

68
24



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

FACULTAD DE CIENCIAS

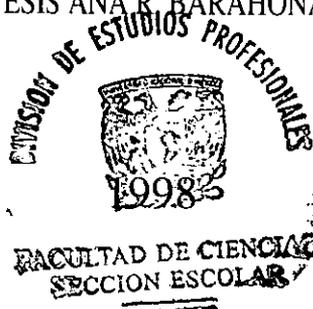
La Introducción de la Genética en México

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TITULO DE
B I O L O G O

P R E S E N T A
Ana Lilia Gaona Robles



DIRECTOR DE TESIS ANA R. BARAHONA ECHEVERRIA



**TESIS CON
FALLA DE ORIGEN**

264097



Universidad Nacional
Autónoma de México

Dirección General de Bibliotecas de la UNAM

Biblioteca Central

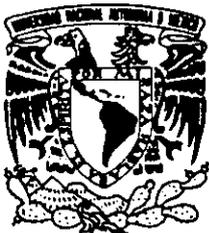


UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.



UNIVERSIDAD NACIONAL
AUTÓNOMA DE
MÉXICO

M. en C. Virginia Abrín Batule
Jefe de la División de Estudios Profesionales de la
Facultad de Ciencias
Presente

Comunicamos a usted que hemos revisado el trabajo de Tesis: La Introducción
de la Genética en México
realizado por Ana Lilia Gaona Robles
con número de cuenta 9052226-6 , pasante de la carrera de Biología
Dicho trabajo cuenta con nuestro voto aprobatorio.

Atentamente

Director de Tesis

Propietario Dra. Ana Barahona Echeverría *Ana Barahona Echeverría*

Propietario Dr. Carlos López Beltrán *Carlos López Beltrán*

Propietario Dra. Edna Suárez Díaz *Edna Suárez Díaz*

Suplente M. en C. Graciela Zamudio Varela *Graciela Zamudio Varela*

Suplente Biol. Eduardo Corona Martínez *Eduardo Corona Martínez*

Consejo Departamental de Biología

M. en C. Alejandro Martínez Mena
DE BIOLOGÍA

CONTENIDO

INTRODUCCION	1
---------------------	----------

CAPITULO I

LA REPRODUCCIÓN Y LAS IDEAS SOBRE LA HERENCIA EN LA COMUNIDAD MÉDICA MEXICANA DE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX.

1.1 La situación de la ciencia mexicana en el México independiente y sus repercusiones en las disciplinas biológicas.	5
1.2 La influencia de la medicina francesa en la medicina mexicana de las tres últimas décadas del siglo XIX.	8
1.3 La reproducción bajo el vitalismo.	9
1.4 Ideas de transición entre vitalismo y reduccionismo	12
1.5 Una concepción química sobre la reproducción: Juan Ma. Rodríguez.	13
1.6 La herencia normal y la herencia patológica	17
1.6.1 La herencia normal. La herencia y la evolución.	17
1.6.2 La herencia patológica	19
1.7 La herencia en la medicina mexicana a principios del siglo XX y el surgimiento de la genética.	22

CAPITULO II

LA INTRODUCCIÓN DE LA GENÉTICA EN MÉXICO

2.1. Qué se entiende por "introducción" de la genética en México	25
2.2. La Genética en la Agricultura.	26
2.2.1. Antecedentes de la investigación agrícola en México.	26
2.2.2. La investigación agrícola y la utilización de la genética en el período 1920-1960.	28

2.2.2.1. Tendencias en la política económica agrícola del período.	28
2.2.2.2. Los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF), la Oficina de Campos Experimentales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA).	30
2.2.2.3 El Programa Agrícola Mexicano y la Oficina de Estudios Especiales (OEE): la "revolución verde"	34
2.2.2.3.1. Investigación para el incremento de la producción de alimentos básicos.	35
2.2.2.3.2. Formación de investigadores agrícolas mexicanos.	39
2.2.2.4. Comparación metodológica entre las dos líneas de investigación en genética agrícola. ¿Qué tipo de genética se introdujo en México?	39
CONCLUSIONES	41
APENDICE 1	
PUBLICACIONES DE LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES FUNDADAS EN 1908	43
APENDICE 2	
CONSECUENCIAS SOCIALES Y ECONOMICAS DE LA INTRODUCCION DE LA REVOLUCION VERDE EN MEXICO	48
APENDICE 3	
TRABAJOS PRESENTADOS POR INVESTIGADORES MEXICANOS EN LA PRIMERA ASAMBLEA LATINOAMERICANA DE FITOGENETISTAS (1949)	50
BIBLIOGRAFIA	51

INTRODUCCION

La historia de la ciencia está lejos de ser un área de estudio nueva en nuestro país¹.

Aunque en el siglo pasado existen ya diversos autores que se ocupan de hacer biografías de científicos anteriores a ellos, del seguimiento temporal de instituciones o documentos, no es sino hasta hace unas cuantas décadas que esta actividad ha tenido un incremento sensible (ver nota siguiente).

En cuanto a las ciencias biológicas, la mayor parte de los estudios han sido dedicados a la medicina y la botánica, un poco menos a la zoología y la biología en general, y muy poco o nada, a otras disciplinas como la embriología, la ecología, la paleontología o la genética.²

Con el presente trabajo pretendo hacer una contribución a la historia de la genética en México y, también, a manera de antecedente, a la historia de un concepto mucho más amplio, el de la herencia.

Respecto de la genética, mi interés está dirigido hacia la ubicación del momento en que por primera vez se utiliza dentro de programas de investigación en México. Esto se dá, naturalmente, dentro del siglo XX.

Respecto a la herencia, mi tarea primaria es averiguar cuáles eran las teorías, hipótesis o ideas que predominaban en las ciencias biológicas durante las últimas décadas del siglo XIX.

Las fuentes de información son bibliográficas e incluyen: libros, tesis, informes, folletos y documentos oficiales y artículos en revistas.

La herencia en la medicina mexicana de las últimas décadas del siglo XIX.

El primer capítulo de esta tesis trata sobre el tema de la herencia a finales del siglo XIX dentro de la comunidad médica mexicana de la época.

¹. Sería difícil mencionar todos los trabajos que se han hecho sobre historia de las ciencias en México. Sin embargo, es útil recordar que desde el siglo pasado las revistas científicas como *La Naturaleza* o la *Gaceta Médica*, incluían a manera de homenaje, las biografías de sus integrantes cuando éstos fallecían, así como diversos artículos sobre la evolución de las instituciones.

². Revisiones de considerable extensión en la ciencia mexicana general durante el siglo pasado y en el presente son: la obra en tres volúmenes de Porfirio Parra, *Historia de la medicina en México, desde la época de los indios hasta el presente* (1886-1888); el libro de Elí de Gortari *La ciencia en la historia de México* (1963) y; la obra en cuatro volúmenes de Elías Trabulse *Historia de la Ciencia en México* (1989). Eventos importantes han sido: el Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia (1963) y la formación de la Sociedad Latinoamericana de Historia de la Ciencia y la Tecnología (en la misma década).

Las razones por las cuales elegí a este grupo científico para hacer mi investigación son las siguientes. A mediados del siglo XIX en México, los grupos científicos potencialmente interesados³: en el fenómeno de la herencia son médicos, naturalistas (algunos botánicos y zoólogos), agrónomos y veterinarios; de ellos, sólo los naturalistas no están profesionalizados. Más tarde, al finalizar el siglo, surgen los primeros biólogos.

A pesar que hacia 1850 los médicos no son el único grupo científico interesado en el estudio de los seres vivos, a lo largo de la segunda mitad del siglo XIX, es esta comunidad la que más destaca por su solidez expresada en su duración en el tiempo, su temprana profesionalización e institucionalización, el número de integrantes de su organización principal, la duración de su publicación más importante y, además, su cercanía e integración de algunos de sus miembros a los grupos en el poder.

La comunidad médica es, creo, la más importante en el área de las ciencias biológicas en el siglo pasado y, aún, durante una buena parte del presente.

Las publicaciones en que está basada mi investigación para este período son principalmente: la *Gaceta Médica*, revista de la Academia Nacional de Medicina y, *El Porvenir Filoiátrico*, revista de la Sociedad de alumnos de la Escuela Nacional de Medicina.

La *Gaceta Médica* comienza a ser publicada en el año de 1864 como el "Periódico [bimensual] de la sección médica de la Comisión Científica"⁴. Dicha Comisión fue fundada por ordenes de Maximiliano a su llegada a México en el año de 1864; la sección médica fue fundada por el Dr. Carlos Alberto Ehrmann, médico principal del ejército francés. La sección médica se convirtió después en la Sociedad Médica con el Dr. Ehrmann como primer presidente⁵.

El Porvenir Filoiátrico es el periódico de la Sociedad Filoiátrica y de Beneficiencia de los alumnos de la Escuela de Medicina. Tiene una duración temporal corta, su publicación comienza en 1869 y se suspende en 1874

A través de la lectura de los primeros tomos de la *Gaceta* y de *El Porvenir* noté -sobre todo a partir de 1870-, una fuerte influencia procedente tanto de la filosofía como de la medicina francesas, en la medicina mexicana. Por un lado, el positivismo de Augusto Comte introducido por el

³. Al ser la herencia un fenómeno natural característico de los seres vivos, dichos grupos científicos deben tener por objeto de estudio forzosamente alguna de las categorías de éstos.

⁴. *Gaceta Médica*. México, 1864. Tomo 1: 1

⁵. *Gaceta Médica*. México, 1870. Tomo 5: 184.

Dr. Gabino Barreda en México a finales de 1867⁶, y por otro, el fisiologismo de Claude Bernard, le dan un giro completo a los métodos de obtención del conocimiento utilizados hasta ese momento dentro de la medicina mexicana.

De 1875, aproximadamente, en adelante, los médicos mostraron una marcada preferencia por la aplicación de un método *a posteriori* (de los hechos a la teoría) y de ahí, defendieron la observación y el uso del experimento como herramientas principales en la investigación. Otra consecuencia del fisiologismo es que ayudó a mantener una perspectiva dinámica del organismo en la cual interactúa con su medio y en la que se reconoce que las causas que funcionan en el estado de salud son las mismas que al ser alteradas provocan la enfermedad.

Este cambio, en el que hay una mayor preferencia por una perspectiva más bien reduccionista, provoca una fuerte reacción en contra de un vitalismo (como es denominado por los propios autores) que aparece todavía como válido en la década de 1860.

Otro cambio sensible, se dejará sentir más tarde con la introducción de la teoría evolutiva que penetra en la medicina mexicana hacia finales de la misma década de 1870.

