Hieracium*, se comportarían de manera similar al *Geum*. Por ejemplo: llama la atención que la bifurcación del tallo, que debe considerarse transicional entre los piloseloides, puede aparecer como rasgo perfectamente constante, según pude observar el verano pasado en seedlings de *H. stoloniflorum* W. K.

En los experimentos proyectados con especies de *Cirsium* e *Hieracium*, estaré adentrándome en un campo en el cual Su Señoría posee un conocimiento extensísimo, conocimiento que sólo es posible alcanzar tras muchos años de estudios celosos, observaciones y comparaciones de las numerosas formas de estos géneros, en su habitat natural. Yo carezco mayormente de este tipo de experiencia, porque la presión de mis deberes docentes me impiden ir al campo con frecuencia, y durante las vacaciones ya es muy tarde para emprender muchas de estas tareas. Temo que en el curso de mis experimentos, especialmente con *Hieracium*, encontraré muchas dificultades, y por ello me dirijo confiadamente a Su Señoría para solicitarle que no me niegue su estimado interés cuando necesite de su consejo.

Con la mayor estimación y respeto hacia Su Señoría, quedo de usted,

GREGOR MENDEL

Capitular del Monasterio y
Maestro de la Escuela
Secundaria

Brünn, 31 de diciembre de 1866.

II

Muy estimado Señor:

¡Gracias, de todo corazón por las publicaciones que tan bondadosamente me ha enviado! Los trabajos "Die Bastardbidund im Pflanzenreiche", "Über die abgeleiteten Pflanzenbastarde", "Die Theorie der Bastardbildung", "Die Zwischenformen zwischen den Pflanzenarten", "Die systematische Behandlung der Hieracien rücksichtlich der Mittelformen und des Umfanges des Species", captaron mi atención de manera especial. Esta revisión cabal de la teoría de los híbridos según la ciencia contemporánea, fue recibida con mucho regocijo. ¡Nuevamente le doy las gracias!

En relación con el ensayo que Su Señoría tuvo la bondad de aceptar, creo que debo añadir la siguiente información: los experimentos de que se tratan en dicho ensayo, fueron realizados desde 1856 hasta 1863. Sabía que los resultados que obtuve no eran fácilmente compatibles con el conocimiento científico contemporáneo, y que, en estas circunstancias, la publicación de un experimento aislado tal era doblemente peligrosa; peligroso para el experimentador y para la causa que el mismo representa. Por ello realicé múltiples esfuerzos para verificar, con otras plantas, los resultados obtenidos con el *Pisum*. El número de hibridaciones emprendidas en 1863 y 1864, me convencieron de la dificultad de hallar plantas adecuadas para una serie extensa de experimentos y que, en circunstancias desfavorables, podrían pasar años sin que pudiera obtener la información deseada. Traté de motivar algunos experimentos de control, y por esta razón, discutí los experimentos del *Pisum* en la reunión de la sociedad local de naturalistas. Como era de esperar, hallé las opiniones divididas; sin embargo, que yo sepa, nadie trató de repetir los experimentos. Cuando el año pasado (1866) se me pidió que publicara mi conferencia en las actas de la sociedad, estuve de acuerdo en hacerlo, después de haber reexaminado mis apuntes respecto de los varios años de experimentación, y de no haber hallado una fuente de errores. El trabajo que presenté a su consideración es una reimpresión, sin alteraciones, del borrador de la conferencia mencionada; de ahí la brevedad de la exposición, lo que es esencial en una conferencia pública.

No me sorprendió saber que Su Señoría habló de mis experimentos con desconfiada cautela; yo haría otro tanto en un caso similar. Hay dos puntos en su estimada carta que parecen ser demasiado importantes para no comentarlos. El primero trata de la cuestión de si se puede llegar a la conclusión de que se ha obtenido la constancia de un tipo, si el híbrido Aa produce una planta A y esta planta, a su vez, sólo produce A.

Permitame afirmar, como investigador empírico, que yo tengo que definir la constancia del tipo como la retención de una característica durante el período de observación. Mis afirmaciones de que algunos miembros de la progenie de híbridos procrean de conformidad con el tipo sólo incluye, de esta forma, a aquellas generaciones durante las cuales se realizaron las observaciones; no va más allá de ello. Por espacio de dos generaciones todos los experimentos se realizaron con un número de plantas bastante grande. A partir de la tercera generación se hizo necesario limitar las cifras, debido a la falta de espacio, de manera que en cada uno de los siete experimentos, sólo se pudo seguir observando un ejemplar de aquellas plantas de la segunda generación (que bien procrearon en conformidad con un tipo, o bien variaron). Las observaciones se extendieron sobre 4 ó 6 generaciones (pp. 15-16). De las variedades que procrearon con un tipo (pp.

18-21), algunas plantas se observaron durante 4 generaciones. Debo mencionar además el caso de una variedad que procreó de acuerdo con un tipo durante 6 generaciones, si bien los tipos progenitores diferían en cuatro rasgos. En 1859 obtuve un descendiente muy fértil con semillas grandes gustosas, de un híbrido de la primera generación. Puesto que en el año siguiente su progenie conservó las características deseables y fue uniforme, se cultivó la variedad en nuestro huerto y todos los años, hasta 1865, se cultivaron muchas plantas. Las plantas progenitoras eran *bcDg* y *BCdG*:

<i>B</i> albúmina amarilla	<i>b</i> albúmina verde
<i>C</i> envoltura de la semilla pardo-grisoso.	<i>c</i> envoltura de la semilla blanca
<i>D</i> vaina arqueada	<i>d</i> vaina con estrechamientos
<i>G</i> tallo largo	<i>g</i> tallo corto

El híbrido que acabamos de mencionar es el *BcDG*.

El color de la albúmina se pudo determinar sólo en las plantas que se conservaron para la producción de semillas, ya que las demás vainas fueron recolectadas cuando todavía no habían madurado. En estas plantas nunca se observó albúmina verde, flores color morado rojizo (una indicación de la envoltura parda de la semilla), estrechamiento de la vaina ni tallos cortos.

Llegan hasta aquí mis experiencias. No puedo juzgar acerca de si estos hallazgos permitirían llegar a una conclusión en cuanto a la constancia del tipo; sin embargo, me inclino a considerar que la separación de los rasgos de los progenitores en la progenie de los híbridos en el *Pisum* es completa y, por ende, permanente. La progenie de los híbridos conserva uno u otro de los rasgos de los progenitores, o la forma híbrida de ambos; nunca he observado transiciones graduales entre los rasgos de los progenitores ni un acercamiento progresivo hacia uno de ellos. El curso del desarrollo consiste sencillamente en esto: que en cada generación aparecen los dos rasgos de los progenitores, por separado y sin cambio alguno, y que no hay algo que indique que uno de ellos ya haya heredado o tomado algo del otro. A modo de ejemplo, permítaseme llamar su atención a los paquetes números 1,035 - 1,088 que le envié. Todas las semillas aparecieron en la primera generación de un híbrido en que se combinaron semillas con envolturas pardas y blancas. Del grupo de semillas pardas de este híbrido se obtuvieron algunas plantas, con envolturas de color blanco puro, sin ninguna mezcla de pardo. Espero que aquellas mantengan la misma constancia de rasgos que se halló en la planta progenitora.

El segundo punto, en el que quiero detenerme brevemente, incluye la siguiente afirmación: "Las expresiones numéricas deben considerarse solo como algo puramente empírico, ya que no puede demostrarse que sean racionales".

Todos mis experimentos con rasgos únicos conducen al mismo resultado: que de las semillas de híbridos se obtienen plantas la mitad de las cuales conserva, a su vez, el rasgo híbrido (*Aa*); sin embargo, la otra mitad recibe de los progenitores los rasgos *A* y *a* en cantidades iguales. Así, como promedio, de cada cuatro plantas dos tienen el rasgo híbrido *Aa*; una, el rasgo *A* del progenitor, y la otra, el rasgo *a* del progenitor. Por tanto, $2Aa + A + a$, ó $A + 2Aa + a$ es la serie empírica sencilla res-

pecto de dos rasgos diferentes. De forma similar, se demostró empíricamente que si se combinan dos o tres rasgos diferentes en un híbrido, la serie es una combinación de dos o tres series sencillas. Hasta aquí no creo que se me pueda acusar de haber abandonado el campo de la experimentación. Si entonces extendiendo esta combinación de series sencillas a cualquier número de diferencias entre las dos plantas progenitoras, sí habré entrado en el campo de lo racional. Sin embargo, esto parece permisible, ya que he probado, mediante experimentos anteriores, que el desarrollo de un par de rasgos diferentes procede independientemente de cualesquiera otras diferencias. Por último, respecto de mis afirmaciones acerca de las diferencias entre los óvulos y las células de polen de los híbridos, ellas se basan también en experimentos. Estos experimentos y otros similares con las células germinales parecen ser importantes, pues creo que los resultados proporcionan la explicación del desarrollo de híbridos, como los que se observan en el *Pisum*. Estos experimentos deben repetirse y verificarse.

Lamento muchísimo no poder enviarle a Su Señoría las variedades deseadas. Como mencioné anteriormente, los experimentos se realizaron hasta el año 1863 inclusive; en aquel momento se terminaron a fin de tener tiempo y espacio para el cultivo de otras plantas experimentales. Por tanto, ya no se dispone de semillas de esos experimentos. Sólo se continuó un experimento acerca de las diferencias en el tiempo de la floración; tenemos semillas de este experimento de la cosecha de 1864. Son las últimas que recogí, ya que tuve que abandonar los experimentos en el año siguiente, debido a la devastación ocasionada por el escarabajo del guisante, *Bruchus pisi*. Durante los primeros años de experimentación, sólo en raras ocasiones se halló este insecto en las plantas; en 1864 causó daños de consideración y apareció en tales cantidades en el siguiente verano que apenas se salvó la cuarta o la quinta parte de las semillas. Durante los últimos años ha sido necesario discontinuar el cultivo de guisantes en las cercanías de Brünn. Las semillas que quedaron todavía pueden ser útiles, y entre las mismas existen algunas variedades que espero se mantengan constantes; las semillas se obtuvieron de híbridos en los cuales hay dos, tres o cuatro rasgos combinados. Todas las semillas se obtuvieron de miembros de la primera generación, es decir, de plantas cultivadas directamente a partir de semillas de los híbridos originales.

Si ello no estuviere tan de acuerdo con mis propios deseos, tendría escrúpulos en cumplimentar la solicitud de Su Señoría de enviarle estas semillas para experimentación. Temo que haya habido una pérdida parcial de la viabilidad. Además, las semillas se obtuvieron cuando el *Bruchus pisi* ya se desarrollaba exuberantemente, y no puedo absolver a este escarabajo de haber trasladado polen. También debo mencionar que las plantas estaban destinadas a un estudio de diferencias en el tiempo de floración. Otras diferencias también fueron tomadas en consideración durante la cosecha, pero con menos cuidado que durante el experimento principal. La leyenda en hoja aparte que añadí a los números que aparecen en los paquetes, es copia a lápiz de las notas que puse en los sobres durante la cosecha respecto de cada planta individual. Los rasgos dominantes son designados como *A, B, C, D, E, F, G*; y acerca de su significado dual tenga la bondad de remitirse a la p. 13. Los rasgos recesivos son designados *a, b, c, d, e, f, g*; éstos deben permanecer constantes en la próxima generación. Por tanto, se espera obtener plantas idénticas (en cuanto a los rasgos estudiados), de aquellas semillas que brotan de plantas que sólo tienen rasgos recesivos.

Tenga la bondad de comparar los números que aparecen en los paquetes de semillas, con los números de mi registro, para descubrir cualquier error en las denominaciones, cada paquete contiene las semillas de una sola planta.

Algunas de las variedades presentadas son adecuadas para realizar experimentos acerca de las células embrionarias, los resultados pueden obtenerse en el curso de este verano. A este fin se recomiendan las semillas amarillas y redondas de los paquetes 715, 730, 736, 741, 742, 745, 756, 757 y, por otra parte, las semillas verdes angulosas de los paquetes 712, 719, 734, 737, 749 y 750. Mediante experimentos repetidos se pudo probar que si se fertilizan plantas de semillas verdes por plantas de semillas amarillas la albúmina de las semillas resultantes ha perdido el color verde y tomado el color amarillo. Esto también es válido respecto de la forma de las semillas. Si se fertilizan plantas de semillas angulosas por plantas de semillas redondas o redondeadas, se obtienen semillas redondas o redondeadas. Así, debido a los cambios ocasionados por la fertilización con polen extraño en el color y la forma de las semillas, es posible reconocer la constitución del polen fertilizante. Designemos B el color amarillo; b , el color verde de la albúmina.

Designemos A la forma redonda; a la forma angulosa de las semillas.

Si las flores de plantas que producen, por autofertilización, semillas verdes y angulosas se fertilizan con polen extraño, y si las semillas continúan siendo verdes y angulosas, entonces el polen de la planta donante fue, en cuanto a los dos rasgos ... ab . Si la forma de las semillas cambia, el polen fue tomado de ... Ab . Si el color de las semillas cambia, el polen fue tomado de ... aB . Si tanto el color y la forma cambian, el polen fue tomado de AB .

Los paquetes enumerados anteriormente contienen semillas redondas y amarillas, redondas y verdes, angulosas y amarillas, y angulosas y verdes procedentes de los híbridos $ab + AB$. Las semillas redondas y amarillas serían las más adecuadas para el experimento. Entre éstas (véase experimentos p. 18) puede haber las variedades AB , ABb , AaB y $AaBb$; así, puede haber cuatro casos cuando las plantas, obtenidas de semillas verdes y angulosas, se fertilizan con polen de plantas obtenidas de las semillas redondas y amarillas mencionadas anteriormente, es decir,

I $ab + AB$

II $ab + ABb$

III $ab + AaB$

IV $ab + AaBb$

Si resulta cierta la hipótesis de que los híbridos forman tantos tipos de células de polen como haya posibles tipos de combinación constante, las plantas de constitución

AB producen polen del tipo AB

ABb producen polen del tipo AB y Ab

AaB producen polen del tipo AB y aB

$AaBb$ producen polen del tipo AB , Ab , aB y ab

Hay fertilización de los óvulos de:

- I Ovíulos ab con polen AB
- II Ovíulos ab con polen AB y Ab
- III Ovíulos ab con polen AB y aB
- IV Ovíulos ab con polen AB , Ab , aB y ab

Las siguientes variedades se pueden obtener a partir de esta fertilización:

- I $AaBb$
- II $AaBb$ y Aab
- III $AaBb$ y ABb
- IV $AaBb$, Aab , aBb y ab

Si los diferentes tipos de polen se producen en cantidades iguales, debe haber en:

- I Todas las semillas redondas y amarillas
- II Una mitad redonda y amarilla
Una mitad redonda y verde
- III Una mitad redonda y amarilla
Una mitad angulosa y amarilla
- IV Una cuarta parte redonda y amarilla
Una cuarta parte redonda y verde
Una cuarta parte angulosa y amarilla
Una cuarta parte angulosa y verde

Además, puesto que las relaciones numéricas entre AB , ABb , AaB , $AaBb$ son 1:2:2:4, entre cada nueve plantas obtenidas de semillas redondas amarillas debe haber, como promedio, cuatro veces $AaBb$, dos veces ABb y AaB cada una, y una vez AB ; así, el caso IV debe tener lugar cuatro veces más frecuentemente que el I y dos veces más frecuentemente que el caso II o el III.

Si, por otra parte, las plantas obtenidas de las semillas redondas amarillas ya mencionadas, se fertilizan con polen proveniente de plantas obtenidas de semillas verdes angulosas, los resultados deberán ser exactamente los mismos, siempre y cuando los óvulos sean de los mismos tipos y estén formados en las mismas proporciones, según se informó acerca del polen.

No he realizado este experimento personalmente, pero creo, sobre la base de experimentos similares, que se puede confiar en los resultados indicados.

De la misma manera, se pueden realizar experimentos individuales respecto de cada uno de los dos rasgos de las semillas por separado; resultan adecuadas todas las semillas redondas que aparecieron junto con las angulosas, y todas las semillas amarillas que aparecieron junto con las semillas verdes en la misma planta. Si, por ejemplo, se fertiliza una planta de semillas verdes con una planta de semillas amarillas, las semillas que se obtengan deberán ser (1) amarillas todas o (2) mitad amarillas y mi-

dad verdes, puesto que las plantas obtenidas a partir de semillas amarillas son de las variedades *B* y *Bb*. Además, puesto que *B* y *Bb* aparecen en una proporción de 1:2, la segunda fertilización tendrá lugar dos veces más frecuentemente que la primera.

Acerca de los otros rasgos, los experimentos pueden realizarse de la misma manera; sin embargo, los resultados no se obtendrían hasta el año siguiente.

Tengo toda la *Hieracia piloseloide* que Su Señoría recomienda para los experimentos; también la *H. murorum* y la *H. vulgatum* de las *Archieracia*; por estos alrededores no hay *H. glaucum*, *H. alpinum*, *H. amplexicaule*, *H. prenanthoides*, ni *H. tridentatum*. El verano pasado hallé una de *Hieracium marchita*, que tiene las semillas del color de la *prenanthoidea* (Fries: *Achaenia typice testaces [pallida]*), pero que no se asemejaba mucho a ninguno de los especímenes de herbario de este tipo; por último nuestro botánico declaró que sí era un híbrido. Se ha trasplantado el rizoma en el huerto para observaciones futuras y las semillas se han sembrado.

En general, esta tierra es pobre en *Hieracia* y posiblemente no ha sido examinada suficientemente. El verano próximo espero tener tiempo para recorrer el terreno arenoso de lignita que se extiende varias millas hacia el Este desde Brünn hasta la frontera húngara. Se sabe que de esta región proceden otras plantas raras. La meseta morava probablemente es también tierra incógnita en cuanto a la *Hieracia*. Si durante el verano hallara cualquier cosa digna de interés, me apresuraría a enviársela a Su Señoría. Por el momento, permítame enviarle, juntamente con los paquetes de semilla, la planta ya mencionada, si bien es cierto que la misma se halla en condición defectuosa, junto con otro *Hieracium*. El año pasado hallé por lo menos 50 especímenes en el muro de un viejo jardín. Esta planta no se encuentra en los herbarios locales; su aspecto recuerda tanto a la *H. praealtum* como a la *H. echioides*, sin ser ninguna de las dos. Hay *H. praealtum* en los alrededores de la ciudad, pero no hay *H. echioides*.

Varios especímenes del híbrido *Geum urbanum* + *G. rivale* (de la hibridación del año pasado) pasaron el invierno en el invernadero. Actualmente tres están floreciendo, y los otros florecerán pronto. Su polen está bastante bien desarrollado, y las plantas deben de ser fértiles, según afirma Gärtner. Resulta extraño que todas las plantas que están floreciendo actualmente, pertenezcan al tipo excepcional mencionado por Gärtner, quien dice: "*Geum urbanum-rivale*, casi todos con flores grandes, como el *rivale*, y sólo unos cuantos especímenes tienen flores amarillas pequeñas, como el *urbanum*". Mis plantas tienen flores amarillas o anaranjado-amarillas, y aproximadamente la mitad del tamaño de aquellas de *G. rivale*: Los otros rasgos corresponden, por lo que se puede apreciar actualmente, a aquellos de *G. intermedium* Ehrh. ¿Acaso será que el tipo excepcional tiene una floración más temprana? Sin embargo, a juzgar por los botones, las otras plantas tampoco tienen flores grandes. ¿O será acaso que la excepción se ha convertido en regla? Tengo buenas razones para creer que mis especies progenitoras son puras. Obtuve *G. urbanum* en los alrededores de la ciudad, donde no hay *G. rivale* ni ninguna otra especie de este género; y obtuve *G. rivale* en un prado húmedo de la montaña, donde, sin lugar a dudas, no hay *G. urbanum*. Esta planta posee todas las características de *G. rivale*; la misma se conserva en el huerto y ha producido seedlings por autofertilización.

Los híbridos de *Cirsium arvense* + *C. Oleraceum*, sembrados en el otoño, murieron durante el invierno; sobrevivió una planta híbrida de *C.*

arvense + *C. canum*. Espero que los seedlings de primavera tengan más suerte. Otros dos híbridos de *Cirsium* pasaron bien el invierno en el invernadero. El verano pasado observé, en una planta de *C. praemorsum* M. (*olerac.* + *rivulare*) que florecía, que no se formaba polen en las cabezuelas que se desarrollaban primera y últimamente en los tallos, y que, por eso, son completamente estériles; en las otras (aproximadamente la mitad de todas las cabezuelas) se forma algún polen y semillas fértiles. Los experimentos de fertilización se realizaron con dos de las cabezuelas de desarrollo tardío; se trasladó polen de *C. palustre* a una de las cabezuelas y polen de *C. canum* al otro. Se obtuvieron semillas viables de ambos, las plantas resultantes sobrevivieron el invierno en el invernadero, y se han desarrollado hasta una etapa en la cual el éxito de la hibridación es evidente. Algunas seedlings de *C. praemorsum*, otras de un híbrido, probablemente *C. rivulare* + *palustre*, pasaron el invierno bastante bien al aire libre. Lo mismo puede decirse de los seedlings de otoño de los híbridos *Aquilegia canadensis* + *vulgaris*, *A. canadensis* + *A. atropurpurea* y *A. canadensis* + *A. Wittmaniana*. Sin embargo, los seedlings de otoño de algunas *Hieracia*, que se cultivaron para comprobar la constancia del tipo, han sufrido daños de consideración. En este género es preferible sembrar a principios de la primavera, pero entonces es dudoso que las plantas florezcan ese mismo año. No obstante, Fries ha hecho la siguiente declaración con relación al grupo de *Accipitrina*: "*Accipitrina, praecocius sata vulgo primo anno florent*".