Con ambas influencias (fisiologismo y evolucionismo) se sostiene un marco en las dos últimas décadas del siglo pasado, en el que la herencia es entendida como la transmisión del conjunto de las cualidades morales y físicas de los padres a los hijos, y se manifiesta principalmente a través de dos tendencias, comportamientos o leyes: una conservadora, que mantiene el tipo de la especie, y otra progresiva o acumulativa, ocasionada por los cambios ambientales y responsable de la evolución de la especie.

Sin embargo, la herencia patológica o la transmisión hereditaria de ciertas enfermedades, se entiende de una manera un poco diferente. Las enfermedades consideradas de transmisión por vía hereditaria pueden clasificarse en dos grupos. El primero, queda formado por las enfermedades llamadas diatésicas como la tisis, y las mentales, como la epilepsia; el segundo grupo queda formado por las malformaciones y monstruosidades. En cuanto al primer grupo, no se considera que se transmita el carácter o la cualidad en sí, sino una predisposición a presentar la enfermedad. En el segundo grupo, se cree que se transmiten a causa de un daño verdaderamente material ocasionado a las células reproductoras antes de la fecundación. En la herencia patológica se concede también una gran importancia al medio, pues se reconoce en él la causa tanto de la manifestación o no de las predisposiciones en las generaciones sucesivas, como de los daños que sufren las células reproductoras.

⁶. L. Zea. *El Positivismo en México*. Fondo de cultura económica. México, 1968:55.

Los artículos que contienen la información que acabo de reseñar brevemente son presentados en el primer capítulo de este trabajo. Su carácter es descriptivo; se limitan a presentar las maneras en que se manifiesta el fenómeno de la herencia -de ahí la clasificación de herencia conservadora y herencia progresiva-.

Esta visión no se modifica al menos hasta el año de 1910, pues nada nuevo es mencionado a propósito de la herencia en algunos trabajos de la primera década del siglo XX.

Es difícil asegurar que sucedió después dentro de la medicina mexicana con respecto a la introducción de la teoría cromosómica de la herencia. Sin embargo, yo sospecho que la utilización de la genética dentro de programas de investigación médicos en México es algo tardía, pues, es hasta el año de 1960 que tengo la primer noticia acerca de la intervención de médicos en programas de investigación genética (ver en la última sección del capítulo 1).

La introducción de la genética en México

El segundo capítulo está dedicado a la introducción de la genética en programas de investigación en México.

La genética comenzó a ser utilizada por primera vez en el área de la agricultura, impulsada más bien por motivos económicos y políticos que por el desarrollo en sí de la ciencia en nuestro país.

Aunque la genética en la agricultura se conocía en México desde finales de la década de 1920, e incluso es nombrada dentro del discurso político como ciencia impulsora del desarrollo, no es sino hasta la década de 1940 que experimenta una gran expansión en nuestro país con el auspicio del gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller.

Antes de 1940, los primeros programas de investigación genética se iniciaron durante el sexenio de Lázaro Cárdenas (1934-1940) bajo la dirección del Ingeniero Agrónomo Edmundo Taboada.

La genética vegetal en México se desarrolló así, principalmente bajo dos vertientes: la que proviene de Edmundo Taboada y la introducida por la Fundación Rockefeller. Ambas perspectivas difirieron bastante con respecto al estrato social del campesinado hacia el cual estaban dirigidas sus investigaciones, y de ahí que se enfocaran a resolver problemas distintos. Sin embargo, en cuanto a la utilización de la genética, ésta se limita en ambos programas, principalmente a 1) la obtención de líneas puras de las variedades nativas, 2) a la formación de nuevas variedades mediante hibridación, y 3) al mejoramiento mediante hibridación de las variedades creadas o de otras variedades nativas ya existentes, o de variedades importadas.

CAPITULO I

LA REPRODUCCIÓN Y LAS IDEAS SOBRE LA HERENCIA EN LA COMUNIDAD MÉDICA MEXICANA DE LA SEGUNDA MITAD DEL SIGLO XIX.

1.1 La situación de la ciencia mexicana en el México independiente y sus repercusiones en las disciplinas biológicas.

Los años comprendidos entre 1810 y 1869 destacan dentro de la historia de México como un período en el que el país se encuentra envuelto en una serie de terribles conflictos internos y es objeto, además, de continuas intervenciones extranjeras propiciadas por los intereses capitalistas de las grandes potencias europeas y de Estados Unidos.

Durante este tiempo, México enfrenta un intento de reinvasión (España, 1829); varias mutilaciones violentas en el norte de su territorio provocadas por Estados Unidos⁷ y; dos guerras con Francia (1838 y 1864). "Con excepción de la primera, de la cual salió más o menos bien librado...las otras significaron verdaderas calamidades"⁸

Los problemas internos eran de todo tipo: económicos, administrativos, políticos, sociales y culturales. Pero, detrás de todo ello y como causa fundamental de las pugnas internas del país, existía un intrincado conjunto de relaciones e intereses dentro y entre las distintas -y muy distantes- clases que componían la sociedad; relaciones, intereses y distancias que se traducen en luchas en y por el poder, levantamientos armados, pronunciamientos, sublevaciones de indios, guerra de castas, bandas de asaltantes, etc.: en la pérdida total de un orden que sólo Porfirio Díaz -por vías de la represión- podrá restablecer por completo⁹.

¿Cómo repercute todo esta situación en el desarrollo de la ciencia mexicana?

⁷ -Texas, 1836.

-Las dos Californias y Nuevo México, 1848.

-La Mesilla, 1853.

Tomado de: Z. J. Vázquez, Los primeros tropiezos. En *Historia General de México*. El Colegio de México, México, 1981. 2:803. Y L. Díaz, El liberalismo militante. En *Historia General de México*. El Colegio de México, México, 1981. 2:828

⁸ Z. J. Vázquez., *op. cit.*,:803.

⁹ L. González. El liberalismo triunfante. En *Historia General de México*. El Colegio de México, México, 1981. 2:951-979.

Por lo pronto, una repercusión inmediata se tradujo en un cierto empobrecimiento con respecto a los avances que se habían logrado durante la época de las reformas borbónicas (esto es, en las últimas décadas del siglo XVIII). Las luchas armadas originadas por el movimiento de Independencia provocaron la salida de la mayoría de los científicos españoles y alemanes llegados de España a raíz de las reformas borbónicas, científicos que habían realizado una gran labor dentro de la ciencia novohispana¹⁰.

Por otra parte, la eterna lucha entre las clases más cercanas al poder, liberales y conservadores: "clase media frente al clero, milicia y grandes propietarios"¹¹, sus cambios alternantes y sucesivos en el gobierno, "originaban fatalmente un cambio radical en la vida del país"¹², impedía y/u obstaculizaba en gran parte, la existencia de una continuidad en las instituciones, en la organización de los establecimientos de enseñanza y aún, llegaba a determinar la desaparición de éstos, al menos durante el período en que dominara el partido que había tomado tal decisión¹³.

Durante este tiempo, las diferentes administraciones, ya fueran conservadoras o liberales, no estaban en condiciones de otorgar asignaciones oficiales realmente importantes para casi ninguna de las escuelas en ninguno de sus niveles¹⁴, y ni que hablar de la formación de laboratorios o de centros de investigación.

¹⁰. Es verdad que científicos como Fausto de Elhúyar, Martín Sessé y Lacasta, Sonneschmidt, Fisher y Lidner, entre otros, jugaron un papel importante en la modernización de la ciencia de Nueva España, pero esto no significa que su presencia lo fuera todo. Ya durante su estancia y, aún antes, se había iniciado un movimiento intelectual netamente novohispano.

La fundamentación sociológica del movimiento intelectual criollo novohispano la encontramos en: E. Florescano e I. G. Sánchez. La época de las reformas borbónicas y el crecimiento económico 1750-1808. En: *Historia General de México*. El Colegio de México, México, 1981. 1:471-578.

¹¹. J. L. Martínez. México en busca de su expresión. En *Historia General de México*. El Colegio de México, México, 1981. 2:1019-1020.

¹². *Ibid.*, :1020.

¹³. Considérese como ejemplo específico el caso de la Academia de Medicina cuya trayectoria en el período 1810-1870 puede ser consultada detalladamente en: J. M. Rodríguez. Biografía del Sr. Dr. D. Ignacio Erazo. *Gaceta Médica*, México, 1870. Tomo 5:225-252.

¹⁴. Del Presupuesto de Egresos de la República para 1833, tenemos los siguientes ejemplos de gastos destinados a varias instituciones educativas y culturales:

Archivo General de la Nación	\$ 10 543
Museo y Jardín Botánico	8 800
Academia de San Carlos	24 500
Escuela Nacional de Cirugía	2 400
Escuelas Lancasterianas	3 000
Fomento del teatro en la capital	20 000

Esta etapa fue, pues, muy difícil para la ciencia mexicana en general.

En cuanto a las disciplinas relacionadas con el estudio de los seres vivos, la comunidad científica mejor consolidada a mediados del siglo XIX era la de los médicos.

Al terminar el Imperio de Maximiliano con el triunfo del movimiento reformista mexicano (1867), la comunidad médica no era desde luego, el único grupo científico relacionado con el estudio de los seres vivos¹⁵. Sin embargo, sobresale como uno de los mejor conformados y establecidos del país¹⁶. Su solidez queda demostrada en ese tiempo por la conservación de su academia de enseñanza a través de los difíciles años post-independistas, el número de sus integrantes y las posiciones políticas que muchos de ellos ocupan dentro del gobierno¹⁷, en contar ya con dos revistas especializadas

Un dato que nos dará una idea del escaso monto que para la época tienen estas cifras, puede ser el sueldo anual que percibía el Presidente de la República: 36 mil pesos. J. L. Martínez, *op. cit.*: 1036.

¹⁵. Otros grupos bastante pequeños son: el de los botánicos, los zoólogos, los agrónomos y los veterinarios. El primero contaba ya con una respetable tradición en México, pero carece de cohesión bajo mi punto de vista, pues está constituido por unos cuantos nombres, no cuenta con una academia de enseñanza propia hasta ese momento y la enseñanza de la botánica es más bien errática en los primeros 50 años del siglo XIX. Lo mismo puede decirse de los zoólogos quienes conforman un grupo todavía más pequeño. Además, son los propios médicos quienes se interesan en el estudio de ambas ramas.