He obtenido exuberantes plantas de *Linaria vulgaris* + *L. purpurea*; espero que florezcan durante el primer año. Lo mismo puede decirse de la *Calceolaria salicifolia* y de la *C. rugosa*. Durante este verano se desarrollarán los híbridos de *Zea Mays major* (de semillas rojo oscuro) + *Z. Mays minor* (de semillas amarillas) y de *Zea Mays major* (de semillas rojo oscuro) + *Zea Cuzko* (de semillas blancas). No me atrevo a decir si la *Zea Cuzko* es o no una especie verdadera. Con este nombre la obtuve a través de un traficante de semillas. De todas maneras es una forma muy anormal. El año pasado se llevaron a cabo fecundaciones por polinización cruzada entre variedades de *Ipomoea purpurea*, *Cheiranthus annuus* y *Antirrhinum majus* con el fin de estudiar el color en las flores de los híbridos. También debe hacerse referencia a un experimento con híbridos de *Tropaeolum majus* + *T. minus* (primera generación).

Para este año se han planificado experimentos exploratorios con *Veronica*, *Viola*, *Potentilla* y *Carex*. Lamentablemente, sólo poseo una pequeña cantidad de especies.

Por falta de espacio sólo se pueden comenzar experimentos con un pequeño número de plantas; después que se haya comprobado la fertilidad de los híbridos, y cuando sea posible protegerlos lo suficiente durante el período de floración, cada uno será objeto de un estudio extenso. Hasta ahora, los tres híbridos de *Aquilegia* mencionados anteriormente y el *Tropaeolum majus* + *T. minus* resultan adecuados, si bien este último sólo tiene fertilidad parcial. Se espera poder incluir el *Geum urbanum* + *G. rivale* en el grupo de plantas adecuadas.

Como es de esperar, los experimentos avanzan lentamente. Al principio se necesita paciencia, pero luego, cuando se están realizando varios experimentos al mismo tiempo, las cosas mejoran. Desde la primavera hasta el otoño, el interés se renueva diariamente, y los cuidados que debemos pro-

digar a nuestros pequeños son recompensados con creces. Además, si mediante mis experimentos pudiera apresurar la solución de estos problemas, me sentiría doblemente feliz.

Acepte mi estimado señor, las expresiones del más sincero respeto de

Su devoto,

G. MENDEL

Altbrünn, Monasterio de Santo Tomás.

Brünn, 18 de abril de 1867.

III

Muy estimado Señor:

Mi proyecto de estudiar las *Hieracia* de esta localidad en su ambiente natural se ha llevado a cabo lamentablemente sólo en una extensión limitada. La principal causa de ello ha sido la falta de tiempo y ya no estoy en las mejores condiciones para emprender los viajes de investigación botánica al campo, porque el cielo me ha bendecido con un exceso de libras que se hace mucho más ostensible durante las caminatas largas y especialmente al escalar montañas, como consecuencia de la ley de la gravitación general. Si por ello me resulta imposible enviarle una colección de *Hieracia* silvestre, como hubiera deseado, permítame, en su lugar presentar a su amable consideración algún material de mi propio huerto.

El primero de los híbridos en importancia es el *Hieracium*: *H. praealtum* + *H. stoloniflorum* (Autorum). Le envío adjunto las dos plantas progenitoras para que usted las examine críticamente, puesto que no confío en mí mismo respecto de la determinación precisa de este género. Debo decir que esta *H. Praealtum* (quizás variedad *obscurum* Rohb.) aparece con frecuencia en los alrededores de Brünn, en localidades algo húmedas, tales como prados, etc., y que con frecuencia crece mucho más exuberante que el espécimen cultivado. Los veintiocho seedlings obtenidos durante el presente año no mostraron variaciones. Los sarmientos siempre están ausentes. La *H. stoloniflorum* también aparece en la localidad, pero sólo de manera esporádica. He cultivado esta forma a partir de semillas obtenidas en Breslau, de una especie de herbario a la cual se añadió la nota siguiente: "Aparece corrientemente y no es un híbrido". Sólo puedo decir que la planta local es idéntica a la de Breslau, que los seedlings de este año y del pasado (segunda generación), no han mostrado desviaciones y que todas son completamente fértiles.

Además de otros experimentos que realicé el año pasado, para lograr la fertilización artificial en *Hieracia*, también traté de inhibir el desarrollo del polen en la *H. praealtum* mencionada anteriormente o, por lo menos, impedir que llegara al estigma. Para este fin, se cortó más de la mitad de las brácteas involucrales de una cabezuela joven que no se había desarrollado completamente y con excepción de unas 10-12, se arrancaron los pequeños botones florales, los cuales se rajaron con una aguja fina en diferentes lugares, a fin de dejar el estilo completamente al descubierto. Inmediatamente se llevó a cabo una fertilización con polen de *H. stoloniflorum* y se repitió posteriormente. A pesar de este tratamiento drástico, se obtu-

vieron cuatro semillas bien desarrolladas que produjeron muchas plantas cuando se sembraron en la primavera. Tres plantas eran completamente iguales a la *H. praealtum*; en tanto que la cuarta mostró divergencias considerables e indudablemente representa la forma híbrida *H. praealtum* + *H. stoloniflorum*. Así, mediante el procedimiento descrito, se impidió la autofertilización al menos una vez cada cuatro casos; este procedimiento parece útil, si bien es cierto que resulta muy complicado y fuerza y cansa la vista. Puesto que, a juzgar por la formación de las hojas en una planta joven, se logró la fertilización de *Cirsium canum* con *C. oleraceum* de la misma manera el año pasado, he utilizado el mismo procedimiento este verano en todas las fertilizaciones entre las *Hieracia*.

Dicho híbrido de *Hieracium* es una planta saludable y exuberante. A principios de julio desarrolló simultáneamente varios tallos verticales; en ese momento no hubo sarmientos. Cuando las primeras cabezuelas estaban a punto de abrirse, se trasplantó la planta con todas sus raíces y tierra circundante a una maceta y se la aisló durante la floración. Sólo después que todas las cabezuelas se marchitaron apareció un sarmiento corto, grueso y estéril que pronto enraizó. Posteriormente la planta se volvió a sembrar en tierra, donde comenzó a florecer por segunda vez, aproximadamente a finales de setiembre; no obstante, los tallos quedaron mucho más cortos y débiles. Poco tiempo después se desarrolló un estolón rastrero y estéril que produjo cinco cabezuelas verticales.

Los híbridos *H. pilosella* + *H. Auricula* y *H. pilosella* + *H. praealtum*, obtenidos por Fr. Achultz mediante fertilización artificial, fueron descritos como estériles. Puesto que el híbrido *H. praealtum* + *H. stoloniflorum* produjo un cierto número de semillas buenas, el mismo merece que se le preste alguna atención. Se contaron 1044 flores en un total de 14 cabezuelas; de éstas, 624 produjeron semillas aparentemente buenas; sin embargo, la mayoría no resultó viable, ya que sólo se desarrollaron 156 plantas (aproximadamente un 15 por ciento). Estas han arraigado bien y deberán florecer el año que viene. Si conservan las características del híbrido o si muestran variaciones, podrá determinarse mediante las observaciones del año próximo.

Quisiera añadir algunos comentarios acerca de aquellos rasgos de los híbridos que son bastante difíciles de determinar en las partes secas.

Las hojas están cubiertas de la misma forma que las de la *H. stoloniflorum*, pero las cerdas, especialmente las de la superficie inferior, son mucho menos numerosas; los vellos estrellados son menos densos. El tallo está cubierto de vellos estrellados, unas cuantas cerdas blanco grisosas, y vellos glandulares (en la *H. praealtum* la base de las cerdas es parda y no hay vellos glandulares). Las brácteas del involucreo y los pedúnculos están densamente cubiertos de vellos estrellados y glandulares (no hay cerdas, como en la *H. praealtum*). La vaina de las cabezuelas marchitas sólo es ligeramente abultada hacia el tallo; las flores marginales son de un solo color. Como promedio, el número de flores por cabezuela es (según 14 cálculos diferentes) de 39 en la *praealtum*, 145 en la *stoloniflorum* y 75 en el híbrido. Así, esta última cifra no representa la media, que debiera ser 92; sin embargo, esta última cifra casi es la media geométrica exacta, puesto que 75^2 es aproximadamente 39×145 .

El año próximo se observará nuevamente esta planta. También espero obtener más híbridos para estudios ulteriores de las fertilizaciones realizadas este año entre la *H. pilosella*, *stoloniflorum*, *Auricula* y *praealtum*, de una parte, y entre la *H. murorum*, *vulgatum*, *rigidum*, *boreale* y *umbellatum*, de la otra.

No poseo por desgracia otras especies que son necesarias para mis experimentos. Las semillas de los piloseloides fertilizados se sembraron poco después de que maduraran, y se trasplantaron en el huerto, donde se desarrollaron bastante bien. A juzgar por las apariencias de la roseta de la base de las hojas, la combinación de *H. praealtum* (var. *Bauhini*) con *H. aurantiacum* puede considerarse exitosa. La siembra de las *Archieracia* tendrá lugar la primavera próxima; florecen entre 5-6 meses después de sembradas.

Entre las plantas experimentales también se encontraba aquella especie de semilla parda clara de la cual le envié un espécimen marchito la primavera pasada. La planta crece en el valle Punkwa, al pie de las montañas moravas, en un sustrato que contiene cal, y no resulta raro hallarla en tierras desmontadas, asociadas con *H. murorum*, *H. vulgatum* y *H. bo reale*. He hallado que en agosto comienza a marchitarse. En suelos secos, no fértiles, la planta está desarrollada aquí y allá, y las ramas laterales están poco desarrolladas, o no lo están en absoluto; por otra parte, en localidades ricas en humus resulta difícil reconocerla como la misma planta. Le envío el ejemplar más exuberante que pude hallar. Las plantas cultivadas en el huerto a partir de semillas no mostraron variaciones, sino que crecen más grandes y más vigorosas, si bien es cierto que también crecen en suelos no fertilizados y arenosos, al igual que las demás *Hieracia*.

También le incluyo un ejemplar de *Hieracium* (posiblemente *praealtum*) cuyas semillas tenían un color más claro que las variedades de *H. praealtum* que me son conocidas. Recogí la planta en los alrededores del lago Tscheitscher, donde crece en abundancia. En una ladera asoleada, entre arbustos pequeños, también hallé tipos bifurcados, que probablemente son de origen híbrido, asociados con *H. praealtum* y *H. pilosella*. Le estoy enviando adjuntos algunos ejemplares. La *H. praealtum* parece ser muy cercana a la *H. cymigerum* Rehb. El ejemplar exuberante fue recogido en una localidad algo húmeda; el otro, en un suelo seco y pedregoso.

Sólo se obtuvieron dos plantas de los híbridos *Cirsium praemorsum* + *canum* del año pasado que florecieron este verano. Le envío hojas y flores de ambas plantas, que se designan I y II respectivamente. Las hojas radicales pinnatífidas de la planta II fueron destruidas totalmente por babosas; las hojas de esta planta que envío adjunto sí crecieron en un tallo en diversos niveles. También debo decirle que ambas se habían desarrollado de forma sumamente exuberante, especialmente la planta I (Altura, 6 pies; circunferencia del tallo al nivel del suelo, 6 ½ pulgs). Las hojas que crecieron en el tallo inferior sólo estaban ligeramente torcidas, en tanto que las hojas superiores no lo estaban. Se desarrollan numerosas ramas en lugares cercanos a la base del tallo. Las corolas, que originalmente son blancas, pronto toman un color blanco amarillento y, al marchitarse, un color amarillo pajizo; los estilos se vuelven rojos gradualmente, hasta que al final son de un carmesí muy subido. En la planta I, la mitad inferior del tallo, las nervaduras de las hojas radicales y también parte de las nervaduras de las hojas que crecen en el tallo eran de un color rojo oscuro; en la planta II, faltaba dicha coloración. La planta I floreció a principios de julio, la II, un mes completo después. La planta I tiene una fertilidad promedio, la II es casi estéril. Las raíces no se podrán examinar hasta la primavera próxima sin dañar las plantas. Las diferencias notables en la formación de las hojas y la posición de las flores, puede apreciarse en los especímenes secos. De cada planta progenitora, disponemos de unas 50 progenies procedentes de la siembra de primavera de este año. Durante el verano próximo su desarrollo mostrará si aparecen variantes o no,

después de la autofertilización, y qué tipos y qué relación tienen con las diferencias existentes entre los dos híbridos.

Se repitió la fertilización de *C. praemorsum* con *G. canum* a fin de obtener varios híbridos para comparaciones ulteriores.

El *Geum urbanum* + *G. rivale* (procedente de la hibridación del año pasado) se parece a la *Geum intermedium* Ehrh. Entre los híbridos no hay variedades con flores amarillo rojizas ni variedades con flores que midan la mitad del tamaño. No todas las variedades tenían igual fertilidad, pero ninguna de las plantas era completamente estéril. Para experimentos ulteriores se fertilizaron:

G. urbanum con el híbrido.

G. rivale con el híbrido

el híbrido con *G. urbanum*

el híbrido con *G. rivale*

Las plantas obtenidas de estas fertilizaciones y las producidas por autofertilización del híbrido se sembraron en el huerto, a principios de agosto.

El híbrido de *Linaria vulgaris* + *L. striata* floreció durante el primer año. Esta última planta la recibí con la denominación "*Linaria purpurea* (*Antirrhinum striatum*)"; no parece ser otra cosa que la *Linaria striata* DC. El híbrido ocupa una posición intermedia entre las especies progenitoras en cuanto a la posición de las hojas y las flores, y el tamaño y la forma de las flores; sin embargo, los frutos son como los de la *L. striata*; en éstas no se puede observar la forma abultada y arrugada a manera de cápsula de la *L. vulgaris*. El color de las flores y la forma de las semillas son peculiares. La estriación violeta azulosa del labio superior especialmente es la de la *L. vulgaris*; el color terrestre de las flores era amarillo claro en 33 ejemplares de 55; violeta claro en 21, y una planta produjo ambos colores, si bien en diferentes tallos de flores. Le envió ambas flores de esta última, secadas en arena, al igual que las de la *L. striata* y *G. urbanum* + *G. rivale*. Cuando las flores se secan entre papeles, gran parte de ellas resulta indistinguible.

Se sabe que las semillas de la *L. vulgaris* son planas y lenticulares, con una superficie áspera y tienen un borde alado, circular y ancho; las semillas de la *L. striata* son ovaladas, marcadamente triangulares, con superficies arrugadas y llenas de hoyos, y no tienen alas. Las semillas del híbrido varían considerablemente. En tanto que las semillas individuales se parecen mucho a las de la *L. striata*. Por ser claramente triangulares y carecer de alas. En la mayoría de las semillas la condición intermedia la sugiere la expansión de una de las tres superficies, en tanto que el borde opuesto se redondea, solamente sugerido o desaparece por completo en algunas semillas. En el último caso, las semillas toman una forma planoconvexa o cóncavo - convexa, y tienen un borde alado muy estrecho. Las arrugas y los hoyos siempre están presentes, si bien son menos abundantes que en la *L. striata*. Se llevaron a cabo fertilizaciones recíprocas de igual forma que la que se hizo con el híbrido de *Geum*.

La *Linaria vulgaris* puede fertilizarse bastante fácilmente con polen de otras especies de *Linaria*; cuatro de los cinco intentos realizados este verano tuvieron éxito. Entre éstos se encuentra la combinación con la bella *L. genistifolia*; se ha informado que este híbrido crece silvestre en los alrededores de Brünn. La *L. vulgaris* no pudo fertilizarse con *L. triphylla*,

Para terminar, permítame informarle acerca de una observación hecha el verano pasado en un híbrido de *Verbascum*. En 1864 emprendí una serie de hibridaciones entre varias especies de *Verbascum*. Los híbridos cultivados en el huerto resultaron completamente estériles; no se obtuvo ni una sola semilla. Accidentalmente, una planta del cruzamiento *Verbascum phoeniceum* + *V. Blattaria* quedó en el recipiente de las semillas y allí permaneció todo el verano en un rincón del huerto, sin cuidado alguno. Esta planta muy achaparrada fue descubierta en el otoño y sembrada en terreno descampado, junto con sus seedlings de desarrollo lozano. Si bien es cierto que la misma adquirió bastante vigor al año siguiente, no floreció y sobrevivió un segundo invierno, en tanto que sus seedlings murieron como plantas de dos años, después de haber florecido. Este verano la planta se recuperó compensando todo lo que había perdido, pues desde junio hasta setiembre floreció continuamente, produciendo más de 100 semillas bien formadas. Podría sobrevivir el tercer invierno, ya que después de florecer desarrolló una roseta de hojas completa.

Espero el verano próximo con impaciencia, pues varios híbridos fértiles presentaron su progenie en flores por primera vez. Se ha tomado cuidado con vistas a que brote gran número de flores, y sólo espero que éstas recompensen mi previsión, proporcionándome mucha información acerca de sus historias vitales.

Con el mayor respeto por Su Señoría, queda de usted,

Su sincero admirador,
GREGOR MENDEL

Brünn, 6 de noviembre de 1867.

IV

Muy Estimado Señor:

Después de haber adquirido alguna experiencia durante los últimos dos años en la fertilización artificial de *Hieracia*, tengo la intención de llevar a cabo algunos experimentos sistemáticos con este género, experimentos que se limitarán a cruzamientos entre los tipos principales. Con algunas excepciones, poseo las especies típicas de los piloseloides, pero carezco de casi todos los *Archieracia*. Quisiera obtener los materiales que me faltan, pero, ¿dónde? No tengo respuesta a esta pregunta. En este trance, me atrevo a apelar a la bondad de Su Señoría en espera de obtener la información que deseo.

Las especies que desearía poseer son: *H. cymosum* (*genuinum*), *H. alpinum*, *H. amplexicaule*, *H. glanduliferum*, *H. piliferum*, *H. villosum*, *H. glaucum*, *H. porrifolium*, *H. humile*, *H. tridentatum*, *H. praenanthoides*, *H. albidum*.

Las *H. glaciale*, *H. alpicola*, y *H. staticifolium* también serían muy bien recibidas. Estoy muy ansioso de recibir semillas, plantas, o ambas cosas, de las especies enumeradas. Si se siembran ahora las semillas, aún se podría esperar que las plantas florecieran este verano.

Al reiterarle mi solicitud, gustosamente le añado mi promesa de enviarle especímenes secos o vivos de los híbridos, si los experimentos tuvieran éxito.

Con el mayor respeto por Su Señoría, quedo de usted,

G. MENDEL

Altbrünn, Monasterio de Santo Tomás.

Brünn, 9 de febrero de 1868.

V

Muy Estimado Señor:

Acepte mi más cordial agradecimiento por las semillas de *Hieracium*, las cuales llegaron en buenas condiciones. ¡Cuán agradecido le estoy por su amable envío, y cuánto aprecio su bondad al prometerme también un envío de plantas vivas! Haré cuanto esté a mi alcance para producir todos los híbridos posibles entre estas especies y, de resultar fértiles las mismas, observaré sus progenies durante varias generaciones. Debo pedirle que cargue a mi cuenta los gastos de compra, transporte y demás.

Con gran pesar recibí la noticia de su accidente del 1.º de marzo y me alegro sinceramente de que esta desventura no tuviera mayores consecuencias.

Recientemente mis asuntos tuvieron un giro totalmente inesperado. El 30 de marzo mi persona sin importancia fue elegida jefe vitalicio del capítulo del monasterio al cual pertenezco.

Así, me veo trasladado desde la modestísima posición de maestro de física experimental a una esfera donde muchas cosas me resultan extrañas, y me llevará tiempo y esfuerzos el que me sienta cómodo en mi nueva situación. Esto no me impedirá continuar los experimentos de hibridación con los cuales me he encariñado; una vez que me haya familiarizado con mi nueva posición espero incluso poder dedicarles mi tiempo y atención.

En general, las plantas han pasado bien el invierno en las parcelas experimentales y su desarrollo ha progresado bastante bien; la mayoría de los piloseloides y algunos *Archieracia* ya muestran los botones de flores. Se puede considerar que los híbridos *H. Auricula* + *H. pilosella*, *H. praealtum* (Bauhini) + *H. aurantiacum*, y probablemente también *H. pilosella* + *H. Auricula* se han producido exitosamente. Aproximadamente 100 de los seedlings de otoño del híbrido del año pasado de *H. praealtum* + *H. stoloniflorum* (Autor), sobrevivieron el invierno. Hasta el momento la estructura y la cubierta pilosa de las hojas de estas plantas (todavía muy pequeña), son uniformes, y se asemejan a la planta de la semilla híbrida. Espero con impaciencia el desarrollo futuro de estas plantas.

Reiterándole mi mayor estimación, quedo de Ud.,

Su fiel amigo,

GREGOR MENDEL

Abate y Prelado del Monasterio
de Santo Tomás.

Brünn, 4 de mayo de 1868.

VI

Muy Estimado Amigo:

Perdóneme la tardanza en expresarle mi muy sincero agradecimiento por la especie de *Hieracium* que me envió. Recibí la cajita el 12 de mayo. Como ese día tuve que comenzar un largo viaje de inspección, no tuve el tiempo necesario para darle las gracias por escrito. El jardinero recibió instrucciones de manejar las plantas con sumo cuidado, de sembrar en macetas un ejemplar de cada espécimen y de sembrar el resto en el jardín. Cuando regresé hace unos días, lamenté encontrar que la mitad de las plantas sembradas en macetas habían muerto, probablemente por exceso de agua. Con algunas excepciones, las plantas del jardín se habían conservado bien; no obstante, deben clasificarse, ya que el jardinero descuidó ponerles los nombres. Entre las plantas que se perdieron estaban las piloseloides, excepto la *H. flagellare*, la *H. auriculaeforme* y *aurantiacum*, además de la *H. pulmonarioides* y la *H. albidum*. Sin embargo, espero que ninguna de las especies se haya perdido por completo.

De las semillas que usted tuvo la gentileza de enviarme, germinaron las siguientes: *H. amplexicaule*, *H. elongatum*, *H. alpinum*, *H. gothicum*, *H. tridentatum*, *H. praenanthoides*, *H. villosum*, *H. albidum* y la *H. glaucum* no germinó.

La primera generación del híbrido del año pasado de *H. praealtum* + *H. flagellare*, que consiste en 112 plantas, está floreciendo. Por lo que puede apreciarse, todas las plantas son iguales en los rasgos esenciales y sólo se diferencian de la planta producida a partir de una semilla de híbrido, la cual está floreciendo actualmente, en que los tallos son más débiles, más cortos, y tienen menos ramas. Esto no resulta sorprendente debido a la edad y fortaleza mayores de la planta germinada de semilla. Por lo que puede juzgarse hasta el momento, la fertilidad es completa en todo. En este respecto, los resultados menos favorables que se obtuvieron el año pasado con la planta híbrida de semilla, podría explicarse por el hecho de que esta última fue sacada de la tierra y trasplantada a una maceta mientras estaba floreciendo; esto tiene que traer como resultado que las raíces se dañen y que la planta se debilite durante el período de formación de las semillas.

Se obtuvieron otros cinco híbridos piloseloides de las fertilizaciones del año pasado:

1.—*H. praealtum* (Bauhini) + *H. aurantiacum*. Este híbrido es casi intermedio entre las especies progenitoras. Los lados superiores de las flores liguladas tienen ramas anaranjadas, los lados inferiores, moradas; las demás flores son doradas o de color amarillo claro; los estilos son amarillos, los estigmas, pardo ferruginosos. Se trasplantó antes de que empezara a florecer, de ahí la razón de que quizá sean tan poco fértil. De esta misma hibridación obtuvo otro tipo aberrante, pero hasta el momento sólo se han abierto dos cabezuelas. En la formación de las hojas y estolones se asemeja mucho más a la *H. praealtum* y los estigmas son amarillos; no obstante, el tallo es hirsuto y ciertamente las flores son de color híbrido.

2.—Otro híbrido: *H. praealtum* + *H. aurantiacum* acaba de comenzar a florecer. Una de las plantas progenitoras parece ser intermedia entre la *H. praealtum* y la *H. echioides*. El híbrido es de tipo intermedio; el color de las flores como el de las plantas anteriores; los estigmas son pardo ferruginosos.

3.—*H. Auricula* + *H. Pilosella*, con la característica bifurcación del tallo, también está floreciendo. Las cabezuelas son notablemente grandes y exceden en mucho el largo promedio, pero esto puede deberse solamente al desarrollo extremadamente exuberante de esta planta.

4.—*H. praealtum* (Bauhini) + *H. Pilosella* y también *H. Auricula* + *H. aurantiacum* están a punto de florecer.

Las plantas de la siembra de primavera no están lo suficientemente desarrolladas como para que podamos decir algo acerca del éxito de la hibridación, aunque debe lograrse algún éxito con ellas.

Casi todas son *Archieracia*.

La próxima primavera mi interés mayor será enviarle, en forma de especímenes vivos, todos los híbridos con sus especies progenitoras respectivas.

Su bondadoso ofrecimiento de apoyar y aumentar mi flora experimental en el futuro despierta en mí el mayor agradecimiento y me inspira, al mismo tiempo, a hacer el mejor uso posible de los materiales que me ofrece.

Reiterándole mi muy profundo respeto, quedo de usted,

Su devoto amigo,

GREGOR MENDEL

VII

Muy Estimado Señor y Amigo:

Según le prometí, estoy enviándole algunos híbridos de *Hieracium*, *Cir-cium*, *Geum* y *Linaria* que obtuve mediante fertilización artificial. Adjunto hallará el catálogo; los números corresponden a los que aparecen escritos en los marbetes atados a las plantas⁽³⁾.

A. *Hieracia* (N)

El número 1 fue bastante fértil: hasta el momento las plantas cultivadas a partir de semillas no se diferencian morfológicamente entre sí. Este híbrido, al igual que los números 2, 5, 8, 9 son del año pasado y se cultivaron en macetas (*H. calomastix* N., *H. magyaricum* + *H. aurantiacum* C.).

El número 2 se obtuvo de la misma hibridación que el número 1, pero morfológicamente es bastante diferente y resultó bastante infértil.

Los números 3 y 4 son las dos especies progenitoras *H. Bauhini*, (posteriormente *H. magyaricum*), *H. aurantiacum* N.

El número 5 floreció prolíficamente, pero sólo produjo cuatro semillas viables. (*H. Mendelii* N., *H. Auricula* + *H. Pilosella bruennense* C.).

(3) La enumeración siguiente no apareció en la carta original. Fue escrita en la carta por Nägeli, presumiblemente mediante el uso de una lista que Mendel envió con los especímenes. (VI de Correns). Trans.

Los 6 y 7 son las dos especies progenitoras del híbrido anterior (*H. Auricula*, *H. bruennense* N., *H. Pilosella bruennense* C.).

El número 8 resultó completamente estéril. Los números 4 y 6 son las dos especies progenitoras (*H. Auricula* + *H. aurantiacum* C.).

El número 9 resultó completamente fértil. La progenie, que todavía es joven, muestra una formación uniforme de hojas (*H. monasteriale* N, *H. setigerum* + *H. aurantiacum* C.).

El número 10 es progenitor de la especie anterior. Crece en la pared del jardín de nuestro monasterio; hasta ahora no sé de ningún otro lugar donde crezca. (*H. setigerum* N.) (La segunda especie progenitora es el número 4).

El número 11 resultó sólo parcialmente fértil cultivada en una maceta, pero lo fue completamente en terreno abierto. *H. inops* N, *H. florentinum subcymigerum* + *H. flagellare* C.).

Los números 12 y 13 son las dos especies progenitoras. (*H. praealtum*, *H. flagellare* N.).

Número 14. Todos los seedlings del año pasado (hubo 112) se parecían a la planta número 11 de semilla híbrida. Todas resultaron fértiles (*H. inops* N., *H. flagellare* + (*florentinum*) *subcymigerum* C.).

B. *Cirsia* (N)

Número 15 es una planta bella y vigorosa de fertilidad media. De la misma fertilización se obtuvo otra forma irregular, la misma resultó estéril y murió en el verano pasado.

Los números 16 y 17 son los dos tipos progenitores.

Número 18. En mi última carta le informé de la interesante progenie del híbrido número 15. Lamento informarle hoy que sólo puedo enviarle cuatro especímenes, ya que los otros, aunque parecían ser vigorosos y florecieron abundantemente durante el verano, murieron en el invierno en contra de lo que esperábamos.

Lo lamento, tanto más porque, contando con un lapso de vida más largo, no me ocupé de secar ramas en el herbario. Esperamos reparar este daño, ya que la planta de semilla es saludable y vigorosa. Si consideramos el gran vigor de la *Cirsia perenne*, resulta extraordinario que más de las dos terceras partes de estas plantas, vigorosas y exuberantes, se perdieran después de la primera floración. ¿Estaban destinadas por su composición a vivir sólo dos años? ¿Habrían vivido más en condiciones más favorables?

El número 19 es una planta muy bella de fertilidad promedio. Aunque los seedlings todavía son jóvenes, la formación de las hojas me lleva a esperar tanta variabilidad como en el caso del número 18. Aunque parezca extraño, los híbridos de *Hieracium* muestran un comportamiento muy diferente en la producción de su progenie del de los híbridos de *Cirsium*. Si exigiera menos espacio, el *Cirsium* sería una excelente planta experimental para el estudio de los híbridos variables.

Los números 17 y 20 son las especies progenitoras del híbrido anterior.

C. *Geum* (N.) *urbanum* + *rivale* (C.)

Número 21. Varios híbridos de la misma fertilización mostraron algunas variaciones en cuanto al tamaño de las flores y tuvieron una fertilidad desigual.

Los números 22 y 23 son los dos tipos progenitores.

Los números 24, 25 y 26 florecerán este año por primera vez.

Los números 27 y 28 produjeron el año pasado algunas flores incompletas. Según Gärtner, la progenie de este híbrido de *Geum* no produce variaciones.

D. *Linaria* (N.)

Número 29. Con respecto al color de las flores se obtuvieron dos tipos de híbridos diferentes en la misma fertilización; 33 híbridos tenían una coloración bastante amarillenta, 21 tenían una coloración más purpurina y una planta tenía ambos colores. La fertilidad es baja y la progenie presenta variaciones.

Número 31. Un híbrido bello y vigoroso, también de baja fertilidad.

Poseo un ejemplar del interesante híbrido *Mirabilis Jalappa* + *M. longiflora*. Se obtuvieron unas pocas plantas del reducido número de semillas que produjo durante el verano pasado; sin embargo, todavía son muy delicadas para que resistan la transportación. Lo mismo también es válido respecto de los híbridos:

H. cymosum + *H. pilosella*

H. auricula + *H. pratense*.

(*H. praealtum* + *H. aurantiacum*) + *H. aurantiacum*

(*H. praealtum* + *H. aurantiacum*) + *H. praealtum*

(*H. auricula* + *H. pilosella*) + *H. auricula*

Antirrhinum vulgare + *A. rupestre*

Lynchnis diurna + *L. vespertina*

que se produjeron durante los experimentos de fertilización del año pasado.

Todavía no he podido producir híbridos de *Archieracia*, pero espero que la siembra de este año dé resultado. De las especies que usted tuvo la bondad de enviarme, sólo pude utilizar la *H. humile*, la *H. Sendtneri*, la *H. pricoides*, la *H. prenanthoides*, la *H. hispidum* y la *H. canascens* el verano pasado. Puesto que éstas, al igual que otras especies, han pasado bien el invierno, podré extender mis experimentos. Estos se realizarán exactamente de acuerdo con el plan que usted, respetado amigo, tuvo la bondad de enviarme.

Desde hace varias semanas hemos estado disfrutando de una primavera maravillosa. En comparación con el promedio de algunos años, la vegetación ha brotado trece días antes de lo acostumbrado; ya casi todas las plantas han echado hojas.

Gustosamente aprovecho la oportunidad de expresarle, mi muy estimado amigo, mi sincero respeto y admiración y encomendándome a su continua benevolencia, quedo de usted,

Su siempre respetuoso,

GREGOR MENDEL

Brünn, 15 de abril de 1869.

VIII

Muy Estimado Amigo:

Por favor, no se enoje conmigo por mi tardanza en expresarle mi agradecimiento por las *Hieracia* vivas, las cuales llegaron todas bien y crecen espléndidamente. Las obras de construcción en algunas vaquerías distantes y otros asuntos me han ocupado exclusivamente durante muchas semanas, y al regresar a Brunn el domingo de Pentecostés, también hallé tareas urgentes que tomaron tiempo. Desde hace sólo unos pocos días dispongo de tiempo y me encuentro en condiciones de reanudar mi ocupación preferida, la cual tuve que interrumpir hacia finales de junio del año pasado debido a una dolencia de la vista.

Me vi en serio peligro de tener que renunciar por completo a mis experimentos de hibridación, y todo debido a mi propia negligencia. Como que la difusa luz del día no resultaba adecuada para trabajar con las pequeñas flores de *Hieracium*, recurrí a un aparato de iluminación (un espejo con un lente convexo), sin sospechar el daño que pude ocasionar con él. Tras haberme ocupado bastante con la *H. Auricula* y de la *H. praealtum* durante mayo y junio, apareció una peculiar fatiga y agotamiento en los ojos que llegó a un grado serio, a pesar de que inmediatamente resguardé mis ojos lo más posible. Hasta bien entrado el invierno me vi incapacitado de realizar ningún tipo de esfuerzo. Afortunadamente, de entonces a acá, la afección ha desaparecido casi por completo, y ya puedo nuevamente leer seguido durante períodos de tiempo bastante largos, y puedo emprender los experimentos de fertilización de *Hieracium*, tan bien como me lo permite la falta de iluminación artificial.

Con la carta de hoy le estoy enviando algunos híbridos vivos de *Hieracium*, en los casos necesarios también he incluido las formas progenitoras.

Hasta ahora, los resultados de los experimentos pueden considerarse insignificantes, y son demasiado incompletos para que se puedan extraer conclusiones finales. No obstante, se han recogido algunas experiencias, y me tomo la libertad de mencionar brevemente lo que me parece de alguna importancia.

En primer lugar, debo mencionar que, a pesar de los numerosos intentos, hasta ahora no he logrado obtener, mediante fertilización con polen ajeno ni un solo híbrido en algunas especies de piloseloides. Esto es cierto respecto de la *H. aurantiacum*, por ejemplo. Hasta el momento, no he podido vencer la influencia de su propio polen. La *H. Pilosella* y la *H. cymosum* también crean dificultades. En otras variedades, por ejemplo, en la *H. praealtum*, la fertilización con polen ajeno logra éxito más fácilmente con el mismo tratamiento, y me he convencido en repetidas ocasiones de que la *H. Auricula* es una planta experimental digna de toda confianza si se tiene cuidado. El año pasado fertilicé más de cien cabezuelas de esta especie con polen de *H. Pilosella*, *cymosum* y *aurantiacum*; si bien es cierto que aproximadamente la mitad se secó debido a los daños que sufrieron, y que sólo se obtuvieron de dos a seis semillas de cada una de las plantas restantes, las plantas cultivadas a partir de estas semillas son híbridas sin excepción. Por desgracia las babosas ramonearon, con pocas excepciones en las pequeñas plantas de *H. Auricula* + *H. Pilosella*, y de *H. Auricula* + *H. cymosum* que había en el invernadero. No obstante, se salvaron las plantas de *H. Auricula* + *H. aurantiacum* y se sembraron 98 de éstas en el jardín. Dichas plantas deberán florecer el mes que viene.

Otro tipo también parece ser muy apropiado para los experimentos. Lo incluyo en el embarque con la denominación Núm. XII, ya que no puedo nombrarlo ni clasificarlo. Lo he encontrado en grandes cantidades en tierras segadas. El único intento de fertilización que hice con polen de *H. Pilosella* resultó completamente exitoso; todas las 29 plantas que se lograron fueron híbridos.

Me atrevo a decir que, hasta el momento, sólo he utilizado una sola forma de *H. Pilosella* para las fertilizaciones. Puesto que, sin embargo, un tipo adyacente de *Pilosella* invadió el territorio de mis plantas experimentales, lo que observé después en el período de floración. No estoy seguro de que no cometí un error en el embarque del año pasado, y por ello, nuevamente le envié la planta y la he denominado *H. Pilosella* (Brünn). No me atrevo a expresar una opinión acerca de si esta forma tiene o no algún tipo de relación con la *H. echioides*, pero sí mencionaré que la misma aparece comúnmente aquí, en tanto que la localidad más cercana conocida de la *H. echioides* se encuentra aproximadamente a cinco millas de distancia. La planta que le envié con la denominación de *H. praealtum* (?) se halló asociada a la *H. echioides* y a la *H. praealtum*; por ello no hay dudas de que la suposición de que dicha planta pertenece al grupo *H. echioides praealtum* fue correcta. Una comparación con las especies progenitoras muestra que la misma se parece mucho más a la *H. echioides*.

Le estaría muy agradecido, honorable amigo, si me diera su opinión acerca de la *Hieracium* número XII cuando le fuera conveniente. Esta planta, y la *H. Auricula*, se encuentran entre las mejores plantas experimentales, ya que se puede obtener un número bastante grande de híbridos a partir de ellas. Esta condición es importante, ya que las variaciones que tienen lugar entre individuos híbridos sólo pueden interpretarse en los casos en que se obtiene un número bastante grande de híbridos de la misma fertilización.

En realidad, hubo variantes en todos aquellos casos en que se obtuvieron varios especímenes híbridos. Debo admitir que mi sorpresa fue muy grande al observar que formas diversas, incluso formas muy diferentes, podían resultar de la influencia del polen en una especie sobre los óvulos de otra especie, especialmente porque me había convencido, al cultivar las plantas que estaban siendo observadas, que los tipos progenitores mediante la autofertilización, sólo producen progenies constantes. En relación con el *Pisum* y otros géneros vegetales, sólo había observado híbridos uniformes y, por ello, esperaba que sucediera otro tanto con el *Hieracium*. Debo reconocer, honorable amigo, cuán errado estaba en este sentido. Dos especímenes del híbrido de *H. Auricula* + *H. aurantiacum* florecieron por primera vez hace dos años. En uno de ellos, la paternidad de la *H. aurantiacum* resultaba evidente a primera vista, no así en el otro. Puesto que en aquella oportunidad yo era de la opinión de que sólo podía haber un tipo híbrido producido por cualesquiera de dos especies progenitoras, y puesto que la planta tenía hojas diferentes y unas flores de color amarillo totalmente diferente, se consideró que había habido una contaminación accidental y se separó el mismo. Por ello, en el embarque del año pasado sólo incluí el espécimen que se parecía mucho en el color de las flores a la *H. aurantiacum*. Pero cuando tres especímenes, todos ellos obtenidos del mismo híbrido producido a partir de la fertilización de 1868, y también cuando el híbrido de *H. auricula* + *H. pratense* (var.) floreció posteriormente como tres variantes diferentes, las circunstancias correctas ya no podían pasar sin reconocerlas.

Como según veo en su preciosa carta, los especímenes de *H. auricula* + *H. aurantiacum* y la especie progenitora *H. Auricula* que le envié murieron,

Las estoy reemplazando y también incluyo el híbrido mellizo de *H. Auricula* + *H. aurant.* 868b, no comprendido durante tanto tiempo. Los tres especímenes del año pasado fueron denominados 869 c, d, e. La variante c es completamente fértil.

Durante el invierno murieron una variante del híbrido *H. Auricula* + *H. pratense* (var.) y la especie progenitora *H. pratense*. Esta última no fue una *H. pratense* típica, puesto que tenía algunos vellos estrellados en las hojas. Durante el primer año murieron en el jardín los dos especímenes que usted tuvo la gentileza de enviarme; uno se achaparró sin llegar a florecer; el otro, durante el período de floración. Todavía no he podido hallar una especie pura por estos alrededores.

El híbrido *H.* número XII (*cymigerum* N.) + *H. Pilosella* (Brünn) justamente comienza a marchitarse. Se observan variaciones muy notables entre los 29 especímenes de que disponemos. Si bien todos representan tipos de transición de una especie progenitora a otra, al verlos crecer silvestres, nadie los tomaría por siblings (relación de parentesco). Le enviaré la colección completa tan pronto como los sarmientos hayan arraigado suficientemente; esto sucederá dentro de unas semanas. Entonces espero poder informarle acerca del experimento principal de este año con *H. Auricula* + *H. aurantiacum*; debido al número bastante grande de especímenes espero obtener alguna información de él.

Se ha fertilizado el *Hieracium* número XII con *H. Pilosella vulgare* (München), y el año que viene no dejará de tener interés la comparación entre las dos series híbridas *H.* número XII + *H. Pilosella* (Brünn) y *H.* número XII + *H. Pilosella vulgare* (München). La *H. Auricula* también se ha hibridado con *H. Pilosella vulgare* (M) y *H. Pilosella* (Br.); dentro de poco se hará otro tanto con *H. Pilosella niveum* (M.). Hasta el momento, sólo he visto una flor de *H. Pilosella incanum*; se espera que produzca otras flores.

Veinticinco plantas del híbrido *H. praealtum* (Bauhini?) + *H. aurantiacum*, de las cuales le envié dos especímenes el año pasado, florecerán dentro de poco. Por lo que se puede observar actualmente, existen diferencias entre ambos. De los dos especímenes sembrados en macetas y que ya hace tiempo debieron florecer, uno es completamente fértil, en tanto que el otro es casi completamente estéril. Tanto la esterilidad total como la fertilidad completa aparecen en la serie de híbridos de *H. Auricula* + *H. aurantiacum*.