Así, decía el 12 de Enero de 1871 Leopoldo Río de la Loza en la Sociedad Mexicana de Historia Natural: "Hoy debemos felicitarlos... al observar que el estudio de las ciencias naturales ha salido de los estrechos y muy forzados límites a que se hallaba reducida hasta hace pocos años. Los médicos y los farmacéuticos, fueron los únicos que, obligados por las leyes concurrían poco más de una hora por unos cuantos días, a la mal organizada clase elemental de botánica, y eso sin fé en la utilidad de tal estudio, y por lo mismo, sin la dedicación indispensable, siquiera para conocer los principios fundamentales del ramo. En cuanto al de Zoología, bastará recordar que en general apenas era conocida a los afanes de la clase médica, auxiliada más tarde por algunas personas ilustradas y después por los ingenieros de minas, se debe la marcha progresiva y aún el entusiasmo que hoy se advierte por el estudio de las ciencias naturales. L. Río de la Loza. Discurso pronunciado por el Sr. Dr. D. Leopoldo Río de la Loza Presidente de la Sociedad Mexicana de Historia Natural en la sesión general celebrada el 12 de Enero de 1871. *La Naturaleza*, 1871. Tomo 1: 410.

Por el lado de la agronomía y la veterinaria, la Escuela Nacional que conjuntaba ambos ramos tenía muy poco de haber sido fundada (1853) y, a decir de los historiadores de las ciencias agrícolas, el estado en que se encontraba para 1867 era bastante lamentable. P. Reyes Castañeda. *Historia de la Agricultura: información y síntesis*. A.G.T. Editor. S.A. 1981. p. 120.

¹⁶. Otro grupo bastante sólido para el momento es el de los ingenieros.

¹⁷. Un ejemplo notable es el caso del Dr. Gabino Barreda introductor del positivismo en México.

(*La Gaceta Médica y El Porvenir Filoiátrico*) y dos sociedades; en fin, por ser uno de los escasos grupos científicos que lograron mantener una tradición establecida desde la época colonial¹⁸.

1.2 La influencia de la medicina francesa en la medicina mexicana de las tres últimas décadas del siglo XIX.

A pesar que la expulsión del ejército francés del territorio mexicano era muy reciente, en los años posteriores al Imperio se deja sentir en la medicina mexicana una profunda influencia proveniente de aquel país¹⁹.

Dicha influencia se dá principalmente a través del fisiologismo de Claude Bernard y de la filosofía de Augusto Comte.

El fisiologismo de Bernard se caracteriza por un lado, por conceder una gran importancia al medio interno o *habitatulum* (plasma sanguíneo) en el desenvolvimiento de todo ser vivo, debido a que es el único camino efectivo por el que el medio exterior obra en los organismos²⁰. Por otra parte, el fisiologismo de Bernard, defiende la utilización del método inductivo (de los hechos a la teoría) y, de ahí, la observación y la utilización del experimento como las armas más indispensables para hacer una medicina científica²¹.

De Comte la medicina mexicana hereda igualmente la relevancia que Comte le concede al medio (misma que se manifiesta por ejemplo, en su definición de vida, ver más adelante). Así como consideraciones referentes al desarrollo de la ciencia.²²

¹⁸. J. M. Rodríguez, *op. cit.*: 238.

¹⁹ Aquí es importante recordar que son precisamente algunos de los médicos llegados con el ejército francés, quienes fundan lo que primero fue la sección médica de la Comisión Científica que más tarde se transformó en la Sociedad Médica Mexicana (ver en la introducción p.2)

²⁰. M. Reyes. Breve estudio higiénico sobre el desagüe del Valle de México. *El Porvenir*. México, 1873. tomo 5: 190.

²¹. *Introducción a la Medicina Experimental* de Bernard. Citado por Adrian Segura en La observación y la experimentación de los fenómenos biológicos. *El Porvenir*. México, 1873, Tomo 5: 221-245..

²². Para Comte, el conocimiento humano había atravesado tres períodos: el *teológico*, el *metafísico* y el *positivo*. *Ibid.*:221-222.

Otras fuentes de influencia importantes para las teorías hereditarias son el higienismo y la teoría de la evolución.

La microbiología -iniciada por Louis Pasteur en la década de 1860- y en especial la bacteriología, nacieron dentro de una tradición más amplia característica de la medicina francesa de las primeras décadas del siglo XIX: el Higienismo²³. Dicha corriente, respecto de la herencia, da lugar a discusiones de tipo ético. Por ejemplo, en el caso de los individuos que nacen deformes, si se les debe permitir el casamiento, si es adecuado que vivan o no, o si está bien que se les permita transitar libremente por las calles²⁴.

En cuanto a la teoría evolutiva que permea de una manera más clara hacia finales de la década de 1870, las teorías hereditarias toman las denominadas *leyes de la herencia* que se refieren principalmente a las dos tendencias en las que actúa la herencia respecto de la evolución (como es entendida por los médicos): la *conservadora* y la *progresiva*. En esta dos tendencias, sobre todo en la segunda, el medio tiene también un papel relevante.

En las siguientes secciones presento los temas de la reproducción y la herencia bajo la perspectiva fisiológica y evolutiva, dejando de lado la higienista por considerarla más relacionada con la Eugenesia.

1.3 La reproducción bajo el vitalismo.

El fisiologismo promovió una visión reduccionista de la medicina y de los fenómenos biológicos. Esta corriente adquiere vigencia en México a partir de la década de 1870.

En los años anteriores a 1870 encontramos tendencias tanto vitalistas²⁵ como reduccionistas conviviendo dentro de la comunidad

²³. Carlos López. *Human Heredity 1750-1870; The Construction of a Domain*. Tesis Doctoral. Kings College, Cambridge, 1992.

²⁴. Un ejemplo de consideraciones legales sobre el matrimonio de personas afectadas por monstruosidades lo encontramos en: J. M^o Rodríguez. Estudio sobre varias monstruosidades ectromelianas y más particularmente sobre Pedro Salinas natural de Tejupilco (Estado de México). *Gaceta Médica*. México, 1872. Tomo 7:400-401

Y respecto del libre tránsito en las calles: J. P. Contreras. Idiología microcefálica. *Gaceta Médica*. México, 1872. Tomo 7:269.

²⁵ Utilizo el término porque es el mismo que los médicos defensores del reduccionismo utilizan para denominar la posición de quienes atacan. Según ellos, el vitalismo sería una escuela *metafísica* (y por lo tanto no científica) que requiere de explicaciones especiales para dar cuenta de los fenómenos biológicos, es decir, que "hacen independientes de las leyes

médica. Sin embargo, las corrientes vitalistas sobreviven y tienen presencia sólo hasta el año de 1874 aproximadamente. Más tarde, la reacción del reduccionismo contra este tipo de orientaciones -principalmente por parte de las nuevas generaciones de médicos²⁶-, hará que el vitalismo extremo desaparezca de las publicaciones médicas en las décadas siguientes.

Bajo la visión vitalista, la reproducción queda asociada más bien con el fenómeno general de la vida, fenómeno en el que esta última se concibe como una "fuerza o principio vital" que se encarga de todas las funciones que el organismo realiza.

En el segundo tomo de la *Gaceta Médica* (1866), Francisco Cordero y Hoyos escribe en un artículo sobre Historia Natural titulado *La vitalidad de las plantas*:

Los filósofos antiguos [...] tenían conocimiento tal vez mas preciso y elevado que nosotros, acerca de la economía general de los seres vivientes. A la idea abstracta que habían llegado a concebir, en fuerza de reunir hechos, agrupando los que ofrecían semejanza, le daban un nombre genérico que las más veces expresaba una fuerza activa, y por esta razón, al contemplar la naturaleza bajo sus infinitas formas, habían sido conducidos a creer que el universo tenía un alma, admitiendo un principio vital que animaba la materia en todas sus producciones, penetrándola por todas sus partes, presidiendo al crecimiento y desarrollo de las especies, impartiendoles la vida, el calor y el movimiento, sin abandonarlos hasta la época de su destrucción, para vigilar y conservar las especies a través de los siglos, reservando la inmortalidad a la especie tipo, y obrando en fin, en todo, como causa primera respecto de las funciones que están a su cargo, con relacion a los entes, y como secundaria respecto al Creador Supremo.²⁷

generales de la materia a los seres organizados". Las explicaciones especiales aluden a fuerzas de entidad y origen desconocido tales como: "la *fuerza vital, principio vital, archeo*, etc." Adrian Segura *op. Cit.*:222. Otros artículos que concuerdan con esta caracterización del vitalismo son: Manuel Reyes *op.cit.*; Ramón López y Muñoz. De la fuerza medicatriz. *El Porvenir*, 1873. Tomo 5:141-150 y Manuel Rocha. La contracción muscular en sus relaciones con el calor. *El Porvenir*, 1873. Tomo 5: 224-259.

²⁶. La mayor parte de los artículos que atacan al vitalismo y promueven mayormente las tendencias de corte materialista-mecanicista, aparecen en primer lugar y en mayor número en *El Porvenir*, revista de la sociedad de alumnos de la Escuela de Medicina.

²⁷. F. Cordero y Hoyos. Vitalidad de las Plantas. *Gaceta Médica*. México. 1866. Tomo 2:273-274.

El "principio vital" del que habla Francisco Cordero es un principio de una naturaleza oscura. Aunque también lo denomina "fuerza activa", no especifica de qué tipo de fuerza se trata.

El principio vital es la causa próxima de todas y cada una de las funciones orgánicas, pero finalmente, la causa última es Dios. Aún así, admitiendo el origen divino como explicación, todavía sería posible investigar los mecanismos por medio de los cuales esta "fuerza" hace que las funciones (entre ellas la de reproducción) animales o vegetales se realicen. No obstante, la oscuridad del principio vital en su función reproductiva se hace más patente porque esto tampoco es posible pues, para Cordero y Hoyos:

La maravilla superior no es el individuo: el misterio insondable de la naturaleza es la sucesión y la duración de las especies. Esta facultad de producir a su semejante que reside en los animales.²⁸

Es precisamente contra este tipo de concepciones que los reduccionistas se revelan, argumentando que una dependencia de fuerzas desconocidas incapaces de ser sujetas a la investigación sólo provocan que la ciencia detenga su curso porque de alguna manera provocan un cierto conformismo²⁹.

Para los reduccionistas la observación y la experimentación serán tenidos de 1870 en adelante como los métodos válidos de aproximación al estudio de los fenómenos biológicos³⁰. Por lo mismo, si bien, tampoco es deseable un mecanicismo extremo, el tipo de explicaciones tenidas como científicas serán unas de tipo más materialista y en especial, reduccionista.