Ya ha florecido la segunda generación de los híbridos de *H. praealtum* (?) (*setigerum* N.) + *H. aurantiacum* y *H. praealtum* (Bauhini?) + *H. aurantiacum*, al igual que la tercera generación de *H. praealtum* + *H. flagellare*. De nuevo los híbridos no varían en estas generaciones. En este momento no puedo resistirme a señalar cuán notable resulta que los híbridos de *Hieracium* muestren un comportamiento exactamente opuesto al de los híbridos de *Pisum*. Evidentemente, aquí sólo tratamos de fenómenos individuales que son la manifestación de una ley superior, más fundamental.

Si se desea seguir el desarrollo de aquellos híbridos que sólo poseen una fertilidad parcial, es necesario proteger las plantas más cuidadosamente de la influencia de polen extraño, ya que los óvulos individuales que normalmente quedan sin fertilizar, debido a la calidad predominantemente pobre del polen procedente de la misma planta, se fertilizan rápidamente con polen de otras plantas. Al mismo tiempo le envió algunos híbridos dobles, obtenidos de *H. praealtum* (Bauhini?) + *H. aurantiacum*; esta planta se dejó florecer y marchitar entre plantas de *H. pilosella* (Brünn), pero se alejó de otras *Hieracia*. Por lo tanto, el híbrido debe denominarse [*H. praealtum* (Bauhini?) + *H. aurantiacum*] + *H. pilosella* (Brünn). Resultan tipos sumamente interesantes en diversos sentidos.

Si en las flores procedentes de híbridos parcialmente fértiles se cubren los estigmas con el polen de otras especies relacionadas de manera no muy lejana, siempre producen más semillas que cuando se les mantiene aisladas y dependientes de la autofertilización; mediante el cultivo de las semillas, se puede demostrar fácilmente que esto se debe exclusivamente a la acción del polen extraño. No obstante, no es necesario un aislamiento cuidadoso para obtener híbridos completamente fértiles. Los experimentos realizados con *H. praealtum* (?) + *H. aurantiacum* han mostrado que se pueden colocar en los estigmas cantidades de polen extraño, incluso el de dos especies progenitoras, sin que esto interfiera con la autofertilización. Todas las semillas producen la forma híbrida original.

En el envío incluyo el híbrido de *H. cymosum* (München) + *H. Pilosella* (Brünn). Hasta el momento es el único híbrido de *H. cymosum* que se ha obtenido, aunque muchas veces he tratado de fertilizar esta especie.

Resulta muy difícil impedir la autofertilización en la *Archieracia*. Hasta el momento se han obtenido sólo dos híbridos. La planta de semilla de uno de estos híbridos es aquella especie de semillas de color pardo claro que le envié en una ocasión, en forma de espécimen seco; el polen se tomó de una *H. umbellatum* de hojas estrechas. Se incluyen el híbrido y las plantas progenitoras. Entre los seedlings de este año, se puede reconocer que tuvo éxito la fertilización de una forma de *H. vulgatum* con la *H. umbellatum* mencionada anteriormente. En vano busco un *archieracium* que pudiera servir tan bien dentro de su grupo como sirve la *H. auricula* y el *Hieracium* núm. XII entre los piloseloides.

De las *Archieracia* que debo a su bondad especial todas han sido objeto de experimentos excepto la *H. glaucum*. Son las siguientes: *H. amplexicaule*, *pulmonarioides*, *humile*, *villosum*, *elongatum*, *canescens*, *hispidum*, *Sendtneri*, *picroides*, *albidum*, *preanthoides*, *tridentatum* y *gothicum*. En la *H. amplexicaule* y en la *H. albidum* las cabezuelas fertilizadas artificialmente siempre se han marchitado. No tengo *H. alpinum*. De las semillas marcadas Breslau y München que usted bondadosamente me envió, se obtuvieron la *H. nigrescens* y otra especie; ésta, sin embargo, no es *H. alpinum*.

En esta oportunidad permítame decirle que todas mis *Archieracia* están creciendo bien. La *H. albidum* resulta algo delicada cuando se le siembra en macetas, especialmente durante el invierno, pero se conserva bien en terreno desembarazado. Esto es igualmente válido respecto de los piloseloides, sin embargo con excepción de la *H. pratense* y la *H. Hoppeanum*; ésta última murió durante el primer invierno, tanto directamente en tierra como en macetas.

Debido a mi dolencia de la vista no pude emprender ningún otro experimento de hibridación el año pasado. Pero un experimento me pareció tan importante que no pude posponerlo hasta más tarde. Se refiere a la opinión expresada por Naudin y Darwin de que un solo grano de polen no bastaba para la fertilización del óvulo. Al igual que Naudin, utilicé *Mirabilis Jalappa* como planta experimental; sin embargo, el resultado de mi experimento fue completamente diferente. De las fertilizaciones con un solo grano de polen en cada caso obtuve 18 semillas bien desarrolladas, y de éstas, un número igual de plantas, diez de las cuales ya han florecido. La mayoría de las plantas son tan vigorosas como las derivadas de la autofertilización libre. Hasta el momento, unos cuantos especímenes están algo achaparrados pero después del éxito obtenido en todos los demás, la causa debe radicar en el hecho de que no todos los granos de polen están igualmente aptos para la fertilización como se prueba además en el experimento mencionado; se excluye la competición de otros granos de polen. Cuando varios granos

de polen compiten entre sí, podemos suponer que posiblemente sólo los más fuertes logren llevar a cabo la fertilización.

En realidad, deseo repetir el experimento; y también debe ser posible probar directamente, mediante el experimento, si dos o más granos de polen pueden o no participar simultáneamente en la fertilización del óvulo en el *Mirabilis*. ¡Según Naudin, se necesitan al menos tres!

En relación con los experimentos de años anteriores los relacionados con *Mattiola annua* y *glabra Zea* y *Mirabilis* se terminaron el año pasado. Sus híbridos se comportan exactamente como los del *Pisum*. Las afirmaciones de Darwin acerca de los híbridos de los géneros mencionados, en "The Variation of Animal and Plants under Domestication" (Las variaciones de los animales y las plantas que se domestican), basadas en informaciones de otras personas, deben ser corregidas en muchos sentidos.

Todavía se están llevando a cabo dos experimentos. Poseo aproximadamente 200 especímenes uniformes del híbrido de *Lychnis diurna* y *L. vespertina*. La primera generación debe florecer en agosto.

Los experimentos de color con el *Matthiola* ya llevan seis años, y probablemente continuarán durante varios años más. Con los datos que ya se han obtenido, espero finalmente llegar al fondo del problema. La falta de una carta cromática digna de confianza ha obstaculizado grandemente los experimentos. Aunque había pedido a Erfurt una colección de *Matthiola annua* en 36 colores designados, resultó ser insuficiente para mis fines. He dado especial atención a este experimento y me tomaré la libertad de informarle acerca del mismo tan pronto como haya completado la inspección de los 1500 especímenes del cultivo de este año. Le enviaré la información conjuntamente con el embarque de la serie híbrida *H.* número XII + *H. Pilosella*.

Al reiterarle mi agradecimiento, estimado amigo, por su amabilidad al enviarme el embarque, quedo de usted, con la expresión de mis mayores respetos,

Su fiel amigo,

GR. MENDEL

Brünn, 3 de julio de 1870

IX

Muy Estimado Señor y Amigo:

Conjuntamente con esta carta le envió los 29 híbridos de *H.* núm. XII [*H. cymigerum* + *H. pilosella* (var. de Brünn)] que le prometí. El *Hieracium* denominado núm. XII (que ya le envié) continúa siendo una forma enigmática para mí; ¿será quizá la *H. poliotrichum* Wim?

Ochenta y cuatro especímenes del híbrido *H. Auricula* + *H. aurantiacum* florecieron, algunos murieron y otros no han florecido todavía. Las variaciones entre estos especímenes son considerables. Cada rasgo híbrido aparece en un cierto número de variantes que representan diferentes etapas transicionales entre un rasgo ancestral y otro. Parece que todas las variantes de los diferentes rasgos pueden ocurrir en todas las combinaciones posibles. Esto parece ser probable, ya que en las plantas híbridas disponibles el

grupo de variantes de los rasgos es muy diverso, de forma tal que apenas parece ser el mismo en dos ejemplos. Si esta suposición es correcta, deben resultar varios cientos de tipos de híbridos posibles, debido al gran número de diferencias existentes entre la *H. Auricula* y la *H. aurantiacum*. En el caso de especies progenitoras tan distantes como éstas, el número de tipos híbridos observados es demasiado pequeño para que se puedan determinar los hechos verdaderos. Debe ser más fácil tener éxito con el híbrido de *H. Auricula* + *H. Pilosella vulgare*; el año que viene espero obtener aproximadamente 200 especímenes del mismo. El *H. Auricula* + *H. Pilosella niveum* y el *H. Auricula* + *H. Pilosella* var. de Brünn estarán bien representados. La *H. Pilosella incanum* es completamente estéril y no pudo fertilizarse con el polen de la misma *H. Auricula*.

Quisiera referirme al hecho de que aproximadamente una cuarta parte de los tipos híbridos de *H. Auricula* + *H. aurantiacum* pueden considerarse completamente fértiles, la mitad, parcialmente fértiles y una cuarta parte estériles. El grado de fertilidad parece ser independiente del tipo de híbrido.

De ser ese su deseo, estimado amigo, le enviaré la colección completa en la primavera próxima.

Sólo una pequeña cantidad de seedlings de *Archieracia* obtenidas durante esta estación ha florecido, con este tiempo persistentemente frío y húmedo; hasta el momento no ha florecido ni un solo espécimen de *H. humile*, que deseo utilizar como planta experimental. Los seedlings del híbrido *H. ?* + *H. umbellatum*, que ya le envié, tampoco han florecido hasta el momento; no obstante, todavía podrán florecer si el otoño resulta favorable. Hasta el momento no se puede observar diferencias entre ellos. De no existir el color pardo claro de las semillas que hasta ahora parece ser constante, desearía clasificar las especies progenitoras dudosas como *H. racemosum*.

El experimento planeado para decidir la cuestión de si un solo grano de polen basta o no para la fertilización, se repitió con *Mirabilis Jalappa* y se obtuvieron los mismos resultados que el año pasado. Es absolutamente imposible distinguir las plantas obtenidas de las fertilizaciones del año pasado mediante un solo grano de polen, de las producidas mediante la autofertilización. Al principio parecía que las plantas individuales podían retrasarse en el desarrollo; sin embargo, posteriormente recuperaron lo perdido.

Se está llevando a cabo otro experimento con *Mirabilis*, el cual también ha sido preparado para averiguar si dos granos de polen pueden participar simultáneamente en la fertilización. Sé por experiencia que las variedades con flores carmesí, rojas, amarillas y blancas, respectivamente, son constantes cuando se obtienen de semillas, y los híbridos que resultan primero de los cruzamientos *carmesí* + *amarillo* y *carmesí* + *blanco* no muestran variaciones en su coloración característica. Ambas fertilizaciones resultaron igualmente exitosas y, por ende, no son aparentes las diferencias en el grado de las relaciones (entre las tres variedades). En la variedad carmesí se llevó a cabo un número bastante grande de fertilizaciones, de manera tal que se colocaron simultáneamente dos granos de polen en cada estigma, uno de la variedad amarilla y otro de la variedad blanca. Puesto que se conocen los colores de las flores resultantes de los cruzamientos *carmesí* + *amarillo* y *carmesí* + *blanco*, el año que viene se sabrá si, además de los colores híbridos, aparecerá un tercer color que se explicaría por la acción conjunta de los dos granos de polen.

En este último caso, el desarrollo de la progenie deberá también ser diferente de aquél de los híbridos de dos colores solos. Estos se comportan

como el *Pisum*, y la mitad de la primera generación de nuevo produce el color híbrido, en tanto que la otra mitad recibe los dos colores de los progenitores en partes iguales, y permanece constante en la generación siguiente. La descendencia del híbrido *carmesí* + *amarillo*, el cual recibió los colores de los progenitores en la primera generación, también ha resultado ser constante en cuanto al color en la segunda generación cultivada a partir de semillas. Ambos colores reaparecen en forma pura, como si nunca hubieran integrado una combinación híbrida. Darwin y Virchow han señalado el alto grado de independencia que es típica en las características individuales y en grupos completos de características presentes en animales y plantas. Indiscutiblemente, el comportamiento de las plantas híbridas proporciona una prueba importante de la exactitud de este punto de vista.

A pesar del gran número de plantas experimentales, este año sólo se han hecho progresos menores en los experimentos de color con la *Matthiola annua*. De acuerdo con las experiencias tenidas hasta el momento, parece probable que concuerden con el *Pisum*. Algunos fenómenos relacionados con la intensidad de coloración causan dificultades. Si se me permite expresarlo así, con frecuencia aparece un octavo de color por encima o por debajo, en lugar del color que se esperaba, o ambos colores aparecen conjuntamente; esto no sólo sucede en casos aislados, sino en series completas de especímenes. Así, la clasificación resulta poco confiable, ya que es fácil unir lo que debiera separarse o incurrir en el error opuesto. Las cifras obtenidas de esta forma respecto de la frecuencia de las diferentes variantes de colores resultan inútiles en cuanto a la derivación de las series. Recientemente se ha estudiado un nuevo grupo de plantas experimentales; tal vez logre una serie más sencilla con ellas.

Por último, permítame informarle acerca de un dato curioso en las proporciones numéricas en que aparecen las plantas masculinas y femeninas del híbrido *Lychnis diurna* + *L. vespertina*. Fertilicé tres flores de *L. diurna* y sembré las semillas de cada cápsula por separado. Produjeron:

Cápsula	I.	74 plantas	54 hembras	20 machos
"	II.	58 "	43 "	15 "
"	III.	71 "	54 "	17 "
		—	—	—
		203	151	52

Acaso se deba sólo a la casualidad que las plantas masculinas aparezcan aquí en la proporción 52:203 ó 1:4, o tiene esta proporción la misma importancia que en la primera generación de híbridos de diferentes progenies? Dudaría de lo segundo debido a las extrañas conclusiones que deberían hacerse en este caso. Por otra parte, el problema no puede descartarse tan fácilmente, si se considera que el rudimento para el desarrollo funcional de los pistilos solos, o de los anteras solas, debe haberse expresado en la organización de las células de los primordios a partir de las cuales se desarrollaron las plantas, y que esta diferencia en las células de los primordios posiblemente se debiera a que tanto los óvulos como las células de polen fueran diferentes en relación con el rudimento sexual. Por lo tanto, no quiero descartar este asunto por completo.

Al encomendarme, estimado Señor y amigo, a su valiosa consideración, quedo de usted con la expresión de mis mayores respetos,

Devotamente,

GR. MENDEL

Brünn, 27 de septiembre de 1870.

X

Muy Estimado Señor y Amigo:

A pesar de mis buenas intenciones, no pude cumplir la promesa que le hice la primavera pasada. Las *Hieracia* se marchitaron otra vez sin que pudiera visitarlas más que en unas pocas ocasiones y apresuradamente. Realmente me siento muy desgraciado por tener que desatender mis plantas y abejas de manera tan completa. Puesto que actualmente tengo un poco de tiempo libre, y ya que no sé si habrá para mí otra primavera, le estoy enviando algunos materiales procedentes de mis últimos experimentos realizados en 1870 y 1871. En caso de que las plantas ya no puedan sembrarse en terreno descampado, debido a lo avanzado de la estación, sobrevivirán fácilmente durante el invierno en un área iluminada de un invernadero no calentado (Kalthaus), cubierto de tierra o arena moderadamente húmeda.

Le estoy enviando:⁴

1. *H. praealtum* (München) + *H. Pilosella incanum* (München)
2. *H. Auricula* + *H. Pilosella vulgare* (München)
3. *H. Auricula* + *H. Pilosella vulgare* (Brünn)
4. *H. Auricula* + *H. Pilosella niveum* (München)
5. *H. Auricula* + *H. aurantiacum* (Brünn)

Debo depender en mis registros de 1871 en cuanto a las notas siguientes:

- ad 1. 1 híbrido, completamente estéril.
- ad 2. 84 híbridos, todos estériles, apenas con diferencias entre los mismos.
- ad 3. 25 híbridos, todos fértiles, todos uniformes.
- ad 4. 35 híbridos, todos estériles, todos uniformes.
- ad 5 90 híbridos, parcialmente fértiles, muy variables.

Las inflorescencias en 1-4 con frecuencia son sencillas, como en la especie progenitora *H. Pilosella*.

El nombre que sigue al símbolo de hibridación se refiere, en todos los casos, a la especie de la cual se tomó el polen. Así, el símbolo + significa fertilizado con el polen de...

Todos los híbridos que aparecen en la lista bajo cada número se situaron en canteros aislados, uno por cada número, y de esta forma no se interfirieron entre sí por el crecimiento de los estolones. Todos los híbridos de un grupo crecieron en el mismo cantero y se entremezclaron hasta tal punto, mientras estuvieron sin atención y supervisión, que su clasificación es difícil y a veces, imposible. Para el envío sólo seleccioné los especímenes que supongo, con alguna certeza, se originaron de seedlings de híbridos separados. La separación sólo resultó imposible en el caso del número 5 (*H. Auricula* + *H. aurantiacum*) puesto que hay especímenes extremadamente exuberantes de este híbrido que cubren el cantero como una alfombra. Le estoy enviando tres variantes de este híbrido completamente fértiles las cuales trasplanté a un cantero aparte para experimentos futuros en el pri-

(4) En la siguiente lista se han omitido algunos sinónimos en este volumen. (Edits.)

mer verano después que las semillas hubieran madurado. Dos de éstas que están más cercanas a la *H. aurantiacum*, también se han entremezclado en la nueva ubicación, y no puede distinguírseles con certeza. Bajo el núm. 5 espero que se hallen plantas de ambas, en un sobre marcado con una *a*. El sobre marcado con una *b* contiene plantas de la tercera variante, la cual se parece mucho más a la especie progenitora *H. auricula*.

Puesto que los tres híbridos variantes a los que acabo de referirme resultaron ser completamente fértiles, deberían servir para estudios de generaciones posteriores, pero estos experimentos nunca se llevaron a cabo. Probablemente se puede suponer con bastante certeza que la progenie que se origina de la autofertilización de estas variantes, no estará sujeta a las mismas variaciones que aparecen en los híbridos originales. Por lo menos, las plantas cultivadas como muestras a partir de estas semillas producidas por las variantes, y que crecieron en terreno descampado sin ningún tipo de protección, y en medio de todos los demás híbridos, se parecen completamente y sin excepciones a la planta originada de semillas. La *H. aurantiacum* también florecía en los alrededores al mismo tiempo que las variantes híbridas ya mencionadas, sin que se pudiera observar ningún tipo de influencia en el polen.

Gärtner ha probado la prepotencia del polen progenitor sobre el polen de los híbridos en varias especies de plantas. Realicé un solo experimento con *Hieracium* cuyo resultado, si bien representa un caso aislado, parece merecer un breve informe. Se utilizó el híbrido *H. praealtum* + *H. aurantiacum* como planta experimental; éste sólo es parcialmente fértil, por lo que sólo una cuarta o una tercera parte de las flores de cada cabezuela desarrollaron buenas semillas.

La planta experimental se cultivó en una maceta colocada en una ventana. Después que varias cabezuelas habían terminado de florecer, se quitaron todas las que todavía estaban floreciendo y sólo se seleccionaron para el experimento dos de las cabezuelas que todavía no se habían abierto. Tan pronto como se abrieron las primeras florecillas, se cubrieron inmediata y completamente, los estigmas que surgían de los tubos de las anteras con polen de *H. aurantiacum*. Esto se siguió haciendo durante tres o cuatro días hasta que todas las florecillas se habían abierto y todos los estigmas habían sido cubiertos. Al llegar el momento de la maduración, resultó evidente que cada una de las dos cabezuelas fertilizadas artificialmente había formado una cantidad de semillas considerablemente mayor que las demás cabezuelas, que habían sido dejadas a la autofertilización. Se contaron las semillas de éstas últimas y se determinó el número promedio para cada cabezuela.

En el año siguiente, se obtuvieron dos tipos de plantas a partir de semillas procedentes de las cabezuelas fertilizadas artificialmente: algunas se parecían muchísimo a las plantas procedentes de semillas híbridas, y otras se acercaban mucho más a la *H. aurantiacum*. Además, una comparación numérica demostró que el número de aquellos seedlings que no se habían desviado de las plantas de semillas híbridas y que, por ende, se habían originado por autofertilización, era casi tan grande como debió ser de acuerdo con el promedio determinado, si las dos cabezuelas hubieran sido dejadas a la autofertilización.

Por lo tanto, el polen de *H. aurantiacum* sólo resulta efectivo en aquellas florecillas que hubieran permanecido estériles sin interferencias, pero fue incapaz de reemplazar el polen híbrido.

Deseo enfatizar que di la mayor atención posible a este experimento, el cual, de paso, se realizó con facilidad; que nunca dejé de estar presente entre las 7 y 9 de la mañana, cuando diariamente se abre una nueva zona de

florechillas de la periferia de cada disco floral, hacia el centro; y que se transmitió el polen muy fresco de la *H. aurantiacum* al estigma, tan pronto apareció. Está lejos de mí interpretar el resultado de este experimento como demostrativo de que Gärtner estaba equivocado cuando sostiene que el polen del híbrido es ineficaz en competencia con el polen progenitor. De este experimento no se puede deducir prueba en sentido contrario; la excepción, que en este respecto, parece constituir el *Hieracium*, debe tener su explicación natural en la estructura peculiar de las florechillas y en la reacción de los órganos de fertilización.

Sospecho que la libre competencia queda excluida en este género, siempre que el polen autoproducido esté bien desarrollado y posea buena capacidad de fertilización, puesto que entonces el polen ajeno siempre llegaría demasiado tarde y sólo podría competir sin éxito, debido a este hecho. He tenido ocasiones frecuentes para convencerme de que en la *Hieracia*, las anteras se abren dentro del capullo y transfieren el polen al estigma, al cual rodean estrechamente, de manera que al abrirse el capullo el estigma sale del tubo ya cubierto de polen. Muchas veces, por lo menos un día antes de la floración, he separado cuidadosamente el tubo de la antera por su base en *H. aurantiacum*, *H. murorum* y otras, y lo he halado por sobre el estilo sin abrirlo en canal por los lados, y he tomado todas las precauciones posibles, después de lo cual he cubierto el estigma con polen ajeno destinado a la fertilización, y todavía no he podido cultivar otra planta que no sea *H. aurantiacum* ó *H. murorum* a partir de las semillas obtenidas.

Basándome en esta experiencia, considero que es probable que la fertilización con polen ajeno sólo pueda ocurrir si fracasa la autofertilización, siempre que el óvulo continúe siendo capaz de fertilización; en este género ello no parece ser infrecuente.

Se sabe que cambios desfavorables en las condiciones ambientales pueden traer por resultado una reproducción reducida; por lo tanto, pueden ocasionar un debilitamiento sexual o una esterilidad completa, en cuyo caso los órganos masculinos siempre sufren primero, como en el caso de los animales en cautiverio. Esto no debe ser de otro modo en las plantas. La *H. Pilosella incanum* no puede adaptarse muy bien al clima local.

Durante el verano, el aire aquí parece ser demasiado seco y quizá también sea demasiado caliente para esta planta. En 1870, las flores de mayo y junio resultaron ser completamente estériles, parcialmente fértiles al año siguiente, y hacia el otoño, las cabezuelas individuales parecieron ser completamente fértiles. Presumiblemente, la causa de esta esterilidad ha de hallarse, en el caso de las flores estivales, en la pobre calidad de su propio polen, ya que no tuve éxito en fertilizar la *H. Auricula* con él, en tanto que no hubo dificultades en la fertilización con el polen de otras variedades de *Pilosella*. Sin embargo hacia finales de agosto, la fertilización con polen de la *H. Pilosella incanum* tuvo éxito. Gärtner también estaba convencido por sus experimentos de que el principio masculino (según lo expresa él) siempre se afecta primero.

Si esto fuera así, las hibridaciones que tienen lugar de manera natural en el *Hieracium*, deben adscribirse a desórdenes temporales que si se repitieran con frecuencia, o se volvieran permanentes, traerían como resultado final la desaparición de las especies de que se trata, en tanto que en una u otra de la progenie organizada más felizmente, y mejor adaptada a las condiciones telúricas y cósmicas prevaletentes, podría enfrascarse con éxito en una lucha por la existencia y prolongarla durante un largo período de tiempo, hasta al fin tener el mismo destino.

Las especies de las cuales se ha mostrado que existen muchos híbridos yo las consideraría decrépitas, o que, al menos, ya han dejado atrás la juventud (*H. Auricula*, *H. praealtum*).

Todavía no puedo dar un informe completo acerca del éxito de la colección de híbridos moravios del *Hieracium* iniciada por el Prof. Niessl. No esperamos recibir envíos de los miembros correspondientes de nuestra sociedad antes de este invierno.

Con la manifestación de mi mayor admiración y estimación, queda de usted,

Respetuosamente,

GR. MENDEL

Brünn, 18 de noviembre de 1873.

FRAGMENTOS DE CARTAS DE NÄGELI A MENDEL

Signatura del Museo Moravo de Brünn: D 20

[P 1]...Muy recomendado a su consideración y a la verificación mediante otros experimentos. A mí me parece, en suma, que los experimentos con *Pisum* no han terminado, sino que es ahora cuando debían empezar. El defecto de todos los nuevos experimentadores es que en perseverancia están muy lejos de Kölreuter y Gärtner. Veo con satisfacción que usted no es víctima de este defecto y que sigue las huellas de sus dos famosos predecesores. Pero usted debería superarlos, lo cual, a mi parecer, es sólo posible —y sólo entonces puede hacerse un progreso en la hibridación— si los experimentos con un objeto son exhaustivos en todas las direcciones. No poseemos todavía una tal serie completa [P 2] de experimentos que proporcionen pruebas irrefutables de las claves más importantes. —Si tiene usted semillas de sus fecundaciones híbridas que usted mismo no utilice para la siembra, me gustaría cultivarlas en nuestro jardín, para ver cómo se comporta la constancia bajo otras condiciones. Desearía recibir principalmente A ♂ a (descendientes de Aa), AB, ab, Ab, aB (descendientes de AaBb). Si está usted de acuerdo con ello, me permito decirle que me mande las semillas muy pronto con datos exactos de su procedencia. La selección la dejo, naturalmente, a su juicio, limitándome a señalar que no dispongo de mucho tiempo, ni tampoco de mucho espacio [P 3]. No me refiero a otros puntos de sus observaciones, porque, sin conocer en todos los detalles los experimentos en que se basan, no hablaría sino por suposiciones. Su propósito de incorporar todavía otras plantas al círculo de sus experimentos es excelente y estoy convencido de que obtendrá efectivamente otros resultados (en lo que respecta a los caracteres hereditarios) con muchas diferentes formas. Sería especialmente deseable que usted consiguiera fecundaciones híbridas con *Hieracium*, puesto que éste ha de ser en breve el género mejor conocido en lo referente a las formas medias. *H. Pilosella*, *H. Auricula*, *H. praealtum*, *H. pratense*, *H. aurantiacum*, *H. cymosum* son especialmente recomendables para los experimentos; por otra parte, también *H. murorum*, [P 4] *H. vulgatum*, *H. glaucum*, *H. alpinum*, *H. amplexicaule*, *H. prenanthoides*, *H. tridentatum*. Es inútil esforzarse en unir una planta de la primera serie con una de la segunda. Lamentablemente, la manipulación de la fecundación artificial es casi irrealizable. Lo mejor sería disponer de plantas en las que el polen

aborta (lo que sucede en ocasiones), o bien si esto se pudiera provocar por vía artificial. Con *Cirsium* se dan las mismas condiciones. Me gustaría pedirle *hieracios* de su región; pero como usted dice que hace pocas excursiones, no puedo molestarle con esto.

Con la máxima consideración

su

C. NÄGELI

Munich 25 Feb. 1867.

Hoppe 27-10-69
corregida de "1869"

De Nägeli a Mendel

Signatura del Museo Moravo de Brünn: D 21

...poseer las plantas maternas en ejemplares secados. Dada la gran variedad de formas de los hieracios, es absolutamente necesario poseer también formas originarias junto con las plantas híbridas. Hasta las especies más conocidas y comunes, coleccionadas en diferentes lugares o criadas en diferentes jardines, pueden tener formas discordantes. (Así sucede con *H. Pilosella*, *H. murorum*, *H. glaucum*, etc., etc.).

Con la máxima consideración

su C. NÄGELI

Munich 11 Mayo 1868

Corregida Hoppe 27-10-69
de acuerdo con los borradores de las cartas

De Nägeli a Mendel

Signatura del Museo Moravo de Brünn: D 22

[P 1] ... pero en el cultivo difiere considerablemente de *H. Pilosella*, principalmente en que florece mucho más tarde. Le he mandado *H. praealtum* y *H. glaucum*, ambos de la guija del Isar en Munich. El primero porque su "*H. praealtum* (?)" me parece sospechoso y su "*H. praealtum* (Bauhini)" debe asimismo considerarse como primer miembro de una serie de transición. He mandado también *H. glaucum*, porque anteriormente no pude mandarle esta especie sino en semillas, de las que no sé si han producido la planta apropiada.

Como de *H. Pilosella* irradian series de transición hacia todas las demás especies principales, sería sobre todo deseable criar híbridos de las mismas (*H. pilosella* con *H. Auricula*, *H. Praealtum*, *H. pratense*, *H. cymosum*, *H. aurantiacum*); y sería muy interesante poder comparar las formas híbridas AB y BA para uno u otro caso. En primer lugar, quisiera recomendar *H. Pilosella vulgare* [P 2] para los experimentos; en segundo lugar, si todavía es posible hacer otros experimentos, las demás formas de *H. Pilosella*. Dado que *H. Auricula* se da en la llanura y en los Alpes, sería, por ejemplo, muy interesante hibridizarla con *H. Pilosella vulgare*, *H. Pilosella incanum*, *H. Pilosella niveum* y *H. Hoppeanum*.

En esta ocasión me interesaría mucho saber si se ha dado en su jardín *H. Hoppeanum* (que usted recibió del Brenner en 1868); en nuestro jardín se han agotado ya muchas de esas plantas, y precisamente ahora estoy escaso de ellas, si no las habría agregado a las demás. Pero en el transcurso de este verano puedo mandárselas vivas o en semillas. También le pido noticias de *H. albidum*, del Brenner, la cual antes crecía muy bien, pero desde entonces siempre ha muerto después de estar un año en el jardín. Me sería también muy agradable saber de los deseos de usted referentes a formas de hieracios de las que usted está escaso. Basta que me diga qué tiene usted en cultivo [P 3], lo que me servirá para completar su colección con formas interesantes. Para los experimentos de hibridación, como ya hice observar, habrá que utilizar primeramente las especies principales, y, entre los archieracios, ante todo *H. murorum*, la forma típica (sólo con pelos glandulares en el involucrum), la cual está relacionada, por formas intermedias, con casi todas las demás formas principales.

Yo estoy todavía tan ocupado con la fermentación y la putridez, que no puedo dedicar sino muy poco tiempo a los hieracios. Sin embargo, el año pasado, volví a traer formas muy hermosas de los Alpes Bündner. Si tuviera un poco más de tiempo me dedicaría también a la hibridación de los hieracios. De todos modos, me considero feliz por haber encontrado en usted un colaborador tan hábil y exitoso.

Con la máxima amistosa consideración
su C. NÄGELI

Munich. 27 de Abril de 1870.

SOBRE LA CORRESPONDENCIA ENTRE G. MENDEL Y C. NÄGELI

Comentario por V. Orel

La labor de C. Correns es extraordinariamente meritoria no sólo por su contribución al redescubrimiento de los trabajos de Mendel sobre hibridación, sino también por haber coadyuvado a profundizar el conocimiento de sus afanes científicos con la publicación en 1905⁽¹⁾, de diez cartas que Mendel dirigió al profesor de Munich, Carl Wilhelm Nägeli entre el 31/12/1866 y el 18/11/1873. (Los originales de esas cartas están en poder de la familia del hijo de Correns, en Göttingen.) H. Iltis⁽²⁾, biógrafo de Mendel, publicó, en 1924, fragmentos de cartas de Nägeli que se conservan en el Mendelianum.

En el prólogo de la edición de las cartas de Mendel subrayaba Correns: "Las cartas son, casi exclusivamente, informes sobre sus experimentos; sólo por excepción se refieren de vez en cuando a asuntos personales", y agrega con acierto: "A mi criterio, lo más importante es que las cartas nos proporcionan una imagen de Mendel, de su original disposición intelectual y de su fuerza imaginativa aún más nítida que la que deducimos de sus publicaciones, lo cual es ciertamente muy encomiable, dado lo destacado de su obra en un campo tan trascendental como es el de la herencia.

Las cartas documentan la actividad científica de Mendel en escala mucho más amplia que los trabajos publicados, a base de los cuales se formularon las Leyes de Mendel sobre la Herencia y que fueron también el fundamento para la discusión que se suscitó en 1900 alrededor de la base de la Genética, y, finalmente, proporcionan material para continuar el estudio de la personalidad de Mendel.

En el prólogo, Correns escribe en 1905: "Es evidente que las cartas de Mendel fueron cuidadosamente meditadas; primero las escribió en borrador y después las puso en limpio. No se explica sino así la extraordinaria pulcritud de esos escritos, en que sólo muy esparcidamente se encuentran correcciones mínimas.

La edición alemana de esas cartas tuvo repercusión, después de 1905, en la literatura científica, si bien no tan intensa como la tuvieron los trabajos sobre hibridación, que después de 1900 se publicaron traducidos a muchos idiomas. R. A. Fisher⁽³⁾, por ejemplo, pasó por alto las cartas cuando escribió sus estudios críticos sobre Mendel y reconstruyó sus experimentos.

En ocasión del quincuagésimo aniversario de la Genética, las cartas se publicaron en traducción inglesa en la revista *Genetics*, y en el preámbulo

escribieron los editores⁽⁴⁾: "Junto con las bien conocidas traducciones de los dos trabajos de Mendel sobre Genética, se ponen a disposición del mundo de habla inglesa todos los documentos importantes relacionados con el surgimiento de la Genética moderna".

Es muy probable que fuera esto lo que llevó a A. H. Sturtevant⁽⁵⁾ a estudiar minuciosamente el contenido de las cartas cuando escribió su "Historie der Genetic", publicada en 1965. En este libro se refiere a los experimentos realizados por Mendel con otros géneros vegetales, y dice textualmente: "Surge la imagen de un hombre activo, que experimentaba con efectividad, plenamente convencido de la trascendencia de su descubrimiento, que él verificaba y traspasaba a gran número de géneros vegetales". Dunn⁽⁶⁾, en su libro "Geschichte der Genetik", dice de las cartas: "fueron escritas como un trabajo científico".

En 1966, en ocasión del centenario de la publicación del descubrimiento de Mendel, las cartas se editaron en nueva traducción inglesa de C. Stern⁽⁷⁾, y en ruso por Gaissinovitch⁽⁸⁾. Comentando la redacción, se dice de las cartas: "En ellas se refleja la profunda y metódica concepción de las leyes de Mendel, que él descubrió, y su convicción de su verdad y validez general".

La edición española en esta publicación es la tercera edición de las cartas en idioma extranjero. Figuran en ella, además, en traducción española, fragmentos de las cartas de Nägeli a Mendel, los que utilizó parcialmente Iltis. La biografía de Iltis se publicó más tarde, en 1932⁽⁹⁾ en idioma inglés, y de nuevo, también en inglés, en 1966. La Sra. Hoppe⁽¹⁰⁾ publicó en 1970 el texto total de esos fragmentos, en idioma alemán y con comentario crítico, en Informes del Mendel Colloquium de Brno. Ahora estos fragmentos salen a la luz en otro idioma que no es el alemán.

Ya Correns hizo observar que Nägeli⁽¹¹⁾ "anotaba en apuntes diseminados lo que contestaba a Mendel". Llamó también la atención de Correns el que Nägeli no recibiera la carta que Mendel le escribió en la primavera de 1873, carta que al parecer se perdió. El análisis pormenorizado de la correspondencia Mendel-Nägeli lo publicó la Sra. Hoppe en Folia Mendeliana No. 6 (Proceedings of the Gregor Mendel Colloquium), donde informa que Nägeli escribió 10 cartas a Mendel, y que publica fragmentos de las tres únicas que se conservan. Del análisis se desprende que la correspondencia científica entre los dos se extendió por un período de casi diez años, la primera carta de Mendel a Nägeli es de fines de 1866; la última contestación de Nägeli a Mendel, del año 1875. La Sra. Hoppe indica también los diferentes intervalos entre la carta del uno y la contestación del otro. Debido probablemente a la fuerte tensión a que lo sometía su conflicto con las autoridades políticas superiores en el asunto del aumento del impuesto sobre los conventos⁽¹²⁾. Mendel ya no contestó las dos últimas cartas de Nägeli, de 1874 y 1875.

Del estudio de los documentos disponibles, principalmente de las cartas de Mendel a Nägeli, se infiere que Mendel realizó experimentos con los siguientes 24 géneros de plantas.

Pisum, Phaseolus, Verbascum, Propaeolum, Dianthus, Hieracium, Cirsium, Matthiola, Geum, Linaria, Aquilegia, Calceolaria, Ipomoea, Cheiranthus, Zea, Mirabilis, Antirrhinum, Potentilla, Carex, Veronica, Viola, Ficaria, Linchnis y Campanula.

Simultáneamente con los experimentos con *Pisum*, experimentó, en menor escala, con *Phaseolus* y, en volumen aún menor con *Dianthus*, de la cual informa en su "Trabajo con *Pisum*". Después de su labor con este último género, fue extendiendo poco a poco sus experimentos a otros géneros vegetales, hasta llegar a concentrarse en *Hieracium*.

Con la reconstrucción de los importantes experimentos con 14 géneros, Cetti⁽¹³⁾ demostró que de las 30 diferentes combinaciones de cruzamiento 25 las hizo entre géneros y 5 dentro de los géneros. De esas combinaciones, Mendel verificó 10 hasta la segunda generación y controló la disyunción de los diferentes caracteres, con lo cual comprobó la validez de las leyes que regulan la disyunción. Ya en su segunda carta habla de sus experimentos con *Geum* y *Aquilegia*, en los que Gärtner demostró las formas híbridas constantes. Sin embargo, en el libro de Gärtner anotó Mendel que en esos dos géneros había observado la disyunción, razón por la cual se concentró exclusivamente en los experimentos con *Hieracium*.

Podemos suponer que Mendel se dirigió a Nägeli por insinuación indirecta de su maestro F. Unger. En la segunda "Botanische Briefe"⁽¹⁴⁾ escribe Unger: "El hombre que hasta ahora ha avanzado más lejos en este oscuro terreno, el que ha intentado estudiar piedra a piedra su origen y su aplicación, el que de algunas construcciones vegetales nos ha proporcionado tanto el plano como el dibujo, en los que cada elemento está marcado con el número que le dio su arquitecto, este hombre es Carl Nägeli". Es evidente que Mendel conocía entonces las publicaciones de Nägeli sobre bastardos vegetales, y se dirigió a él con la esperanza de que comprendería el *novum* demostrado. Es por ello que en la introducción de su primera carta escribe Mendel: "los descendientes de los híbridos forman series muy peculiares". Dice, además, que "para ulteriores experimentos se eligieron *Hieracium*, *Cirsium* y *Geum*", géneros vegetales que interesaban a Nägeli, y, finalmente, dice también que "con *Hieracium* puedo encontrar algunas dificultades" y que agradecería a Nägeli cualquier consejo que le diera.

Del fragmento que se conserva de la contestación de Nägeli⁽¹⁵⁾ de 25/2/1865 se colige que éste recomendó a Mendel la comprobación "con nuevos experimentos", toda vez que tenía la impresión de que "los experimentos con *Pisum* no están todavía terminados". Al propio tiempo pedía el envío de los descendientes de formas constantes de los experimentos con

híbridos, para verificarlos. Recomendaba especialmente a Mendel que hiciera "fecundaciones híbridas con *Hieracium*".

En la segunda carta agradece Mendel a Nägeli el envío de separatas, que, parcialmente conservadas, se encuentran en el Mendelianum. Subraya el hecho seguido que tiene conciencia de la extraordinaria importancia de sus investigaciones, que para él podrían ser hasta peligrosas, y señala de nuevo la importancia de repetidos experimentos con *Pisum*. Manda a Nägeli datos detallados referentes a la duración de los experimentos y describe la forma tetrahíbrida de *Pisum*. Es de lamentar que no pudiera dar término a sus citados experimentos sobre la diferencia en el tiempo de la floración, con los que habría conocido la influencia del medio sobre este carácter cuantitativo. En la citada carta habla Mendel también de una forma de *Hieracium* que "fue declarada bastarda por nuestros botánicos". Esto equivaldría al desprecio de su profesión. En la quinta carta, de 4/5/1868, Mendel se califica a sí mismo de "un maestro de Física Experimental".

En la tercera carta describe ya sus experimentos con varios géneros. Al tratar de *Linaria* define con exactitud la forma híbrida intermedia.

Ya en la cuarta carta habla de "experimentos planificados con *Hieracium*". El fragmento de la contestación de Nägeli pone de manifiesto que éste se interesaba sobre todo por experimentos con *Hieracium*. En la quinta y sexta cartas, Mendel trata únicamente de *Hieracium*.

En la séptima carta, que Mendel envió a Nägeli en 1869, se habla principalmente de *Hieracium*, *Cirsium*, *Geum* y *Linaria*. En la octava escribe Mendel que la ley deducida de *Pisum* se ha confirmado en *Matthiola*, *Zea* y *Mirabilis*. Nägeli contestó el 27/4/1870, y del fragmento se infiere que se refirió de nuevo a *Hieracium* y que apreciaba a Mendel como "colaborador eficaz".