Las leyes que rigen al mundo inorgánico son las mismas que gobiernan a los seres vivos (de ahí que la química y la física o la fisicoquímica sean tenidas como las dos ciencias auxiliares de que debe valerse la medicina en sus investigaciones). Sin embargo, existe desde luego una diferencia entre lo vivo y lo no vivo, dicha diferencia será la cuestión crucial que la ciencia debe resolver: encontrar las características propias de la vida que la hacen distinta de lo inorgánico³¹.

²⁸. *Ibid*:275.

²⁹. "Los otros [los vitalistas], por el contrario, pusilánimes y supersticiosos, ponen un límite a sus investigaciones sin atreverse a pasarlo, y creen haber encontrado ya la difícil solución de los problemas vitales invocando en su ayuda la mitología, inventando un espíritu, una fuerza vital" Ponciano Herrera y Fuentes. ¿Bastan las leyes de la naturaleza para explicar los fenómenos biológicos? *El Porvenir*, 1873. Tomo 5: 154. También: "ignoramos pues, mucho todavía, pero en compensación confesamos nuestra ignorancia, y no tratamos de disimularla por medio de frases o palabras rumbosas; tenemos la ventaja de poner la cuestión en su verdadero terreno, cual sea este. No hacernos la ilusión que ya todo lo tenemos explicado; ilusión que nos haría no trabajar ya mas para descubrir la verdadera naturaleza de esas condiciones." López y Muñoz *op cit*: 141.

³⁰. A. Segura. *Op cit*: 223-236.

³¹ P. Herrera y Fuentes *op. cit.*: 154-155

Por otra parte, se considera también una unidad del mundo orgánico porque las propiedades de los seres vivos son iguales tanto para los animales, como para las plantas o el hombre³².

Una demostración de lo que acabo de mencionar es la definición de vida que para el año de 1873 se considera como la más adecuada. Esta definición fue elaborada por Blainville, adicionada por Augusto Comte, y formulada por Gabino Barreda de la siguiente manera: "un movimiento molecular a la vez general y continuo de composición y descomposición que se verifica en los seres organizados colocados en un medio conveniente"³³.

Este cambio en la manera de considerar a los organismos proporciona un carácter verdaderamente moderno a la medicina mexicana de la época, e influye totalmente en la forma en que se concibe la herencia y los fenómenos relacionados con ella.

1.4 Ideas de transición entre vitalismo y reduccionismo

Menos oscura, la fuerza vital aparece en 1874 en dos artículos escritos por Miguel García sobre la generación.

Para él, la transmisión de los caracteres entre las generaciones mediante la reproducción queda de alguna manera ligada también al principio de la vida, pues es a través de ésta y de su transmisión, que el tipo de las especies persiste en el tiempo aunque los individuos desaparezcan:

Todos los seres animados están dotados de la facultad de reproducirse; el principio de la vida no perece, su naturaleza es transmisible, y si la materia se destruye y el individuo desaparece, la especie persiste.³⁴

Esta concepción nos recuerda en cierta forma aquella expresada por Francisco Cordero, pero en García, el principio vital pierde, creo, un poco de su misterio y adquiere un carácter más claro de fuerza física.

³². *Ibíd*em

³³. M. Reyes. Tesis inaugural: Breve estudio higiénico sobre el desagüe del Valle de México. *El Porvenir*. 1873. 5:187.

³⁴. M. García. ¿Cuáles son las diferencias de los órganos de la generación en las hembras de los animales domésticos? *El Porvenir*. 1874. 6:33.

En la explicación del fenómeno de la reproducción, hay también una tendencia mayor hacia una explicación más reduccionista que todavía utiliza algunos de los elementos propios del marco vitalista. Así, para García:

La propagación no es más que una nutrición parcial subordinada a la general; un foco simple o múltiple de asimilación, modelo de todo el organismo, en el cual está en juego aquella actividad vital, aquella fuerza organizadora, cuyo primer impulso se remonta de generación en generación hasta la potencia creadora.³⁵

El origen de la fuerza vital sigue siendo Divino, aunque ahora, el papel de Dios consiste únicamente en proporcionar un "primer impulso" que después se conserva y persiste en el tiempo sin requerir más de su intervención. A su vez, el papel de la actividad vital ha cambiado también, pues ha dejado de presidir todas y cada una de las funciones que el nuevo ser llevará a cabo a lo largo de su vida. Su función consiste específicamente en organizar los nutrientes que van siendo asimilados de la madre por el nuevo organismo.

Si el papel de la madre es el de proporcionar los nutrientes para que la fuerza vital vaya "acomodándolos" en el lugar que les corresponde, el papel del padre y su "materia fecundante" consiste en cambio, en "proporcionar al óvulo la primera condición de su desarrollo", en transformarlo "en un huevo que contiene un nuevo ser"³⁶.

La acción organizadora de la fuerza vital es válida, sin embargo, sólo para los organismos animales y vegetales de reproducción sexual porque en las especies de reproducción asexual "parece" que no es necesaria su intervención:

Tanto en los animales como en las plantas, el óvulo preexiste en el ovario antes de la fecundación; pero en unos y otras, a lo menos, en los de generación bisexual, este óvulo parece que no contiene germen, sino hasta después de la fecundación.³⁷

Si el óvulo preexiste y contiene al germen antes de la fecundación al menos en las plantas y animales de reproducción asexual, la formación del nuevo individuo en este tipo de organismos queda resuelta: el nuevo ser con

³⁵. *Ibid.*, :59.

³⁶. *Ibid.*, :33.

³⁷. M. García. Breve reseña sobre el modo según el cual se efectúa la generación en el reino animal. *El Porvenir*, México, 1874. 6:58-59.

todas sus partes existe ya de alguna manera dentro del organismo generador y, por lo tanto, no hay nada que organizar.

En tal caso, si el principio de la vida, si la fuerza vital organizadora, no es necesaria en los organismos de reproducción asexual, se considera que su capacidad organizadora sólo se manifiesta en los organismos de reproducción sexual; en cambio, en los organismos de reproducción asexual sólo transmite el principio de la vida.

1.5 Una concepción química sobre la reproducción: Juan Ma. Rodríguez.

Juan M^a. Rodríguez es uno de los más destacados obstetras y el más famoso teratólogo de la medicina mexicana de las últimas décadas del siglo pasado.

Aunque especializado en obstetricia, J. M. Rodríguez además se interesó profundamente por la química. Recibió clases y trabajó directamente con Leopoldo Río de la Loza, considerado la máxima autoridad mexicana en la materia en la época en que se fundara la Academia Nacional de Medicina (década de 1860). De hecho, J. M. Rodríguez fue uno de los miembros fundadores de la Sociedad de Químicos³⁸.

Por su formación, Rodríguez llegó a formular un marco especial dentro del cual quedan explicados fenómenos tan diversos como la fecundación, el desarrollo, el origen de algunas monstruosidades y enfermedades hereditarias y, hacia el final de su vida, la variación fenotípica.

J. M. Rodríguez se encuentra entre los autores que sostuvieron siempre concepciones materialistas a lo largo de toda su carrera. Aunque, desde luego, sus opiniones se van adaptando a la información que llega de Europa sobre los avances hechos en diferentes áreas tanto de la medicina como de la biología en general, conservó el núcleo central de su marco explicativo: concebir la reproducción y el desarrollo como fenómenos en los que están involucradas entidades materiales, elementos químicos que racionan entre sí para conformar al nuevo ser.

En 1871, J. M. Rodríguez escribe :

No puede haber duda ya, pues los hechos lo demuestran evidentemente, que la fecundación es el resultado, más que del

³⁸ . Para mayor información sobre las plazas que J. M. Rodríguez ocupó como docente en la Escuela de Medicina y los cargos que ejerció en la Academia de Medicina, consultar: L. Troconia Alcalá. Bosquejo biográfico de D. J. M. Rodríguez. *Gaceta Médica*, 1895. 32: 2-8; 53-61.

contacto, más que de la mezcla, de la combinación misma, digámoslo así, de los elementos de la esperma fecundante [que más abajo especifica como el espermatozoide] con los del óvulo.³⁹

Aunque más tarde modificará su posición, en esta época Rodríguez cree que estos elementos se encuentran organizados de alguna manera dentro del óvulo (como en una especie de preexistencia), pues, según él, posee una "anatomía" que explica la formación de los órganos en el embrión:

Desde el momento mismo en que se insinúa la fecundación del óvulo, se inaugura también lo que los fisiólogos han llamado **la autonomía de los elementos anatómicos**; es decir, esa vida propia de que disfrutaban sus partes constituyentes, y en consecuencia todos los tejidos, todos los sistemas, todos los órganos.⁴⁰

Sin embargo, la organización observada por los elementos del óvulo sólo funcionan como "núcleos" en torno a los cuales se van agregando más moléculas mediante reacciones químicas. La serie de reacciones de agregación molecular terminará de conformar a los órganos a lo largo del proceso del desarrollo embrionario⁴¹.

Esta concepción del desarrollo en la que no se toma en cuenta la teoría celular será abandonada por J. M. Rodríguez hacia el final de su vida (principios de la década de 1890) conforme se hacen nuevos descubrimientos en materia de citología. Así, para 1892 ha adoptado ya la explicación corriente y moderna sobre el desarrollo:

La célula-óvulo está de sazón y llega a su completa madurez cuando se verifican y terminan los fenómenos carioquinéticos. El fin de éstos es eliminar una parte de los elementos cromáticos (probablemente masculinos) de la vesícula germinativa [meiosis]. Madurado el huevo, ya queda listo para ser fecundado, y la fecundación consiste, como es sabido, en el encaje de la cabeza del espermatozoide o espermatozoides por los conos de atracción que aquel les presenta, y la penetración del o de los pronúcleos masculinos en la vesícula germinativa o pronúcleo femenino; el núcleo [...] que de ahí resulta se divide por carioquinesis, la proliferación celular prosigue y en

³⁹ J. M. Rodríguez. Anomalías que presentan varios individuos de la familia de Don Atanasio Alegre (natural de Guanajuato) y otras personas residentes en esta capital. *Gaceta Médica*, 1870. 6: 220.

⁴⁰ J. M. Rodríguez. Descripción de un monstruo humano derencéfalo, nacido en México el mes de Diciembre de 1866. *El Porvenir*. 1870. 2:63.