El experimento con que Mendel verificó su teoría de que "un solo grano de polen basta para la fecundación" se describe en la décima carta. Su teoría estaba edificada sobre la hipótesis de la verosimilitud de que en la fecundación de unidades hereditarias se combinaban libremente por las células germinales. Mendel conocía ya entonces la Teoría de la Fecundación debida a las observaciones de Amici y Pringheim⁽¹⁶⁾.

En la novena carta se refiere Mendel principalmente a *Lychnis* y al "curiosum" de la relación 1:4, donde aparecen plantas masculinas y señala la existencia de la disposición para el sexo. Sobre esto llamó Correns la atención cuando se publicó la correspondencia Mendel-Nägeli. En esta carta llega Mendel a la conclusión de que la formación de nuevas especies de *Hieracium* está condicionada por la hibridación espontánea. Algunas especies desaparecen mientras que otros "descendientes bastardos de más feliz organización libran con buen éxito la lucha por la existencia y se reproducen durante largo tiempo".

Nägeli intentaba explicar con su idea de la transmutación el surgimiento de nuevas formas. No comprendía la concepción experimental de Mendel, quien lo explicaba basándose en su teoría de las unidades hereditarias, armonizándolo con la teoría de la selección natural. Obrando así, Mendel llegaba hasta la comprensión de diferentes grados de fecundación.

Un detenido estudio de la correspondencia Mendel-Nägeli revela que después de 1865 continuó Mendel su investigación de las leyes de la hibridación y al hacerlo fue poco a poco investigando los aspectos ecológicos, fisiológicos, taxonómicos y evolutivos de la transmisión de la información hereditaria de generación en generación. La segunda publicación sobre cruzamientos con *Hieracium* da cuenta de nuevos resultados de esta nueva serie de experimentos. Hasta que no comprendemos plenamente los experimentos que Mendel describe en sus cartas a Nägeli, no podemos abarcar en toda su extensión la histórica contribución de Mendel al desarrollo de la ciencia del siglo XX. Y, finalmente, no hay que olvidar el hecho de que Mendel, a pesar del poco tiempo libre que le dejaba el cumplimiento de sus funciones públicas, nunca cejó en sus trabajos científicos. Por dos fragmentos que se encontraron de anotaciones referentes a sus meditaciones teóricas sabemos que aún después de 1875 seguía cavilando en torno a las determinantes hereditarias más complicadas, y que llegó hasta la percepción de los genes y la acción de los poligenes.^(17, 18)

En la literatura universal se han editado bastantes publicaciones que se ocupan en descifrar el porqué los trabajos de Mendel apenas llamaron la atención en el siglo pasado. Sturtevant —en 1965— expresó su convicción de que la obra de Mendel no habría podido ser ignorada si hubiese publicado las observaciones descritas en las cartas a Nägeli; aun cuando —agrega— en aquel entonces no convencieran a Nägeli.

Brno, Febrero de 1974.

BIBLIOGRAFIA

- 1) CORRENS C., 1905: Cartas de Mendel a Carl Nägeli, 1866-1873 Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der Königlich-sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 29: 189-265.
- 2) ILTIS H., 1924: Gregor Johann Mendel. Leben, Werk und Wirken, Berlin 1924.
- 3) FISHER, R. A., 1936: Has Mendel's Work been rediscovered? Annals of Science 1:115:137.
- 4) The Birth of Genetics — Mendel — De Vries — Correns — Tschermak (in English Translation). Supplement to Genetics, Vol. 35, No. 5, Part. 2, 1950.
- 5) STURTEVANT, A. H., 1965: A History of Genetics, Harper and Row, N. York.
- 6) DUNN, L. C., 1965: A short History of Genetics. M. Grand-Hill Co., N. York.
- 7) STERN, C. and E. R. SHERWOOD. 1966: The Origin of Genetics. A Mendel Source Book. W. H. Freeman and Company, San Francisco y Londres.
- 8) GAISSINOVITCH, A. E., 1965: Gregor Mendel — Opyty nad rastitelnyimi gibridami. Comentario en Nauka, Moscú. pp. 133-152.
- 9) ILTIS, H., 1932: Life of Mendel. Translated by E. and C. Paul. Nueva York, W. W. Norton Co., Inc.
- 10) HOPPE, B., 1971: Die Beziehungen zwischen J. G. Mendel und C. W. Nägeli auf Grund neuer Dokumente. Folia Mendeliana No. 6. — Gregor Mendel Colloquium, pp. 123-138.
- 11) Véase No. 1, p. 192.
- 12) VYBRAL, V., 1968: Die leitende Funktion des Abtes Gregor Mendel in der Mährischen Hypothekenbank und ihr politischer Hintergrund. Folia Mendeliana 3: 21-33.
- 13) CETL, I., 1973: Significance of Mendel's Hybridizing Experiments carried out after 1865. Folia Mendeliana 8:213-220.
- 14) UNGER, F., 1852: Botanische Briefe. Viena, p. 21.
- 15) Véase No. 10, p. 136.
- 16) AMICI, G. B., 1830: Note sur le mode d'action du pollen sur le stigmate; extrait d'une lettre de Amici á M. Mirbel. Ann. Sci. Nat. sér. I 21:331-332. Cit. Olby 1966, 163-164.
- PRINGSHEIM, N., 1858: Morphologie der Oedogonien. Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Berlin 11:81.
- 17) HEIMANS, J., 1968: Ein Notizblatt aus dem Nachlass Gregor Mendels mit Analysen eines seiner Kreuzungsversuche. Folia Mendeliana 4:5-36.
- 18) HEIMANS, J., 1969: A Recently Discovered. Note On Hybridization in Mendel's Handwriting. Folia Mendeliana 5:13-24.

TRABAJOS PUBLICADOS POR GREGORIO MENDEL

- Über Verwüstung am Gartenrettich durch Raupen (*Botys margaritalis*). Verhandl. Zool. - bot. Verein Wien 3, 116 (1853).
- Über *Bruchus pisi*, mitgeteilt von V. Kollar. Verhandl. Zool. - bot. Verein Wien 4, 27 (1854).
- Bemerkungen zu der graphisch-tabellarischen Übersicht der Meteorologischen Verhältnisse von Brünn, Mit einer Karte. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 1, (Abhandl.) 246, 1862 (1863).
- Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und Schlesien für das Jahr 1863. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 2, (Abhandl.) 99-121, 1863 (1864).
- Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und Schlesien für das Jahr 1864. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 3, (Abhandl.) 209-220, 1864 (1865).
- Versuche über Pflanzen-Hybriden. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 4, (Abhandl.) 3-47, 1865 (1866).
- Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und Schlesien für das Jahr 1865. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 4, (Abhandl.) 318-330, 1866 (1866).
- Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und Schlesien für das Jahr 1866. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 5, (Abhandl.) 160-172, 1866 (1867).
- Über einige aus Künstlicher Befruchtung gewonnene Hieracium Bastarde. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 8, (Abhandl.) 26-31, 1869 (1870).
- Meteorologische Beobachtungen aus Mähren und Schlesien im Jahre 1869. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 8, (Abhandl.) 131-143, 1869 (1870).
- Die Windhose vom 13. Oktober 1870. Verhandl. Naturf. Verein Brünn 9, (Abhandl.) 229-246, 1870 (1871).
- Regenfall und Gewitter zu Brünn im Juni 1879. Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, Wien, 14, 315-316 (1879).
- Gewitter in Brünn und Blansko am 15. August 1882. Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie Wien, 17, 407-408 (1882).

OTRAS PUBLICACIONES

En el Gregor Mendel Colloquium, celebrado en 1970, se llamó igualmente la atención hacia el hecho de que Mendel publicó también informes breves firmados con una "M", la inicial de su apellido. Con esta inicial se publicó en 1879 un trabajo bastante largo: "Die Grundlage der Wetterprognosen", en Mittheilungen der k.k. Mährisch-Schlesischen Gessellschaft zur Förderung des Ackerbaues, der Naturumd Landeskunde in Brünn, 1879: 29-31. En los años 1869-1884 firmó igualmente con "M", análisis científicos críticos y sobre agricultura; en los años 1872-1880, firmó también así: "kurze Ernteberichte".

V. Orel publicó datos detallados de esa actividad en *Mendel's publishing activities in the Agricultural Society. Folia Mendeliana* 6: 213-225, 1971.

PUBLICACIONES DE G. MENDEL, CONTENIDAS EN LIBROS
DE OTROS AUTORES.

Estas publicaciones, algunas de ellas, incluyen traducciones al inglés de sus dos trabajos clásicos sobre *Pisum* e *Hieracium* v. *Van der Pas* P. B. *A note on the Bibliography of Gregor Mendel, Med. Hist. 3: 331-333, 1959.*

Ostwald's Klassiker der exakten Naturwissenschaften. No. 121. W. Engelmann, Leipzig 1901, publicados por E. Tschermak (contiene los dos trabajos).

Flora, Oder Allgemeine Botanische Zeitung, 89: 364-403, 1901 (contiene sólo *Pisum*).

Experiments in plant hybridization. Journal of the Royal Horticultural Society, 26: 1-32, 1901.

W. Bateson. Mendel's Principles of Heredity. A Defense. Univ. Press. Cambridge 1902, 4 ediciones, 1909, 1906-1911, 1913 y 1930.

Mendel's Vererbungstheorien. B. G. Teubner, Leipzig und Berlin, 1914. Trad. de la 4a. ed. por Alma Winkler. (Contiene ambos trabajos).

W. Castle. Genetics and Eugenics, a Textbook for Students of Biology and a Reference Book for Animal and Plant Breeders. Harvard Univ. Press, Cambridge, 1916, 4 ediciones, 1916, 1921, 1924 (contienen el trabajo sobre *Pisum*). La última edición publicada en 1930 (reimpresa en 1932), no incluyó el trabajo de Mendel, pero lo publicaron en un folleto separado: Experiments in Plant Hybridization. Harvard Univ. Press, Cambridge 1925 (contiene sólo *Pisum*).

Experimentos en hibridación. Trad, introducción y notas por Emilio Robledo. Publ. en Rev. Fac. Nac. Agronom. Univ. Nac. de Medellín, Colombia, 2: 334-367, 560-580; también en Tip Sanson, Medellín, 1940.

Sinnott E. W., L. C. Dunn y Th. Dobzhansky. Principles of Genetics, 4a. ed. McGraw Hill Book Co. Inc. N. Y. Toronto, London, 1950 (contiene sólo *Pisum*).

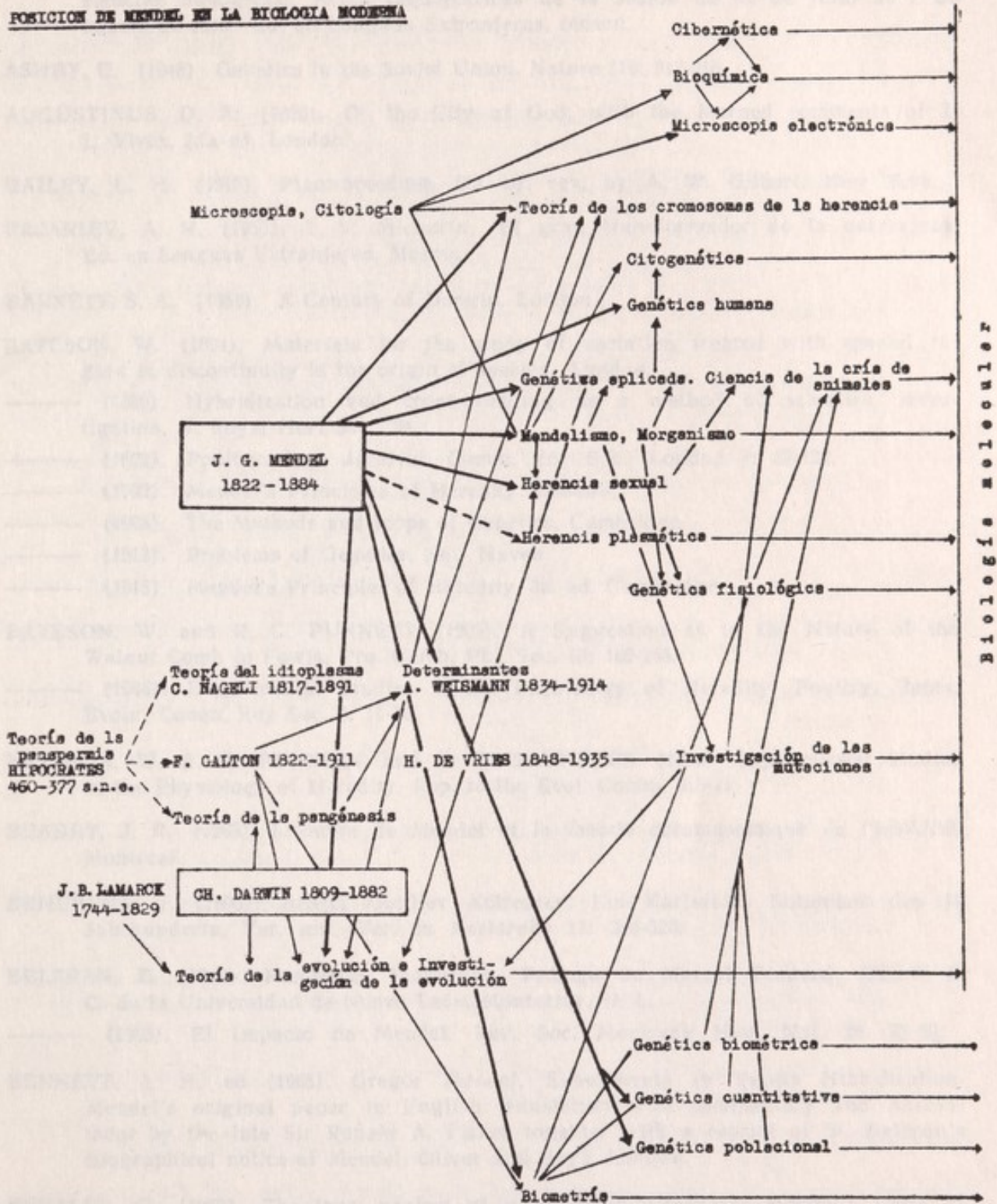
Luigi Gedda. Novant' anni delle legge mendeliane 1865-1955. (Col. de G. Amigoni). Instituto "Gregorio Mendel", Roma, 1956 (contiene una reproducción facsimilar del manuscrito y una traducción al italiano por Gedda y R. Pinkus).

OTRAS PUBLICACIONES

En el Gregor Mendel Colloquium celebrado en 1970 se llamó la atención sobre el hecho de que Mendel publicó también información importante con una "M". La inicial de su apellido. Con esta inicial se publicaron en 1875 un trabajo bastante largo "Die Umriss der Weltgeschichte der Ackerbau der Natur und Landwirtschaft in Brunn, 1875, 29-31. En los años 1889-1894 tituló igualmente con "M", análisis científicos críticos y sobre agricultura; en los años 1872-1880, tanto también así "hausliche Kultur". V. Orel publicó datos detallados de esa actividad en Mendel's publishing activities in the Agricultural Society. Folia Mendeliana 6: 212-222, 1971.

BIBLIOGRAFIA GENERAL

POSICION DE MENDEL EN LA BIOLOGIA MODERNA



Biología molecular

BIBLIOGRAFIA GENERAL

- ACADEMIA "LENIN" de Ciencias Agrícolas de la URSS, (1949). La situación de las ciencias biológicas. Actas taquigráficas de la sesión de 31 de julio al 7 de agosto de 1948. Ed. en Lenguas Extranjeras, Moscú.
- ASHBY, E. (1948) Genetics in the Soviet Union. *Nature* 116: 912-918.
- AUGUSTINUS, D. A. (1620). Of the City of God, with the learned comments of I. L. Vives, 2da ed. London.
- BAILEY, L. H. (1915). Plant-breeding, 5ta ed. rev. by A. W. Gilbert, New York.
- BAJARIEV, A. N. (1955). I. V. Michurin. El gran transformador de la naturaleza. Ed. en Lenguas Extranjeras, Moscú.
- BARNETT, S. A. (1958). A Century of Darwin. London.
- BATESON, W. (1894). Materials for the study of variation treated with special regard to discontinuity in the origin of species. London.
- (1899). Hybridization and cross-breeding as a method of scientific investigation. *J. Royal Hort Soc.*, 24.
- (1902). Poultry. *Rep. de Evol. Comm. Roy Soc.*, London 1: 87-124.
- (1902). Mendel's Principles of Heredity, London.
- (1908). The Methods and scope of Genetics, Cambridge.
- (1913). Problems of Genetics, New Haven.
- (1913). Mendel's Principles of Heredity, 3a. ed. Cambridge.
- BATESON, W. and R. C. PUNNETT (1905). A Suggestion as to the Nature of the Walnut Comb in Fowls, *Pro. Camb. Phi. Soc.* 13: 165-168.
- (1906). Experimental Studies in the Physiology of Heredity. Poultry; Repts. *Evoln. Comm. Roy Soc.* 3: 11-16.
- BATESON, W., R. C. PUNNETT and E. R. SAUNDERS (1906) Experimental studies in the Physiology of Heredity. *Rep. to the Evol. Comm.* 3:8-11.
- BEADRY, J. R. (1963) L'oeuvre de Mendel et le theorie chromosomique de l'hérédité, Montreal.
- BEHERENS, J. (1895). Joseph Gottlieb Kölreuter, Ein Karlsruhe Botaniker des 18 Jahrhunderts. *Ver. nat. Ver. in Karlsruhe* 11: 268-320.
- BELTRAN, E. (1945). Problemas Biológicos. Prólogo de Marcel Prenant. Ed. I. I. C. de la Universidad de Nuevo León, Monterrey, N. L.
- (1965). El Impacto de Mendel. *Rev. Soc. Mexicana Hist. Nat.* 26: 33-85.
- BENNETT, J. H. ed (1965). Gregor Mendel. Experiments in Plants Hybridization. Mendel's original paper in English translation with commentary and Assessment by the late Sir Ronald A. Fisher together with a reprint of W. Bateson's Biographical notice of Mendel. Oliver and Boyd, London.
- BENTLEY, G. (1953). The long neglect of a scientific discovery: Mendel's Laws of inheritance in George Beas *et al.* *Studies in intellectual history.* Baltimore.
- BLARINGHAN, L. (1912). Los problemas de Biología aplicada examinados en la 4a. Conferencia Internacional de Genética. *Rev. Fac. Let. Cienc.* 14: 354-364.
- (1913). La Notion d'spece et la disjonction des hybrides d'après Charles Naudin. —1852-1875— *Progressus Rei. Botanicae* 4: 27-108.

- BODENHEIMER, F. S. (1958). History of Biology. W. Dawson and Son, Ltd.
- BOVERI, T. (1902). Ueber morphologie Mitosen als Mittel zur Analize der zellkerns. Ver. Phys. Med. Gess, Wursburg. N. F. B. 35: 67-84.
- BOYES, B. C. (1965). The impact of Mendel. Bio Science 16: 85-92.
- BRIDGES, C. B. (1925). Sex in relation to chromosomes and genes. Am. Nat. 59: 127-137.
- BRINK, A. R. (1965). Heritage from Mendel. Proc. Mendel Cent. Symp. Genet. Soc. of America.
- CALVINO, M. (1920). Tratado sobre Multiplicación de las plantas. La Habana.
- CANNON, H. G. (1958). The evolution of living things. Manchester.
- CANNON, W. A. (1902). A Cytological basis for the Mendelian law. Bull. Torrey, Bot. Club 29: 657-661.
- CASTLE, W. E. (1903). The Laws of Heredity of Galton and Mendel, and some Laws governing Race improvement by selection. Proc. Amer. Acad. Arts and Scienc. 39: 223-242.
- CLAUSEN, R. E. and GOOSPEED (1916). Hereditary reaction-system relations and extension of Mendelism concepts. Prov. Nat. Acad. Scienc. Wash 2: 241.
- COLE, F. J. (1930). Early Theories of sexual generation. Oxford Univ. Press.
- COMAS, J. (1965) El Centenario de las Leyes de Mendel. Rev. Univ. Méx., pp. 20-21.
- COMMEMORATION on the Publication of Gregor Mendel's Pionner Experiment in Genetic (1965) Proc. Amer. Phil. Soc. 109: 189-248.
- CORRENS, C. (1922). Etwas über G. Mendel's Leben und Wirken. Naturwissensch. 10: 623-630.
- (1950). Gregor Mendel's letters to Carl Nägeli —1866-1873—. Trans. L. K. and G. Piternick. Genetics 35: 1-29.
- CREW, F. R. S. (1968). Fundamentos de Genética / versión española de L. Kiralyña Miralles Vida / Alhambra, Madrid.
- CROW, J. F. and J. V. NEEL (ed) (1966). Proceedings of the third International Congress of Human Genetics. The John Hopkins Press, Baltimore.
- CROMBIE, A. C. (ed) (1963). Historical Studies in the intellectual, social and technical conditions for scientific discovery and technical invention from antiquity to the present. London and New York.
- CUENOT, L. (1903). La loi de Mendel et l'hérédité de la pigmentation chez les souris. Arch. Zool. Exp. Gen. 3: 27-30.
- DARBISHIRE, A. D. (1912). Breedings and the mendelian discovery. London.
- DARLINGTON, C. D. (1964). Genetics and Man. George Allen and Unwin. London.
- (1958). Evolution of genetics systems. 2a. ed., Oliver and Boyd, Edin-Lond.
- DARWIN, CH. R. (1868). The variation of animals and plants under domestication. London.
- (1876). The Effects of Cross and Self Fertilization in the Vegetable Kingdom. London.