⁴¹ *Ibid.*, : 63

consecuencia origina la masa celular que se llama *el blastodermo*, [etc].⁴²

J. M. Rodríguez está al día con todo el conocimiento sobre los procesos que involucra la reproducción y el desarrollo y, aunque los ha adoptado, no los relaciona con su antigua concepción química de la reproducción. Aparentemente, para él ambas teorías pueden ser compatibles, pues sigue tomando como paralelo de la fecundación una reacción química:

Y pues las cosas arduas, abstrusas de difícil inteligencia, no son comprensibles si no se echa mano de aproximaciones plásticas y de comparaciones de bulto, diré que observando los efectos de la fecundación del huevo humano, y comparándolos con las de esa otra inagotable fuente de transfiguración, las reacciones químicas, no palpo diferencias sensibles.⁴³

La única diferencia que adapta para hacerlas compatibles precisamente, es que los elementos (químicos) de que están compuestos el óvulo y el espermatozoide ahora se localizan exclusivamente en los pronúcleos y no en toda la célula, e introduce además un nuevo elemento: la *fuerza de la vida* y de la electricidad como iniciadoras de la reacción que se lleva a cabo en el momento de la fecundación⁴⁴.

J. M. Rodríguez no sólo no ha abandonado su antigua idea, sino que la ha complicado y extendido para explicar otros fenómenos que han ido permeando en la ciencia mexicana y en la medicina en particular: la evolución.

Para Rodríguez, el origen de la variación se localiza precisamente en este comportamiento químico de los elementos que componen al espermatozoide y al óvulo. La variación -entendida como las diferencias que se observan entre los organismos de una misma especie-, es el reflejo de reacciones químicas que aunque utilizan los mismos elementos en las mismas cantidades, se llevan a cabo bajo diferentes circunstancias ambientales y dan origen así, a entidades con una composición similar (razón por la cual el tipo de la especie se conserva), pero con diferente aspecto:

⁴². J. M. Rodríguez. Estudio sobre varias monstruosidades endocimianas observadas en esta capital. *Gaceta Médica*, 1892. 28: 167.

⁴³. *Ibid.*, : 170.

⁴⁴. *Ibid.*, : 169.

Con iguales cantidades de unos mismos radicales o compuestos, se obtienen diferentes cuerpos que en nada se parecen. La alotropía, la isomería, con sus variantes, la metamería, y la polimería, son hechos reales y efectivos. El diamante, el grafito y el carbón amorfo, forman una *trinidad* compuesta de tres individualidades distintas y de un sólo carbono verdadero ¡En qué se parecen! [...] ¡No es un hecho cierto que las especies criadas, trátese del hombre, de los animales, o de las plantas, esparcidos en los diferentes climas y expuestos a la acción de un gran número de causas modificativas, están sujetos a multitud de variaciones en cuanto a la forma y en cuanto al volúmen proporcional de sus órganos componentes, a un grado tal que un individuo observado a dos distintas edades, ofrece numerosas diferencias! El tipo específico se mantiene no obstante.⁴⁵

El movimiento molecular es la fuente de transformación de toda la materia, tanto de la orgánica como de la inorgánica; las leyes que rigen la transformación en una y otra son las mismas. En este sentido es que J. M. Rodríguez encuentra una razón para comparar la fecundación con una reacción química, pues, de alguna manera entiende el desarrollo embrionario también como una transformación que se inicia en el momento de la fecundación.

1.6 La herencia normal y la herencia patológica

El tema de la herencia en la medicina mexicana aparece tratado bajo tres diferentes aspectos.

- 1) Encontrar las leyes bajo las cuales actúa.
- 2) Delimitar cuáles enfermedades obedecen a una causa hereditaria y cuáles obedecen a causas diferentes.
- 3) Conocer la causa o las causas de la alteración del germen en las enfermedades hereditarias.

El primer aspecto está en relación con un tipo de herencia que llamaré *normal*, pues tiene que ver con la transmisión de caracteres no patológicos.

Los dos últimos tienen que ver con un tipo de herencia que llamaré *patológica*, pues concierne a la transmisión de enfermedades.

1.6.1 La herencia normal. La herencia y la evolución.

⁴⁵. *Ibid.*, : 171.

La búsqueda de "leyes" en la medicina mexicana de las últimas décadas del siglo XIX concierne a la búsqueda de generalizaciones de tipo más bien descriptivo⁴⁶.

El artículo *El origen teratológico de las variedades, razas y especies* de José Ramírez⁴⁷, es una fuente importante de información acerca de las concepciones sostenidas por algunos integrantes de la comunidad médica mexicana de este período, no sólo con respecto de la herencia, sino también sobre la reproducción, el desarrollo, la adaptación y la evolución.

Para José Ramírez, el fenómeno de la herencia (que entiende como la transmisión de las características físicas y morales de los padres a los hijos) en la generación sexual es "un hecho puramente mecánico, resultado [...] de la unión material de dos organismos productores"⁴⁸.

J. Ramírez equipara la producción de las células reproductoras con una especie de gemación asexual. Los padres producen óvulos o "celdillas espermáticas" según el caso, mediante el crecimiento simple de dichas células: por una mera nutrición de las mismas. La diferencia con cualquier otro tipo de células del organismo generador, es que las células reproductoras son capaces de separarse del organismo que las produce y de adquirir una existencia propia e independiente pero, sin ser capaces de dar origen por sí mismas a un nuevo organismo (como podría ser el caso de una yema o de una espora).

Para que un nuevo organismo pueda ser originado, es necesaria la unión de la célula proveniente del macho y de la célula proveniente de la hembra. Sin embargo, ambas células no son equivalentes, el óvulo es el que en última instancia "contiene la sustancia que formará el nuevo individuo", y el espermatozoide sólo "produce la sustancia fecundante". Al mezclarse ambos "gérmenes, por una acción recíproca y desconocida, dan un impulso al desarrollo del nuevo individuo" y, no se necesita nada más que este "impulso" porque en la concepción de Ramírez:

El crecimiento y el desarrollo de todo organismo superior se reduce a la simple multiplicación de las celdillas que lo constituyen.⁴⁹

⁴⁶. Ejemplos de estas declaraciones pueden encontrarse en el artículo de Ponciano Herrera y Fuentes *op cit*:151-171. Y en el mismo volumen: De la Fuerza Medicatriz de Ramón López Muñoz, *op cit*:141-150.

⁴⁷. J. Ramírez. El origen teratológico de las variedades, razas y especies. *La Naturaleza*, 1878. Tomo 4: 236-246.

⁴⁸. *Ibid.*, : 237.

⁴⁹. *Ibid.*, : 238.

La herencia y la adaptación son las dos grandes actividades vitales de los organismos, y la evolución un producto de la combinación de ambas. Aunque Ramírez utiliza conceptos procedentes de la teoría evolutiva, la manera en que los concibe es bastante distinta de la propuesta por Charles Darwin. La suya, es una interpretación completamente fisiológica en la que, tanto la función de la nutrición -que tiene que ver con el medio interno- en los organismos, así como la interacción de éstos con su medio externo, juegan un papel preponderante.

Los fenómenos de la herencia son clasificados en un cierto número de leyes o hechos, que caen dentro de dos tendencias antagónicas: una, en la que los individuos legan a la descendencia las características que han heredado de sus antecesores (*herencia conservadora*) y otra, en la que legan las características que han adquirido durante su vida (*herencia progresiva*).

La "adaptación o variación" se enlaza con la herencia cuando ésta actúa en su tendencia progresiva y, tiene como causa general la actividad fisiológica de la nutrición. Las diferencias en las condiciones del medio interno y externo de los organismos son las responsables de todos los tipos de variación desde las más pequeñas hasta las mayores que son las responsables del cambio evolutivo. Dicho cambio puede darse de distintas maneras: una, es mediante la acción prolongada de condiciones externas distintas de las normales, o modificaciones en los hábitos de vida o el uso o desuso de ciertos órganos; otra, es mediante salto brusco o producción de monstruosidades, siempre y cuando éstas sean compatibles con la vida y; una más, es por medio de hibridación. Las dos primeras tienen como causa próxima la adaptación y como causa última cambios en la nutrición; la tercera es causa del principio de la herencia mezclada.

El famoso fisiólogo mexicano Porfirio Parra en su artículo de 1897 sobre la ineidad y la herencia⁵⁰, comparte básicamente el mismo cuadro explicativo en cuanto a las tendencias conservadora y progresiva de la herencia utilizándolo, además, como base para explicar la aparente irregularidad en la transmisión hereditaria de los caracteres entre las generaciones. Para ello, visualiza la herencia como una fuerza que puede adoptar una tendencia conservadora y una progresiva al mismo tiempo, pero con diferentes intensidades:

En la herencia acumulativa [o progresiva] se verifica un fenómeno digno de la mayor atención. Se colige muy bien que pueda haber antagonismo entre la estructura orgánica que un individuo recibió por herencia, y las modificaciones, que en el curso de su vida esta estructura sufrió, y que él va a transmitir a sus posteriores; entonces se

⁵⁰. Porfirio Parra. ¿La ineidad es una fuerza antagonista de la herencia, o es una forma de esta última? *Gaceta Médica*, 1897. Tomo 34: 544-553.

presenta el interesante hecho del conflicto entre las transmisiones hereditarias, pudiendo en ese conflicto neutralizarse los dos influjos, o superar por completo uno de ellos.

Teniendo presente los varios influjos hereditarios que un individuo puede transmitir a sus hijos por vía de herencia, las luchas o conflictos que entre ellos pueden surgir, nos damos cuenta de la aparente irregularidad de los hechos concretos, aún mejor nos la daremos si tenemos presente que el influjo hereditario puede permanecer en germen más o menos tiempo.⁵¹

1.6.2 La herencia patológica

Qué enfermedades reconocen un origen hereditario.

El interés en conocer con precisión que enfermedades tienen una causa hereditaria pertenece a un antiguo programa de investigación en medicina⁵². Al respecto, se trata de presentar pruebas que ayuden a eliminar de manera clara, la posibilidad de un origen diferente al hereditario, como por ejemplo, causas congénitas (que tienen su origen en el período intrauterino) o ambientales.

En este programa se tratan en México, sobre todo el origen de ciertas mounstruosidades. Un ejemplo es el de la polidactilia. En *Anomalías que presentan varios individuos de la familia de D. atanasio alegre (natural de Guanajuato) y otras personas residentes en esta Capital* de J. M^a Rodríguez⁵³, se ratifica esta mounstruosidad como absolutamente hereditaria al hacer un seguimiento de la polidactilia dentro de tres generaciones de la familia del señor Atanasio Alegre.