- DE BEER, G. (1964). Mendel, Darwin and Fisher. *Roy. Soc.* 19: 192-226.
- (1964). Other men's Shoulders. *Ann. Scienc.* 20: 303-322.
- (1966). Genetics: the centre of sciences. *Proc. Roy. Soc. B.* 164: 154-166.
- (1966). Mendel, Darwin and Fisher, Addendum'. *Notes and Records of the Royal Society* 21: 67-68.
- DE VRIES, H. (1910). *The Mutation Theory*, Chicago.
- DOBZHANSKY, T. (1935). A critique of the species concepts in biology. *Phil. of Scienc.* 2: 244-255.
- (1937). *Genetics and the origin of species*. New York.
- (1941). *Genetics and the Origin of Species*. Columbia Univ. Press, N. Y.
- (1959). Evolution of genes and genes in evolution. *Cold Spring Harb. Symp. Quantit Biol.* 24: 15-30.
- (1964). The Mendel Centennial. *Rock Inst. Rev.* 2: 1-6.
- DORSEY, M. J. (1944). Appearance of Mendel's paper in America Libraries. *Science* 99: 199-200.
- DUNN, L. C. (1951). *Genetics in the Twentieth Century*. The McMillan Co. N. Y.
- (1962). Cross Currents in the History of Human Genetics. *Amer. J. Human Genet.* 14: 1-13.
- (1965). *A short History of Genetics*. McGraw Hill, N. Y.
- DZIERZON, J. (1854). "Die Drohnen" *Der Bienenfreund aus Schlesien*. Brieg.
- EAST, E. M. (1910). A Mendelian Interpretation of variation that is continuous. *Amer. Nat.* 44: 65-82.
- EICHLING, C. W. (1942). I talked with Mendel. *J. Hered.* 33: 245-246.
- EDWARDSON, J. R. (1962). Another reference to Mendel before 1900. *J. Hered.* 53: 152.
- EHRlich, P. R. and R. W. HOLM (1963). *The process of evolution*. McGraw Hill. New York.
- EISELEY, L. (1959). *Darwin's Century. Evolution and the men who discovered it*. Gollancz, London.
- ENRIQUES, PAOLO (1934). Le leggi di Mendel ei cromosomi. *Atti della Pontificia Accademia della Scienze*, Bologna.
- FARABEE, Wm. C. (1905). Inheritance of Digital Malformation in Man. *Papers Peabody Mus. Amer. Archaeol. Ethnol. Harvard Univ.* III, 3: 69-77.
- FERNANDEZ DE LA ARENA, J. (1955). *Genética y Medicina*. Mem. Soc. Cub. Hist. Nat. "F. Poey", 22: 1-14.
- FERNANDEZ MONIDEZ, J. (1934). *La herencia mendeliana*. Junta para Ampliación de Estudios. Madrid.
- FISHER, R. A. (1918). The correlation between relatives on the supposition of Mendelian Inheritance. *Trans. Roy. Soc. Edin.* 52: 399-403.
- (1930). *The genetical theory of Natural Selection*. Oxford Univ. Press, N. Y.
- (1936) Has Mendel's work been rediscovered? *Ann. of Scienc.* 1: 132.
- (1958). *The genetical theory of Natural Selection*, 2a. ed., Dover Pub., N. Y.

- FOCKE, W. O. (1881). Die Pflanzen-Mischlinge; ein Beitrag zur Biologie der Gewächse. Giessen.
- FOLIA MENDELIANA (1967-1972). Director Dr. Jan Jelanek / Moravia, Brno.
- FORD, E. B. (1931). Mendelism and evolution. Methuen Co. London.
- (1964). Ecological Genetics. Methuen Co. London.
- (1968). Mendelismo y Evolución. Nueva Colec. Labor, Barcelona.
- FROM Mendel's Factor to the Genetic Code (1966). A Symposium. Proc. Roy. Soc. Biol. Ser. 164: 154-379.
- FUNDAMENTA Genética (1965). Selection and Commentary by J. Krízenecký with an introduction B. Nemeč. / Publ. for the celebration of the Centenary of the publication of Mendel's discoveries in Brno 1865 / Moravian Museum Brno. Publ. House of the Czechoslovak Academy of Science, Prague.
- GABRIEL M, L. and S. FOGEL ed. (1955). Great experiments in Biology, Englewood Cliffs, N. J.
- GÄRTNER, C. F. von (1933). Ueber Fruchtbildung und Bastardzengung in Pflanzenreich, Stuttgart.
- (1849) Versuche und Beobachtungen über die Bastardzengung in Pflanzenreich, Stuttgart.
- GAISSINOVITCH, A. E. (1930). Gregor Mendel and his Predecessors, Moscow.
- (1935). A. Sageret, Ch, Darwin, G. Mendel. Biomedgiz. (en ruso).
- (1965). The first account of G. Mendel's work in Russia (I. F. Schmalhausen 1874) Byu. Mosk. obsh. ispytatelei prirody. 4: 22-24.
- (1967) Zarozdenijem genetiki, Moskva, Nauka.
- GALTON, F. (1877). Typical laws of inheritance. Nature 15: 512.
- (1962) Hereditary Genius. An inquiry into its laws and consequences. Introd. by C. C. Darlington, Fontana Reprint, London.
- GARDNER, E. J. (1966). History of Life Science. Minneapolis.
- GASKING, E. B. (1959) Why was Mendel's work ignored? J. hist of ideas 20: 60-84.
- GATES, R. R. (1946). Human Genetics. New York.
- GEDDA, L. (1965). La Contemplazione e la Scienza. Quad. della Cat. Agostiana no. 5, Roma.
- GLASS, B., O. TEMKIN and W. L. STRAUSS (1959). Forerunners of Darwin: 1745-1859. John Hopkins Press, Baltimore.
- GOLDSCHMIDT, R. (1938). Physiological genetics. New York.
- (1950). Fifty years of genetics. Am. Nat. 84: 312-340.
- (1954) Different philosophies of genetics. Science 119.
- GONZALEZ MIRAVALLES, A. J. (1948). Nociones de Genética General y breve introducción a la Genética aplicada. Espasa-Calpe, Buenos Aires.
- GOSS, J. (1824). On the variation in the colour of peas, occasioned by cross-impregnation. Trans. Hort. Soc. 5: 224-235, London.
- GROVE WILSON (1932). Great Men of Sciences. Their lives and discoveries. Garden City. New York.

- GUYENOT, E. (1930). La variation et l'évolution. O. Doin Paris.
 ——— (1930) L'hérédité, O. Doin, Paris.
- HAECKEL, E. (s/f). Historia de la creación de los seres organizados según las leyes naturales. Trad. C. Litran, Valencia.
- HAECKER, V. (1921). Allgemeine Vererbungslehre. Viebeg. Braunschweig.
- HALDANE, J. B. S. (1938). Heredity and Politics, Norton, New York.
 ——— (1940). Lysenko and Genetics. *Scienc. and Soc.* 4: 433-437.
- HAMBIDGE, G. (1940). A Mendel Museum in America. *J. Hered.* 31: 259-263.
- HARDY, G. H. (1908). Mendelian proportions in a mixed population. *Science* 28: 49-50.
- HEINISCH, O. (1965). Johann Gregor Mendel's study of mathematics and natural sciences. *Biometr. Zeitsch.* 7: 217-221.
- HERBERT, W. (1847). Hybridization among vegetables. *J. Roy. Hort. Soc.* 2: 1-28, 81-107.
- HERRERA, A. L. (1924). *Biología y Plasmogenia*. México.
- HOFFMAN, H. (1869). Untersuchungen zur Bestimmung des Werthes von Species und Varietät. Giessen.
- HRABEOWA (1947). Juan Gregor Mendel et son Musée. *Act. V. Cong. Intern. Hest. Scienc.* No. 2, pp. 182-184.
- HUDSON, P. S. and R. S. RICHENS (1957). La nueva Genética en la Unión Soviética. Trad. de Luisa Scheps, Buenos Aires.
- HULL, L. W. H. (1959). *History and Philosophy of Science*. Longmans, Green and Co. London.
- HURST, C. C. (1908). On the inheritance of Eye-colour in man. *Proc. Roy. Soc. B.* 80: 85-96.
 ——— (1925). *Experiments in Genetics*, Cambridge.
- HUXLEY, J. S. (1942). *Evolution. The Modern Synthesis*.
 ——— (1940). *La herencia y otros ensayos de ciencia popular*. Ed. Losada, Buenos Aires.
 ——— (1949) *Soviet Genetics and World Science. Lysenko and the meaning of heredity*. Chatto and Windus, London.
 ——— (1949). *Heredity, East and West*. London.
- ILTIS, H. (1932). *Life of Mendel, pioneer in heredity*. Trans from German by Eden and Cedar Paul, Morton, New York.
 ——— (1947). A visit to Gregor Mendel's home. *J. Hered.* 38: 162;166.
 ——— (s/f) Gregor Mendel and his work *Scienc Monthly* 56: 138-146.
 ——— (1947). Gregor Mendel's Autobiography. *J. Hered.* 38: 234.
- JÄHN, I. (1957-1958). Zur Geschichte der Wiederentdeckung der Mendelschen Gesetze. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Friedrich-Schiller Universität, Jena math-nat. Reihe Ihg* 7: 215-227.
- JAKUBICEK, M. and J. KUBICEK (1965). *Bibliografía Mendeliana*, Brno.
 ——— *Suplementa periodica* (1967-1968). *Folia Mendeliana*, Nos. 2 y 3.
- JOHANNSEN, W. (1903). *Über Erbllichkeit in Population und in Reinen Limen*, Fischer, Jena.
 ——— (1909). *Elemente der exakten Erblchkeitslehre*, Jena.
 ——— (1911). The genotype conception of heredity. *Amer. Nat.* 45: 129-159.

- KERNER von MARILAUN, A. (1895). The natural history of plants, their forms, growth, reproduction, and distribution. Trans. and ed. by F. W. Oliver, London.
- KNIGHT, T. A. (1799). An account of some experiments of the fecundation of vegetables. *Phil. Trans. Roy. Soc.* 31: 195-204.
- (1824). Some remarks on the supposed influence of the pollen in cross-breeding. *Trans. Hort. Soc.* 5: 377-380.
- KOLMOGOROV, A. N. (1940). On a new confirmation of Mendel's Laws C. R. (Doklady) *Acad. Scienc. URSS*, 27: 37-41, (P. B. A. XIII, 389).
- KOLMAN, E. (1940). Is it possible to prove or disprove Mendelism by mathematical and Statistical methods? C. R. (Doklady) *Acad. Scienc. URSS*, 28: 834-838 (P. B. A. XIII, 1139).
- KARTMAN, L. (1945). Soviet genetics and the "autonomy of science". *Scienc. Month.* July pp. 67-70.
- KÖLREUTER, J. G. (1906). Volrläufige Nachricht von einigen das Geslecht der Pflanzen betreffenden versuchen und Beobachtungen. 1761, 1763, 1764 y 1766. (cit. según Sachs. *History of Botany*, 1905).
- KRIZENECKY, J. (1963). Mendels zweite erfolglose Lehramts prüfung im Jahre 1856. *Arch. Gesch. Med.* 47: 305-310.
- (1965). Gregor Johann Mendel 1822-1884. Texte und Quellen zu seinen wirken und Leben, Leipzig.
- KRUMBIEGEL, I. (1957). Gregor Mendel und das Schicksal seiner Entdeckung. *Wissens Ver. Stuttgart*.
- LANG, A. (1914). Die experimentelle Vererbungslehre in der Zoologie seit 1900. G. Fischer, Jena.
- LECOQ, H. (1845). De la fecondation naturelle et artificielle des vegetaux et l'hybridation, Paris.
- LEWIS, K. R. and B. JOHN (1964). The Matter of Mendelian Heredity. London.
- LEYES Mendelianas. Primer Centenario Casiciaco (1965). *Revista de los progresos Augustones de la Provincia de S. N. J. de Filipinas (Valladolid)* 223: 300-440.
- LOMA, J. L. de la (1963). *Genética General y Aplicada*. 3a. ed., México.
- LOPEZ SANCHEZ, J. (1974). Significación Histórico-científica de Mendel y el Mendelismo. Gregorio Mendel. Sesquicentenario de su nacimiento. La Habana.
- LUTZ, A. (1911). Ueber einige stammbäume und die Anwendung der Mendelshen Regeln auf die Ophthalmologie. *Graefe's Arch. F. Oph.* 69: 393.
- (1912). Sobre algunos árboles genealógicos y la aplicación de las Reglas de Mendel en la Oftalmología. *An. Acad. Cienc.* 48: 486-498.
- LYSENKO, T. D. (1938). Cruzamiento intravarietal y la "ley" mendeliana de segregación. *Jarovitzasia (Vernalización)* 1/2 (16-17) 114-126.
- (1944) Algunos descubrimientos de la labor de dirigir la naturaleza de las plantas, *Dialéctica* 3: 65-89.
- (1946). La Herencia y su Variabilidad. Trad. de Morrillo Safa, México.
- MARTINI, S. (1961) Gregor Mendel als Agronom und als Förderer der Landwirtschaft. *Schw. landwirts. Monatshefte* 39: 22-29.

- MARVANOVA, L., V. OREL y J. SAJNER eds. (1965). *Iconografía Mendeliana*, Moravian Museum, Brno.
- MAYER, E. (1965). Selection et evolution génétique. *Die Natur Wissenschaften*, 8.
- MENDEL, G. (1907). Recherches sur des hybrides vegetaux. *Bull. Scienc. de la France et de la Belgique*, 41: 371-419.
- (1915). *Badania nad mieszańcami roślin*. Z. wydania E. V. Tschermaks przelezyła. W. Wolska, Warszawa.
- (1935). *Klassiki jestestveznanija. G. Mendel 1822-1884. Ogiz-Sel'chozgis, Moskva.*
- (1941). Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Der Suchter* 13: 221-268, Berlin (contiene reproducción facsimilar del manuscrito).
- (1956). Versuche über Pflanzen-Hybriden. *Verhandlungen des Naturforschenden Vereins in Brünn IV (1866)*. Publ. in german by H. Iltis. *Gregor Mendels Selbstbiographie. Genetica* 8: 329-334. Rep. in *Historia Naturalis Classica IV*. Engelmann and Wheldon and Wesie, Weinheim, Codicote and New York.
- MENDEL Centenary Souvenir (1965). Ernakulam. The Mendel Cent. Comm.
- MESTRE, A. (1917). *Curso de Biología*, 2a. ed., La Habana.
- (1918). Las Leyes de la Herencia y la Biología Aplicada. *Rev. Fac. Let. Cienc.* 27: 162-191.
- MICHURIN, I. V. (1939). La inaplicabilidad de la ley de Mendel a la hibridación: *Obras Escogidas. Voronezh (en ruso)*.
- MORGAN, T. H. (1910). Sex-linked inheritance in *Drosophila*. *Science* 32: 120-122.
- (1910). Chromosomes and heredity. *Amer. Nat.* 44: 449.
- (1914). *Heredity and Sex*. Columbia Univ. Press, N. York.
- (1915). The Role of the Environment in the Realization of a Sex-linked Mendelian character in *Drosophila*. *Amer. Nat.* 49: 385-429.
- (1919). *The physical basis of heredity*. Philadelphia.
- (1925). *Evolution and Genetics*, Princeton.
- (1927). *Experimental Embriology*. New York.
- (1928). *The Theory of Genes*. New Haven.
- MORGAN, T. H., H. J. STURTEVANT and C. B. BRIDGES (1915). *The mechanism of Mendelian Heredity*. Holt. New York.
- MUSIL, E. ed. (s/f) *G. Mendel's Discovery and the Development of Agriculture and Natural Science in Moravia. Catalogue to the Exhibition*, Brno.
- NÄGELI, C. von (1866). *Die Theorie der Bastardbildung der k. bayer. Ak. Wissenchs*: 1: 93-127, München.
- (1844). *Mechanisch physiologische Theorie der Abstammungslehre*, München und Leipzig.
- NÄGELI, C. und A. PETER (1885). *Die Hieracium mitteleuropas Monograpische Bearbeitung der Pilloselloiden mit besonderer Berücksichtigung der mitteleuropäischen Sippen*, München.
- NAUDIN, Ch. (1856). Observations constatant le retour simultanée de la descendance d'une plante hybride aux types paternels o maternels. *C. R. Acad. Scienc.* 42: 628, Paris.
- (1863). Nouvelle recherches sur l'hybridité dans les vegetaux. *Ann. Scienc. Nat. Botanique*, 4a. s. 19: 193. *Arch. Mus. Hist. Nat.*, 1: 26, 1865.

- NETTLESHIP, E. (1907). A history of stationary high-blindness in nine consecutive generations. *Ophthal. Soc. Trans.*, 26.
- NILSSON-EHLE, H. (1908). Einige Ergebnisse von Kreuzungen bei Hafer und Weizen. *Bot. Notiser*.
- (1911). Mendelisme et acclimatation. IVe. Conf. Inter. de Génétique, Paris.
- NODERNSKOLD, E. (1928). *The History of Biology*, New York.
- OLBY, R. C. (1965). Francis Galton's derivation of Mendelism ratios in 1875. *Heredity*, XX, pt. 4.
- (1965). The Mendel Centenary. *Brit. J. of Scienc.* 2: 343-349.
- (1966). *Origins of Mendelism*, Constable, London.
- OLBY, R. C. and P. GAUTREY (1968). Eleven references to Mendel before 1900. *Ann. of Scienc.*, 24: 7-20.
- OREL, V. (1966). *The Mendel Centenary*, Brno.
- (1973). Interest in hybridization in Moravian before Mendel came to Brno. *J. Hered.* 64: 51-52.
- OREL, V., J. ROZMAN and V. VESELY (1965). Mendel as a beekeeper, Brno.
- OSTWALDS Klassiker der Exakten Wissenschaften (1970). Kommentiert von Franz Weiling, Bonn. Friedr. Vieweg and Cohn. Braunschweig.
- PEARL, R. (1915). *Modes of research in Genetics*. The McMillan Co., New York.
- PEARSON, K. (1904). Mathematical contributions to theory of Evolution. XII. On a Generalized theory of alternative Inheritance with Special References to Mendel's Laws. *Trans. Roy. Soc.* 203 A: 53-86.
- PETERS, J. A. (ed.) (1959). *Classics Papers in Genetics*. Prentice Hall, Englewood Cliffs., N. J.
- PIQUEMAL, J. (1965). *Aspects de la pensée de Mendel*, Paris.
- PLATT, R. (1959). Darsin, Mendel and Galton. *Med. Hist.* 3: 87-99.
- POSNER, E. (1966). The enigmatic Mendel. *Bull. Hist. Med.* 40: 430-440.
- POULTON, E. B. (1908). *Essays on evolution 1889-1907*. Clarendon Press, Oxford.
- POULTON, SCHONLAND and SHIPLEY (1889). *Essays upon heredity and kindred biological problems by Dr. August Weismann*, Oxford.
- PRENANT, M. (1948) *Biologie et Marxisme, Hier et aujourd'hui*, Paris.
- PROCEEDING of the Gregor Mendel Colloquium, June 29 - July 3. (1971) *Folia Mendeliana*, No. 6, Brno.
- PUNNET, R. C. (1908). Mendelism in Relation to Disease. *Pro. Roy. Soc. Med. (Epid. sec.)* 1: 135-161.
- (1919). *Mendelism*. The McMillan Co., New York.
- (1925). An early reference to Mendel's Work. *Nature* 116-606.
- (1950). Early days of Genetics. *Heredity* 4: 1-10.
- QUINTANILHA, A. (1965). Gregorio Mendel, Cem anos depois. Moçambique, Lourenço Marques.