En realidad, la polidactilia es una de las pocas mounstruosidades reconocida como inequívocamente hereditaria. Otras como la ectromelia⁵⁴ y la ectrodactylia⁵⁵ se muestran algunas veces como hereditarias y otras como congénitas. Para la época, dado el estado de conocimientos en embriología, es difícil establecer de manera incontestable una causa hereditaria o una congénita. Sin embargo, se registra cada caso, se hace una descripción y clasificación del mounstruo (generalmente según Geoffroy de St. Hilaire) y se intenta establecer la causa.

⁵¹ *Ibid*:552.

⁵² Carlos López Beltrán *op. cit.*

⁵³ J. M^a. Rodríguez. *Op cit.*

⁵⁴ J. M^a. Rodríguez. Mounstruosidades ectromelianas. *Anales de la Sociedad Humboldt*, 1871. Tomo 1: 275-295.

⁵⁵ J. M^a. Rodríguez. Descripción de un feto hidrocefalo, ectrodactylo, nacido en México el día 27 de Febrero de 1871. *Gaceta Médica*, 1871. Tomo 6: 129-136.

Cuál es la causa de la alteración del germen

J. M. Rodríguez extendió también su marco explicativo al campo de la patología, y en especial, al de la teratología.

Rodríguez atribuye ya desde su artículo de 1871, como las causas de algunas monstruosidades y enfermedades consideradas hereditarias por los patólogos, a la alteración material de los elementos de las células reproductivas antes de la fecundación:

Si a lo que la observación enseña se agregan los resultados de la experimentación directa en los animales [...] es evidente ya que algunas anomalías, al menos, provienen del influjo que ejercen ciertas causas perturbadoras sobre ciertos órganos del feto en vía de formación o que están desarrollándose.

Esto supuesto, yo pregunto ¿por qué no se ha de admitir el influjo de esas mismas ó de otras causas perturbadoras sobre el germen humano en el momento mismo de ser fecundado ó antes de serlo?

¿Qué [...] tiene de violento admitir que el óvulo o el espermatozoide humanos aún antes de ponerse en contacto sufran una de tantas modificaciones que si no los inhabilite para formar al nuevo ser, si los vicia y predisponga a desarrollarse de una manera mas o menos distinta de la que se observa ordinariamente? [...] ¿De qué depende esto? De la temperatura, la presión, la electricidad, la cantidad y calidad de los componentes.

Y un poco más abajo:

Pero si no fuere así ¿cómo explicaremos por qué un polidactilo, un ectrómelo v.g., transmiten a generaciones enteras el mismo vicio de organización de que nacieron afectados? [...] ¿No vemos todos los días personas afectadas de tuberculosis, de histeria, de epilepsia, hijos, nietos y biznietos de tísicos, histéricos y epilépticos?⁵⁶

De una manera similar opina catorce años más tarde otro miembro de la sociedad médica, José Olvera acerca de las enfermedades hereditarias.

En su artículo *Tres hechos de semejanza patológica en los gemelos*, Olvera comienza por distinguir el "temperamento" de cada persona actuando junto con el ambiente, como una de las principales causas que explican la "receptividad" de las personas hacia las enfermedades en general, pero una vez considerada esta causa queda otra que se refiere a la "viciación celular" del óvulo y/o el esperma, la cual crea una "receptividad especial para un

⁵⁶ . J. M. Rodríguez. Anomalías que presentan varios individuos de la familia de D. Atanasio Alegre ... :221.

grupo de enfermedades" ⁵⁷. Esta receptividad, sin embargo, puede tener diferentes grados y en ello Olvera distingue claramente las posibilidades de cruza entre los padres, así, dice:

Si [...] pensamos en las calidades que poseen el óvulo y el fluido fecundante de cada uno de ellos o de ambos [padres], resultarán: o una disposición especial transmitida por herencia para hacer eficaces causas morbíficas, o una neutralización de la susceptibilidad transmitida por un lado, por la resistencia saludable del otro, en contra de las mismas causas generadoras del mal, o una reforzada combinación de resistencias, si a la vez el padre y la madre poseen naturalezas privilegiadas; o una refinada impresionabilidad si por ambos progenitores se legan al vástago calidades nocivas.⁵⁸

De tal forma, en los casos en que ambos padres legan a la descendencia "calidades nocivas", lo que aumenta es la probabilidad de que el individuo adquiera una determinada enfermedad y a esto se refiere el autor con una "refinada impresionabilidad". La herencia se entiende así como una predisposición que varía en grado.

Aunque esta predisposición se mantiene dentro de una familia durante muchas generaciones, también puede desaparecer, así como dentro de la misma familia pueden adquirirse nuevas. Las causas que contribuyen a la adquisición de nuevas predisposiciones dentro de una familia son:

El cambio de costumbres, ya por educación diversa de la que se había seguido en los abuelos, debido al ingreso de consortes que vienen a imponer otros usos y por tanto otro modo de vivir, ya sea a que la época caracterizada ahora por una nueva civilización cambiando radical y repentinamente la manera de educar, de creer, de mantenerse y de vestirse, viene a ser causa esa nueva civilización de una modificación en las naturalezas, y a los que los toca iniciar el cambio, si no resienten por esto quebrantos en su salud, legan ya una nueva constitución a los hijos, en el supuesto de que dicho cambio sea de lo bueno a lo malo.⁵⁹

Así pues, la herencia puede ser modificada en una sola generación y tales cambios están determinados por el ambiente o entorno social,

⁵⁷. J. Olvera. Tres hechos de semejanza patológica en los gemelos. *Gaceta Médica*, , 1885. Tomo 20: 238.

⁵⁸. *Ibidem*.

⁵⁹. *Ibid.*, : 239.

principalmente. En ello, Olvera está a tono con las opiniones de otros médicos como José Ramírez o Porfirio Parra que ponderan el papel del medio en el cambio que puede darse en los organismos y en las especies.

1.7 La herencia en la medicina mexicana a principios del siglo XX y el surgimiento de la genética.

El artículo de 1897 *¿La ineidad es una fuerza antagonista de la herencia, o es una forma de esta última?* de Porfirio Parra es el último artículo que podemos encontrar dentro del siglo XIX sobre herencia y fenómenos relacionados.

En los primeros años del siglo XX (1900-1914 específicamente), encontramos otros dos artículos y una nota que tratan acerca del tema de la herencia⁶⁰. En dichos escritos no se han alterado de manera notoria las nociones que he presentado a lo largo del presente capítulo⁶¹.

Aparentemente, el surgimiento de la genética (1900) no tiene una repercusión inmediata en la comunidad médica. Esto, sin embargo, no significa una simple falta de información, sino más bien que la "nueva ciencia" no ha sido aceptada como tal por los médicos mexicanos. Dicha conclusión la tomo basada en una pequeña revisión de los libros de texto de biología escritos por autores mexicanos en este siglo.⁶²

Para el año de 1904, Alfonso L. Herrera habla en su libro *Nociones de Biología*⁶³ de las "leyes de Mendel" (no de las leyes de la herencia) y de las "leyes de De Vries", pero consideradas no de manera independiente, sino dentro del campo de la evolución y específicamente, dentro del capítulo que denomina *Hechos de la evolución; Segundo período: de demostración*. Aquí, Herrera trata de una manera muy somera las "Leyes de Mendel", pues sólo se refiere a la "ley de dominancia" incluyendo algunos ejemplos en la

⁶⁰. Francisco Semeleder. Hereditad y casualidad. *Gaceta Médica*, 1901. Tomo 1, 2ª serie: 78-81; Nota. Herencia de la lepra. *Gaceta Médica*, 1907. Tomo 2, 3ª serie: 203-204 y; J. Cosío. La herencia en las enfermedades familiares. *Gaceta Médica*, 1910. Tomo 5, 3ª serie.

⁶¹. Se sigue dando una gran importancia al medio. Por ejemplo, en la nota sobre la lepra, sólo se hace la indicación de que esta enfermedad es contagiosa y no hereditaria como se había crido siempre; en la herencia y la casualidad se confiere una importancia mucho mayor al período de desarrollo intrauterino para enfermedades generalmente atribuidas al influjo hereditario.

⁶². Considero válido hacer una exploración en los libros de texto de biología porque los primeros biólogos surgen de entre los médicos y para el momento del que estoy tratando, ambas comunidades no se han separado todavía.

⁶³. A. L. Herrera. *Nociones de Biología*. Imprenta de la Secretaría de Fomento, México, 1904.

formación de híbridos y, dado el marco evolutivo que maneja, falta por completo la teoría cromosómica de Boveri y Sutton.

Para 1922, se publica la primera edición de un segundo texto de biología, *Tratado Elemental de Biología*, cuyo autor es otra de las figuras importantes de la biología mexicana, Isaac Ochoterena. En la 6ª edición (1942) incluye ya los capítulos sobre: *Herencia* (XIII); *Leyes de Mendel* (XIV) y; *Teoría para explicar la Herencia. Teoría Cromosómica* (XV). En el capítulo sobre la *Herencia* define a ésta como "el fenómeno de la transmisión de caracteres morfológicos y de cualidades fisiológicas de un ser a su descendencia", y recalca la interacción entre el material hereditario y el ambiente, al declarar que "lo que se hereda son tendencias, es decir, nada más que potencias, posibilidades de desarrollo... la capacidad de hacer algo determinado en condiciones determinadas [...] Cada propiedad tiene una raíz doble: la constitución hereditaria y el medio ambiente"⁶⁴.

Entre el año de 1900 y 1942 existe una gran distancia, y sin embargo, aunque la teoría hereditaria ha sido condimentada ya con los descubrimientos en materia de citología principalmente, la definición de herencia no varía mucho de la proporcionada por los médicos de finales del siglo XIX.

Así, al parecer, en el campo teórico la visión sobre la herencia no se modifica de manera sustancial en los primeras décadas del siglo XX ni dentro de la comunidad médica, ni dentro de la comunidad de biólogos que se encuentra en formación.

Por otra parte, es posible que ningún programa relevante de investigación teórica en genética haya sido iniciado ni por los médicos, ni por los biólogos, sino hasta el año de 1960 con el Programa de Genética y Radiobiología, integrado a la Comisión Nacional de Energía Nuclear. Dicho programa estuvo dirigido por Alfonso León de Garay y en él actúan precisamente médicos y biólogos. Dentro de los principales objetivos del programa se encuentran diversos aspectos específicos del proceso hereditario, desde el nivel molecular hasta la Genética de Poblaciones⁶⁵.

Mientras tanto, La investigación genética "práctica" o tecnológica se vino desarrollando con algunas décadas de anticipación en un área considerada básica para el desarrollo económico de cualquier país: la agricultura.