- RADL, E. (1930). The History of Biological Theories. Trans. by E. J. Hatfield. Oxford Univ. Press, London.
- RAVIN, A. W. (1965). The Evolution of Genetics. Acad. Press, N. York.
- RICHTER, P. (s/f) Johann Gregor Mendel wie er Wirklich war. Neue Beiträge zur Biographie des berühmten Biologen aus Brünns Archiven Verh. Naturf. Ver. Brünn. 74: 1-263.
- RICHTER, O. (1932). P. Gregor Mendel Reisen. Ver. Naturf. Ver Brünn, 63: 1-11.
- ROBERTS, H. F. (1929). Plant Hybridization before Mendel. Princeton Univ. Press, Princeton.
- ROBLEDO, EMILIO (1940). Versuche über Pflanzen Hibriden. (Trad. al español). Rev. Fac. Nac. Agron., Univ. Nac. de Medellín, Colombia. 2: 334-367 y 560-589.
- RUSSELL, E. S. (1930). The interpretation of Development and Heredity, Oxford.
- SAAVEDRA, A. M. (1965). The Abbot Gregor Johann Mendel. Medicina 45: 73-74.
- SAJNER, J. (1963). Gregor Mendels Krankheit un Tod. Arch. Gesch. Med. 47: 378.
- (1965). G. Mendel Memorial Symposium 1865-1895; Symposium on the mutational process. Naturwissenschaftliche-Rundschau, 18: 201-202.
- (1967). Entwicklung und Ergebnisse der Gregor Mendel Forschung Med. Hist. Jour. 2: 78-91.
- SANCHEZ MORGEN PERELLADA, E. (1962). Diccionario de Genética. Madrid.
- SARTON, G. (1913). Comment augmenter le rendement intellectuel de L'Humanité, III, L'Hérédité, Isis 1: 416-473.
- SCHLEIDEN, M. J. (1839). Ueber Bastarderzeugung und sexualität, Arch Naturgesch 5: 254.
- (1849). Principles of scientific botany: or Botany as on inductive science. Trans. by E. Lankaster from the 2d. ed. in German. London.
- SCHINDLER, A. (1965). Gedenkrede. Reprinted with a commentary by I. J. Krfzenecký in: Zauniche (Ed.) 1965, Lebensdarstellungen deutscher Naturforscher. Deutsche Ak. der Naturf. Leopoldina in Halle. Halle.
- (1965). Gregor Mendel, sein Werk, Leben und Ursprung. Deutsche Ak de Naturf. Leopoldina in Halle a Saale.
- SETON, A. (1824). On the variation of the colour of peas from cross-impregnation. Trans Hort. Soc. 5: 236, London.
- SHEPPARD, P. M. (1958). Natural selection and heredity. Hutchinson, London.
- SINNOTT, E. W., L. C. DUNN y Th. DOBZHANSKI (1966). Principios de Genética. Trad. 5a. por A. Prevosti, Barcelona.
- SINGER, Ch. (1946). Historia de la Biología, Madrid.
- SOMOLINOS, D'ARDOIS, G. (1965). Centenario de la publicación de los trabajos de Gregorio Mendel sobre Genética. II. El Abate Gregorio Mendel y su tiempo. Gac. Méd. Méx. 95: 781-794.
- SOSNA, M. (1966). G. Mendel Memorial Symposium 1865-1965. Proc. Symp. in Brno. 1965. Academia, Prague.
- SPRENGEL, C. K. (1793). Das entdeckte Geheimniss der Natur im Ban und in der Befruchtung der Blumen, Berlin.

- SRB, VLADIMIR (1965). Von Gregor Mendel zur gegenwärtigen Genetik. Od Gregora Mendela do suvremene genetike. Acta. Bot. Croata 7 + 27.
- STERN, C and E. R. SHERWOOD (1966). The origin of genetics. A. Mendel Source Book. Univ. of California, Berkeley, W. H. Freeman Co., San Francisco and London.
- STOMPS, Th. J. (1954). On the Rediscovery of Mendel's work by Hugo De Vries. J. Hered. 45: 293-294.
- STUBBE, H. (1963). Kurze Geschichte der Genetik bis Zur Wiederentdeckung der Gregor Mendels. Jena.
- STURTEVANT, A. H. (1940). An introduction to genetics. W. B. Saunders Co., Phil. and London.
- (1965). History of Genetics. Harper and Row, New York.
- SUTTON, W. S. (1902). On the Morphology of the Chromosome group in *B magna*. Biol. Bull. 3: 1-24.
- (1903). The Chromosome in heredity, Biol. Bull. 4: 231-251.
- TATARINCEN, A. S. e I. G. SILANTIEV (1940). I. V. Michurin's relationship to Mendel's "Laws". Slektsia i Semenovodstvo, 1 11-14, (P B A X 678).
- THE IMPACT of Mendelism on Agriculture, Biology and Medicine (1965). Indian J. Genet. Plant Breed Spec. Symp. Numb.
- THOMPSON, J. S. y M. W. THOMPSON (1968). Genética Médica, Salvat Editores S. A., Barcelona.
- TIMIRIAZEV, K. A. (1943). El método histórico en la Biología, Uruguay.
- TIMOFÉEFF-RESSOVSKY, N. (1940) Mutation and geographical variation. The New Systematics, J. Huxley, ed.
- TRODAY, J. M. (1966). Mendel's work as an introduction to genetics. Adv. of Scienc. 23: 120-124.
- TSCHERMAK-SEYSENEGG, E. von (1951). Historischer Ruckblick auf die Widerentdeckung de Gregor Mendelschen Arbeit. Ver der Zool. Bot. Gessellsch in Wien 92: 25-35.
- (1951). The rediscovery of Gregor Mendel's Work. J. Hered 42: 163-171.
- UNGER, F. J. A. N. (1853). Botanical letters to a friend translated by B. Pane, London.
- UPON the Steps from Mendel in Commemoration of Mendel Centennial Aniversary. Tokyo, Shokabo, (1967).
- VAN DER PAS, PETER W. (1959). A note on the Bibliography of Gregor Mendel, Med. Hist. 3: 331--333.
- VAVILOV, N. I. (1949). The Origin, Variation, immunity and breeding of cultivated plants, Waltham.
- VIETA, B. A. (1956-57). La Ciencia de los Genes. An. Acad. Cienc. 95: 81-95.
- VORZIMMER, P. (1964). The development of Darwin's evolutionary thought after 1859, Ph. D. Thesis, Cambridge.
- WALTER, E. (1962). Mendel's Versuche und der statistische Schluss. Mariensee. Trenthorst, Max Planck Inst. 177-188.

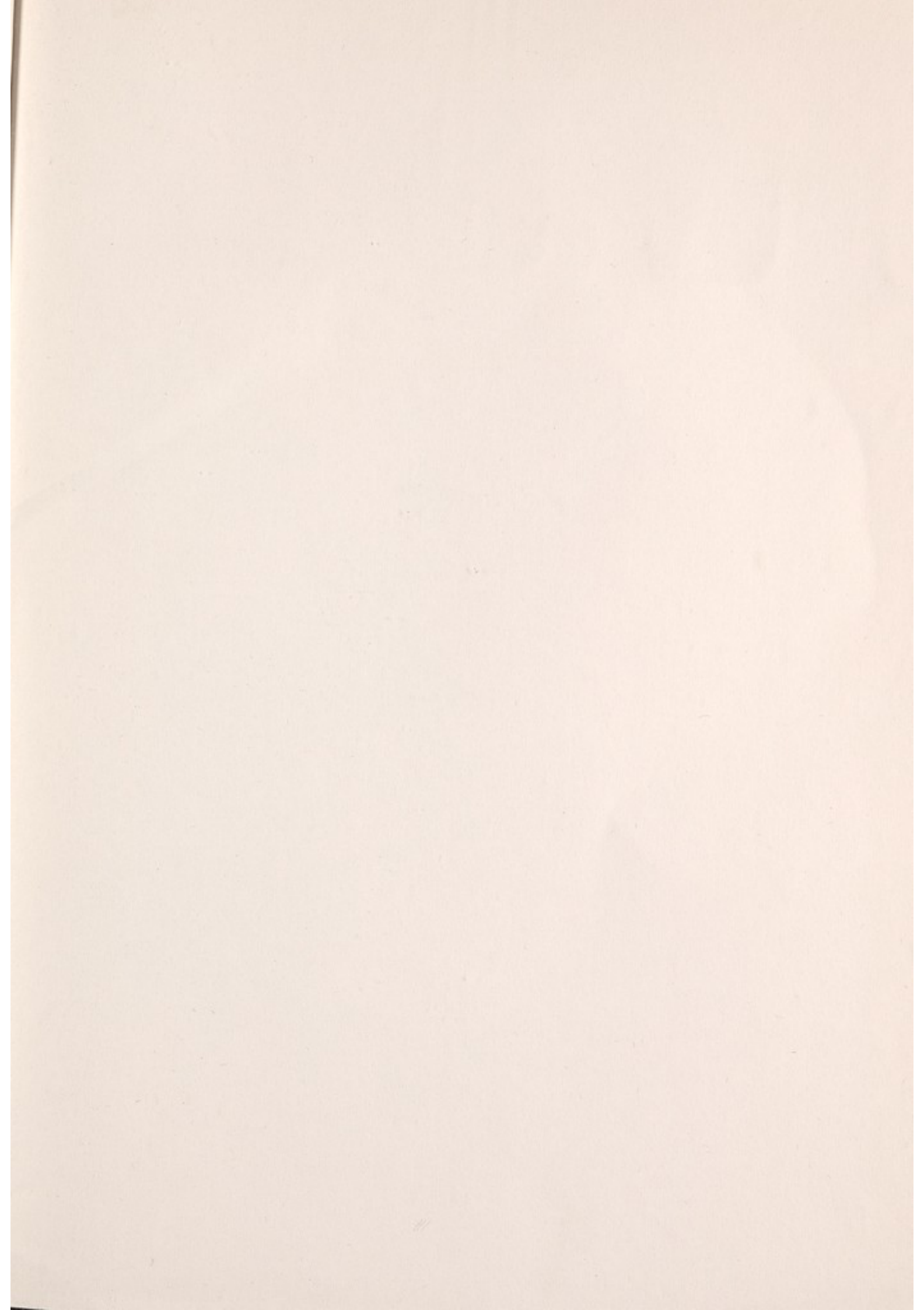
- WEILING, F. (1967). J. G. Mendels Wiener Studienaufenthalt 1851-1853. *Sudhofs Archiv* 51: 260-266.
- (1967). J. G. Mendel "Versuche über Pflanzen-Hybriden" und ihre Würdigung in der Zeit bis zu ihrer wiederentdeckung *Universitätsbibl* pp. 273-282.
- (1967) Gregor Mendel. Leben, Werk und Wirkung. *Die Kapsel* 21: 737-750.
- (1970). Fragen zu Mendels ERBVERSUCHEN Aus Biometrischer Sicht Norrfrage der II Ungarischen Biometrischen Konferenz (Budapest 19-22 März 1968) Akademie Kiadó-Budapest.
- (1971). Neue Ergebnisse Zur Statistischen vorgeschichte der Mendelschen Versuche. *Biometrics* 27: 709-719.
- WEINBERG (1903). Über den Nachweis des Vererbung beim Menschen *Jahr. Vereins Naturf Wurtemberg* 64: 368-382.
- WEINSTEIN, A. (1962). The reception of Mendel's paper by his contemporaries. *Actes Xe. Cong. Int. Hist. Scienc., Paris* 1: 997-1001.
- WEISMANN, A. (1889). *Essays upon heredity and Kindred biological Problems*, Oxford.
- (1892). *Das Keimplasma. Eine Theorie der Verrerbung*, Jena.
- WICHURA, W. (1865). *Die Bastardefruchtung in Pflanzenreich*, Breslau.
- WILKIE, J. S. (1962). Some reasons for the rediscovery and appreciation of Mendel's Work in the first years of the present century. *Brit. J. Hist. of Scienc.* 1: 5-17.
- WILSON, E. B. (1902). Mendel's principles of heredity and maturation of the germs cells. *Science. N. S.* 16: 991-993.
- (1905) The Chromosomes in relation to the determination of sex in insects. *Science* 20: 500-502.
- (1925). *The Cell in development and Heredity*. N. York.
- WRIGHT, S. (1931). Evolution in mendelian populations *Genetics* 16.
- YULE, V. (1902). Mendel's Laws and their probable relation to Inter-racial Heredity *Ne Phitologist* 1: 193-207, 223-238.
- ZERBE, G. (1942). Gregor Mendel in Olmütz, Nordmährenland, (Olomouc) 1: 34-38.
- ZHUKOVSKY, P. (1936). Replay to a critic and remark on some truly controversial question. *Soc. Rekons. Joz. (Reconst. Soc. de la Agr.)* 12: 153-160.
- ZAVADOVSKY, B. (1931). The physical and biological in the process of organic evolution. *Sciences at the cross-roads*. London.
- ZAVADOVSKY, M. M. (1936). Contra oblicuidades en los ataques a la genética. *Social. Rekons. Joz. (Reconst. Soc. de la Agr.)* 8: 84-96.
- ZIRKLE, C. (1935). *The beginnings of plants hybridization*. Univ. of Philadelphia Press, Phil.
- (1941). The early history of the idea of the inheritance of acquires characters and of pangenesis. *Proc. Am. Phil. Soc. No.* 35: 71-124.
- (1951). Gregor Mendel and his Precursors. *Isis* 42: 97-104.
- (1959). *Evolution, Marxian biology and the social Scienc. Phil.*, 1959.
- (1964). Some oddities in the delayed discovery of Mendelism. *J. Hered.* 55: 65-72, 1964.

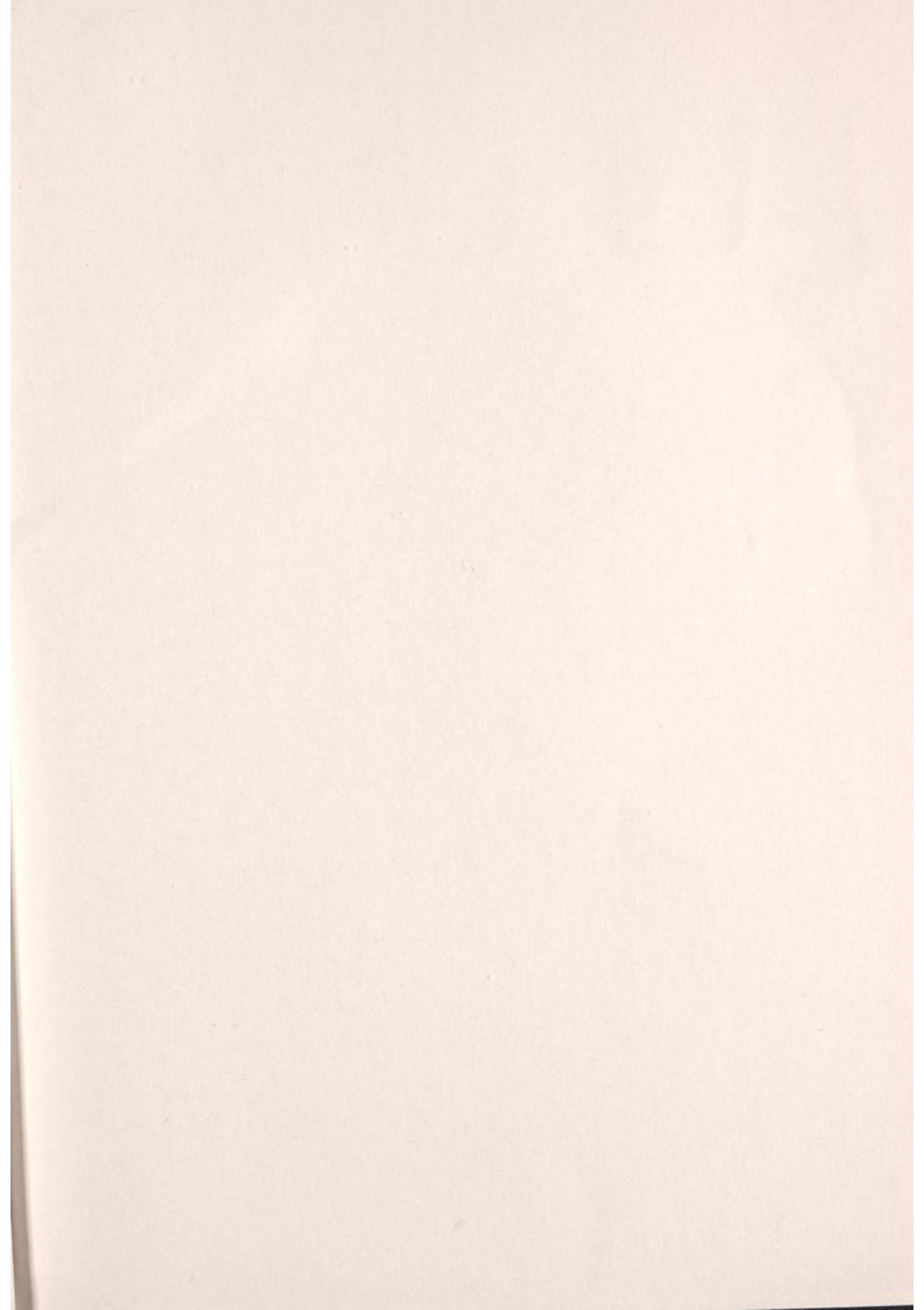
— N O T A —

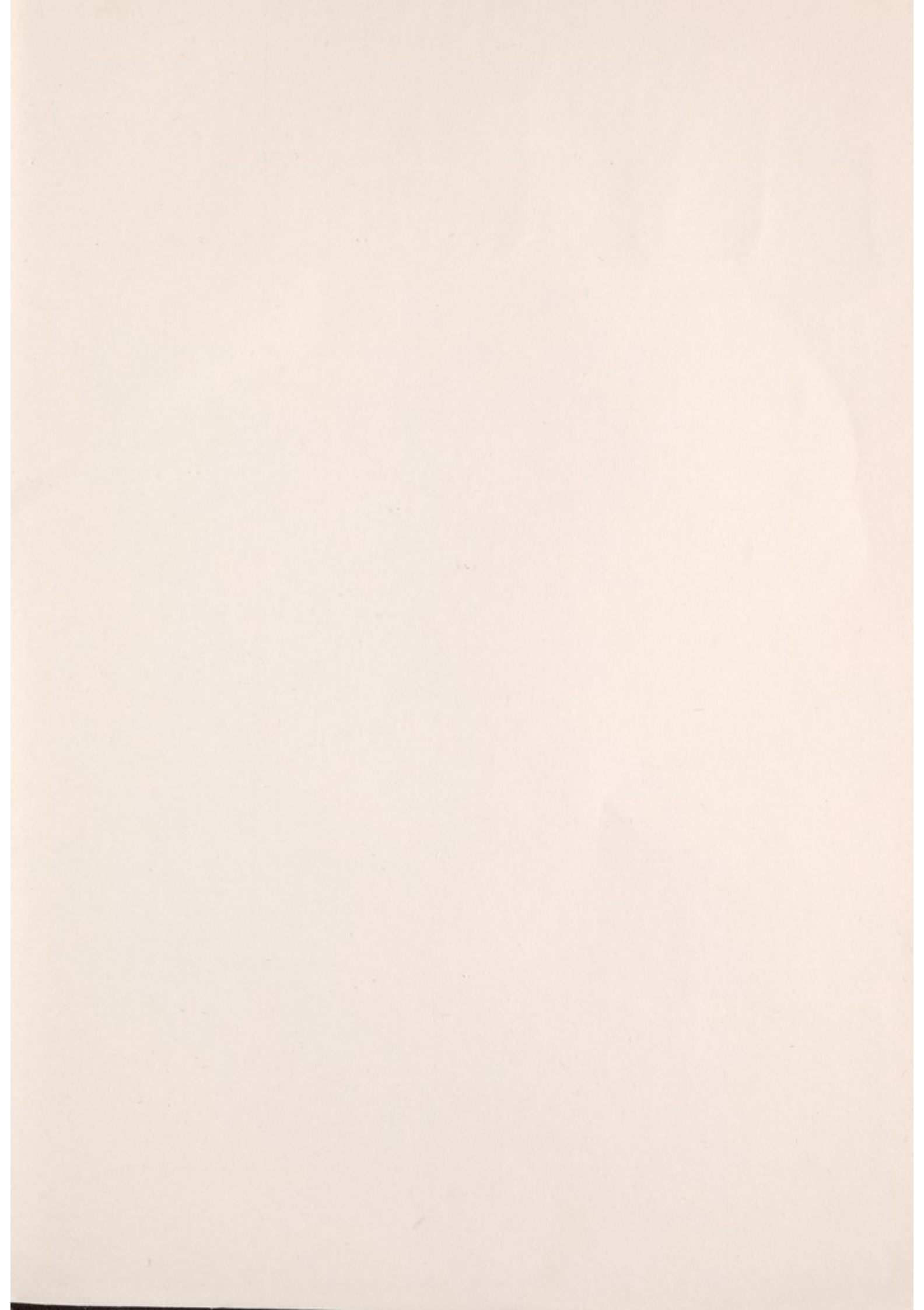
La literatura científica respecto de Mendel y la Herencia es muy extensa. Aquí sólo se han incluido algunos libros y artículos de interés histórico.

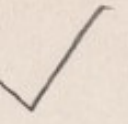
Impreso por el Consejo Editorial de la Academia de Ciencias de Cuba ♦ Edición: Theudis Iraeta. ♦ Composición: Armando Gutiérrez y Luis Caballero. ♦ Impresión: Nelson García, Eduardo García, José Jiménez y Orestes Doreste. ♦ Encuadernación: Ignacio Matheu, Pedro Lagueruela, Rodolfo Ramos, Alberto Miranda, José Smith, Alberto Borrayo, Ana Jerez, Caridad Ibarra, Alejandrina Castillo, Francisca Periche, Maricel Vega, Marta Fagundo, Nivia Torres. ♦ Portada: Juan Martí. ♦ Talleres: Industria y San José, No. 452. — La Habana.











Handwritten text, possibly a signature or name, located in the upper middle section of the page. The characters are faint and difficult to decipher.

Handwritten text, possibly a signature or name, located in the lower middle section of the page. The characters are faint and difficult to decipher.