⁶⁴. Ochoterena, Isaac. *Tratado Elemental de Biología*. 6ª edición. Ediciones Botas, México, 1942: 51-52.

⁶⁵. Comisión Nacional de Energía Nuclear. Programa de Genética y Radiobiología. *Informe 1960-1970*. México, 1970.

CAPITULO II

LA INTRODUCCIÓN DE LA GENÉTICA EN MÉXICO

2.1. Qué se entiende por "introducción" de la genética en México

Para señalar el momento aproximado de la introducción de la genética en México y cuál es el área en que primero se introduce, es necesario aclarar primero el sentido en que estoy considerando la palabra "introducción". Según Conry la "introducción" de una ciencia la podemos localizar en varios niveles, el primero es el nivel intelectual, en donde la ciencia en cuestión se discute pero no se ejerce; el segundo, se refiere al nivel político, donde la ciencia se utiliza ideológicamente pero no se practica y; el tercero, que es el nivel propiamente científico⁶⁶. En este último nivel no es necesario solamente que la ciencia -en este caso la genética- sea conocida por los científicos de un país, sino que sea practicada por ellos por medio de programas de investigación.

En el caso de México, durante las dos primeras dos décadas del siglo XX al menos, en las publicaciones médicas y en los primeros libros de texto de biología, se habla ya de "leyes de la herencia", "leyes de Mendel" e "hipótesis sobre la herencia". Sin embargo, este conocimiento no da lugar a que se inicie ningún programa de investigación sistemática en herencia o genética, y así, tomando el sentido operativo de la introducción de una ciencia, no es sino hasta la década de 1930 que la genética realmente se introduce en México, y con una fuerza y un empuje aún mayores a partir de la década de 1940.

Quienes empiezan a planear y ejecutar programas de investigación en genética ligados a la investigación agrícola son, los agrónomos.

La pregunta que se desprende de los datos presentados hasta este momento es ¿por qué siendo los médicos una comunidad mucho más fuerte y cimentada, y siendo ellos quienes durante las últimas décadas del siglo pasado se encargaban de estudiar los fenómenos hereditarios, sobre todo desde una perspectiva reduccionista, no son ellos los primeros en hacer investigaciones genéticas? Las respuestas pueden ser diversas, sin embargo, desde mi perspectiva, la respuesta más acertada se encuentra más bien dentro del campo de la política y de la economía, es decir, la introducción de la genética vía la agronomía referida a las necesidades más urgentes que el país

⁶⁶ . I. Conry. *L'introduction du Darwinisme en France au XIXe siècle*. Ed. Vrin, Paris, 1974.

presenta en ese momento histórico, hacen que esta última reciba un apoyo mayor que otras disciplinas por parte del gobierno⁶⁷.

2.2. La Genética en la Agricultura.

2.2.1. Antecedentes de la investigación agrícola en México.

La investigación agrícola científica coordinada por instituciones gubernamentales tiene su origen en el Porfiriato. El gobierno de Porfirio Díaz mantuvo un gran interés por fomentar la agricultura de exportación ya que ésta generaba divisas y ayudaba a equilibrar la balanza de pagos⁶⁸. El apoyo para la generación de productos agrícolas de exportación incluyó no solamente las facilidades jurídicas y legales para los productores tanto nacionales como extranjeros⁶⁹, sino la introducción de maquinaria e implementos agrícolas modernos, así como la aplicación de las ciencias médicas y biológicas en el cuidado de los cultivos y de los animales (principalmente ganado).

Por otra parte, la acción del gobierno de Díaz en favor de la agricultura se encaminó también a impulsar la investigación agrícola experimental y la educación agrícola superior. Fue sobre todo gracias a uno de los últimos Ministros de Agricultura de su gobierno que se crearon las primeras estaciones experimentales y que se modernizó la Escuela Nacional de Agricultura (ENA, hoy UNACH) dando a sus carreras una orientación más

⁶⁷. A las luchas armadas provocadas por la Revolución, prosiguió la lucha política por el poder en la década de 1920-1930. Entre ambas afectaron de una manera considerable a la economía mexicana en todas sus partes. Uno de los ramos que había sufrido mayores daños era el de la agricultura. Los gobiernos postrevolucionarios estaban conscientes ya de la necesidad de conseguir una rápida recuperación del sector agrícola, pero el problema político y la escasez de fondos les impidió emprender las acciones necesarias. Aún en la década de 1930, con el problema político resuelto en favor del grupo de Plutarco Elías Calles y algunos agrónomos empezaron a introducir a pequeña escala los métodos modernos de genética agrícola aprendidos en universidades norteamericanas, pero, no fue sino hasta 1940 que otros factores de tipo también político y económico permitirían una utilización más expansiva de la investigación genética agrícola.

⁶⁸. G. Von Webster. *La Agricultura en el Porfiriato: 1876-1911*. En *Primer Simposio de ciencias agronómicas*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas de Chapingo, México, 1992:135-137.

⁶⁹. Por ejemplo, para la adquisición de predios "baldíos" (que en muchos de los casos pertenecían a comunidades indígenas) y el uso de aguas federales.

técnica⁷⁰. Así, para 1907 el nuevo programa de la Escuela Nacional de Agricultura incluía la formación de Ingeniero Agrónomo, Médico Veterinario y de técnicos en Mecánica Agrícola y en Agronomía⁷¹.

Al mismo tiempo, se planeó el establecimiento y operación de una estación experimental de investigación anexa a la Escuela de Agricultura. Dicha estación sería la estación central y coordinadora de otras tantas que estarían ubicadas en Cd. Juárez, Chih⁷², Río Verde, S.L.P., Villahermosa, Tab., Oaxaca, Oax., El Dorado, Sin., Sn. Pedro, Coah. y una en Yucatán. El Ministerio de Agricultura contrató especialistas de Francia, pero con el inicio de la revolución en 1910, sólo llegaron a operar las primeras cuatro⁷³.

En las estaciones experimentales se produjo una considerable cantidad de publicaciones -al menos 45 circulares y 80 boletines- a pesar de los pocos años en que funcionaron (de 1908 a 1914 aproximadamente). La temática de las publicaciones es variada, pero predominan principalmente los tópicos relacionados con las enfermedades y plagas de plantas y animales, y los temas en veterinaria general, así como las instrucciones sobre cómo sembrar adecuadamente ciertos cultivos (como la cebada, el lúpulo, la higuera, el arroz, etc.), o recomendaciones sobre la conveniencia de introducir otros nuevos (ver Apéndice I).

Bajo el título de *Cultivo experimental de algunas variedades de maíz* encontramos un trabajo que en cierta manera podría estar relacionado con las primeras aplicaciones que de la genética se hicieran en la agricultura, y que tienen que ver con la selección de los individuos mejor dotados (en cuanto a rendimiento, precocidad, resistencia a las sequías y vigor) y con el

⁷⁰. Por iniciativa del Ministro Olegario Molina, el Congreso de la Unión expidió el decreto de 14 de Noviembre de 1907 para que la Escuela Nacional de Agricultura pasara nuevamente a depender de la Secretaría de Fomento. En la exposición de motivos pide que ésta deje de ser dependencia de la Secretaría de Instrucción Pública y argumenta la importancia que la agricultura ha ido adquiriendo para la nación, el "progreso" que ha alcanzado y lo poco que éste corresponde al nivel en que se encuentra la educación agrícola superior. Así, al depender la Escuela de Agricultura directamente de la Sría. de Fomento, se podrá vigilar más de cerca lo que en ella se enseña y de esta manera, la formación de los técnicos que el país necesita. Tomado de R. Escobar. *La Instrucción Agrícola en México*. Secretaría de Agricultura y Fomento, México, 1909. :49-56.

⁷¹. P. Reyes. *Historia de la Agricultura: información y síntesis*. A.G.T. Editor. S. A., México, 1981 :127.

⁷². La estación experimental de Cd. Juárez estaba anexa a una escuela de agricultura fundada en ese estado en 1906 por el Ing. agrónomo Rómulo Escobar. Aunque la escuela era particular, la investigación llevada a cabo en el campo experimental era publicada por la Secretaría de Fomento.

⁷³. J. R. Vallejo. *Historia de la Agricultura y de la Fitopatología (con referencia especial a México)*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Chapingo, México, 1992 :67.

mejoramiento vegetal de las variedades seleccionadas a través de la continuación del proceso de selección a lo largo de muchas generaciones⁷⁴. En dicho artículo lo que se hace es precisamente el primer paso para el mejoramiento de variedades: sembrar diferentes tipos de maíz procedentes de diferentes lugares de la República para separar posteriormente las líneas puras.

Sin embargo, en las últimas publicaciones de la estación experimental de Chihuahua (1914), no hay noticias sobre los resultados del experimento o sobre su seguimiento, así como tampoco existen noticias en ninguna de las otras estaciones experimentales (ver apéndice 1).

2.2.2. La investigación agrícola y la utilización de la genética en el período 1920-1960.

2.2.2.1. Tendencias en la política económica agrícola del período.

En *La modernización de la agricultura mexicana: 1940-1960*⁷⁵, la politóloga Cynthia Hewitt de Alcántara habla acerca de las consecuencias sociales que tuvo la introducción de la "revolución verde" en México, en la calidad de vida del campesinado (Apéndice 2).

Según Hewitt, a finales de las décadas de los 30's y los 40's había dos corrientes políticas dentro de los círculos de poder encargados de guiar y dirigir las acciones a seguir en el agro mexicano, que se reflejaron e influyeron en las instituciones encargadas de la investigación en genética vegetal. Esta división en el poder político del país tuvo sus raíces en el Porfiriato, y se reflejó en el movimiento de la Revolución Mexicana como una lucha de clases. Así, existían quienes luchaban por la creación de una agricultura campesina viable basada en las tradiciones de tenencia comunal de la tierra anteriores a la revolución, y los que propugnaban por la empresa privada en gran escala. Era en el fondo, en palabras de Cynthia Hewitt, "un conflicto entre los intereses del campesinado y los de una clase media en marcha, entre los partidarios de Zapata y los de Carranza"⁷⁶.

Aunque la atención al mejoramiento de la tecnología agrícola formó parte intermitente de la política oficial en México desde que empezó el siglo,

⁷⁴. Secretaría de Agricultura, Fomento y Colonización. Boletín No. 8 *Cultivo experimental de algunas variedades de maíz*. Estación Agrícola Experimental de Cd. Juárez, Chih. México, 1907.

⁷⁵. C. Hewitt. *La modernización de la agricultura mexicana: 1940-1970*. Siglo XXI editores, 5ª edición. México, 1985.

⁷⁶. C. Hewitt, *op. cit.*:17.

la investigación destinada a aumentar la producción de alimentos para el consumo nacional (recuérdese que a finales del Porfiriato se fomentaban los cultivos de exportación) no empezó a escala digna de mención sino en los años treinta, en especial en el período de la administración de Lázaro Cárdenas del Río (1934-1940), y con mayor fuerza en los 40's.

La filosofía de desarrollo económico de Cárdenas era agrarista, estaba en línea con el pensamiento de Zapata; Cárdenas creía que la mayor productividad del campo mexicano estaba íntimamente vinculada a cambios de estructura que transformarían las grandes propiedades agrícolas capitalistas en cooperativas de campesinos y jornaleros. De esta manera, los primeros agrónomos mexicanos formados en la aplicación de las nuevas tecnologías agrícolas compartían la misma filosofía de Cárdenas y se preocupaban más por hallar soluciones a los problemas de índole práctica que enfrentaban el común de los campesinos, que por importar tecnología extranjera⁷⁷.

El grupo cardenista, encabezado por el Ing. Agrónomo Edmundo Taboada Ramírez, se formó y llevó a cabo sus investigaciones dentro de los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura fundados en 1933. El conjunto de campos experimentales se convirtió más tarde en el Departamento de Campos Experimentales (DCE), y hacia finales de los cuarenta, en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA).

Por otro lado, al comenzar la década de 1940 y al cambio de gobierno de Cárdenas por Manuel Ávila Camacho (1940-1946), resurgió en el poder la tendencia capitalista en la agricultura; la tendencia a incrementar la producción en el próspero sector privado de la agricultura mexicana de manera que pudiera proveer de un excedente que permitiera alimentar a las ciudades en rápida expansión y aprovisionara a las nuevas industrias⁷⁸.

Dentro de la tendencia capitalista se formó otro grupo de investigadores mexicanos en agricultura integrados en el llamado Programa Agrícola Mexicano (específicamente dentro de la Oficina de Estudios Especiales) de cooperación entre el gobierno mexicano y la Fundación Rockefeller de Estados Unidos. Es decir, integrados a la introducción del "paquete tecnológico" característico de la "revolución verde" que empezó en México y fue transferida más tarde a otros países del Tercer Mundo.

A pesar que en el fondo estas dos tendencias delineadas por Hewitt tienen los mismos objetivos -lograr un aumento en la producción de alimentos básicos en México- y que, como veremos, emplearon la misma metodología, según la autora, además del tipo de productor agrícola hacia

⁷⁷. *Ibid.*:31.

⁷⁸. *Ibid.*, :32.

quién y para quién estas dos líneas enfocaban la investigación agrícola, existió entre ambas una importante diferencia en cuanto al apoyo económico y administrativo brindado por el gobierno federal durante los 40's y 50's. Las discrepancias de tipo político propiciaron a su vez una relación más bien distante entre ambas instituciones durante esas décadas.

Debido a que dichas instituciones evolucionaron de una manera paralela a partir del momento de su respectiva creación y para facilitar el seguimiento de cada una y de la investigación genética que dentro de ellas se llevaba a cabo, adopto las dos tendencias descritas por Hewitt.

La primera tendencia, la agrarista, es la que conduce al Instituto de Investigaciones Agrícolas y su figura principal es Edmundo Taboada Ramírez. La segunda, corresponde a la mirada capitalista, y nos lleva a la Oficina de Estudios Especiales, dirigida a lo largo de toda su existencia por investigadores norteamericanos. Ambas líneas se fundieron finalmente en 1960 para formar el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) cuya trayectoria ya no es tratada en este trabajo por tratarse de una segunda etapa en la historia de la agronomía en México.

2.2.2.2. Los campos experimentales de la Secretaría de Agricultura y Fomento (SAF), la Oficina de Campos Experimentales y el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA).

Desde mediados de la década de 1920, en los expedientes de agricultura de la Secretaría de la Presidencia se habla del "mejoramiento vegetal" de cultivos como el algodón⁷⁹, y "del estudio de las variedades cultivadas, de la conveniencia de introducir otras nuevas o mejorar las que existen" y de la "catalogación de los híbridos y sus posibilidades" para el caso del olivo⁸⁰.

Como ciencia, la primera referencia a la genética que encontré fue dentro del Informe presidencial de Emilio Portes Gil en el año de 1929⁸¹. Sin embargo, al parecer, estos primeros intentos no lograron consolidarse debido a la ausencia de una estructura administrativa que les diera continuidad y forma dentro de la SAF. No es sino hasta el año de 1933 que se crean algunos campos experimentales dentro de dicha Secretaría, que la investigación en genética vegetal encuentra un terreno más o menos propicio

⁷⁹. Secretaría de la Presidencia Expediente 104-C-15

⁸⁰. Secretaría de la Presidencia, Expediente 241-A-O-13

⁸¹. E. Portes Gil. *Informe del C. Presidente de la República al H. Congreso de la Unión en la parte relativa al ramo de Agricultura y Fomento*. Ed. Cultura. México, 1929: 18.

para la continuidad⁸². El Ing. agrónomo Edmundo Taboada Ramírez es la persona que se encarga de ello y es, de hecho, el personaje principal en los años subsecuentes dentro de esta línea.

Edmundo Taboada, egresado de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo, fue "el primer técnico mexicano en agronomía que tuvo la oportunidad de hacer estudios de postgrado durante 1932 y 1933 en la Universidad de Cornell, N. Y., sobre genética vegetal, y en la de Minnessota estudios con el Dr. E. Stackman en parasitología vegetal"⁸³, específicamente en el chahuixtle del trigo. Fue uno de los primeros catedráticos de genética vegetal y aplicada en la Escuela Nacional de Agricultura, y el primer autor nacional en escribir un libro de texto sobre genética general -*Apuntes de Genética*-⁸⁴.

Al comenzar el período administrativo de Lázaro Cárdenas (1934), Taboada fue designado Jefe de la estación agrícola experimental del Yaqui en Sonora, creada el año anterior en el Departamento de Agronomía, Química y Suelos de la Dirección General de Agricultura de la SAF. En esta estación Taboada inició el primer trabajo en genética vegetal el cual consistió en seleccionar de entre diversas variedades de ajonjolí la que estuviera mejor adaptada a las condiciones ecológicas del Valle del Yaqui. Las siguientes selecciones que llevó a cabo dentro del distrito de riego de Pabellón, Aguascalientes en los años de 1936 y 1937 dieron como resultado la obtención de una variedad de chile pasilla de mayor rendimiento y mejores características agrónomicas que las otras variedades regionales⁸⁵.

Para 1940, en la dirección General de Agricultura se creó la primera oficina de experimentación agrícola del país, la Oficina de Campos Experimentales y su primer Jefe fue precisamente Edmundo Taboada. Los primeros diez campos experimentales coordinados a nivel nacional fueron: El Yaqui, Son., Llera, Tamps., Pabellón, Ags., Briseñas, Mich., León, Gto.,

⁸². De cualquier manera, la investigación que se empezó a realizar en los campos experimentales a partir de 1933 tuvo un carácter local, pues los resultados no fueron difundidos al resto del país y las selecciones hechas en las variedades sólo funcionaban para esa región. Por otra parte, la investigación agrícola sufrió los altibajos administrativos de una serie de cambios que se dieron dentro de la SAF durante la década de 1930. Estas alteraciones en su estructura organizativa iban y venían con las diferentes administraciones de gobierno (se pueden consultar los informes de actividades que anualmente presentaba dicha institución ante el Congreso de la Unión a partir del año de 1934).

⁸³. INIA. *Edmundo L. Taboada Ramírez: una semblanza, 1906-1983*. SARH, INIA, Publicación especial. México, 1985 :7.

⁸⁴. E. Taboada. *Apuntes de Genética*. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, 1938.

⁸⁵. INIA. *Edmundo Taboada Ramírez una semblanza...* :6.

Querétaro, Qro., Tlalnepantla, Mex., Zacatepec, Mor., El Palmar, Ver., y Rosario Izapa, Chis.⁸⁶

En sus primeros seis años de vida en estas estaciones experimentales se seleccionaron diferentes variedades de maíz adaptadas a las condiciones ecológicas y económicas de los productores de diferentes estados del país: la variedad Celaya, Guanajuato 16 y Guanajuato 21 para el estado de Guanajuato; la Jalisco 35 para el estado del mismo nombre; la Chapingo 1 y la Hidalgo 7 para el Valle de México que tenía bajo riego y; la Llera III para Tamaulipas, maíz precoz y con buen rendimiento propicio para las zonas bajas del noroeste del país⁸⁷. Estas variedades de maíz llamadas "de polinización abierta" resultaban particularmente adecuadas para la mayoría de los productores de maíz, pues como explicaba Taboada en el informe presentado a la Secretaría de Agricultura (SAG) en el período 1951-1952:

Hay varios tipos de semillas de maíz de alto rendimiento. Los rendimientos mayores se obtienen con los maíces llamados 'híbridos', pero su excepcional productividad sólo dura para la primera siembra. En las siembras siguientes, la productividad baja tan señaladamente que a veces los rendimientos son inferiores a los que puede obtenerse con semillas ordinarias, obligando así al agricultor a adquirir semilla nueva cada año. Gran número de los que cultivan el maíz en México no pueden emplear con éxito estos maíces híbridos, sea por sus limitados recursos económicos, sea por sus limitados conocimientos.

Las variedades mejoradas de polinización abierta son otro tipo de maíz de alto rendimiento. Aunque a veces son algo menos productivas que las híbridas, tienen la gran ventaja de la permanencia, y el agricultor puede destinar una parte de su cosecha para semilla del año siguiente exactamente como suelen hacer nuestros pequeños agricultores cuando siembran.⁸⁸

En el cultivo del trigo se iniciaron las colecciones de variedades en los campos de los agricultores, se realizaron ensayos de rendimiento de aquellas que tenían las mejores características agronómicas y se empezaron a hacer los primeros cruzamientos entre las variedades mexicanas con alto rendimiento, pero susceptibles al chahuixtle del tallo y las variedades americanas con escasa adaptación pero resistentes a esa enfermedad.

⁸⁶ . *Ibid.*, :7.

⁸⁷ . *Ibid.*, :8.

⁸⁸ . Secretaría de Agricultura. *Informe de Labores 1951-1952*.

Posteriormente se distribuyeron las variedades Lagunero y Anáhuac para el norte del país⁸⁹.

En arroz se iniciaron las selecciones y se sembraron los primeros ensayos de rendimiento de las variedades Jojutla y Colima que en años posteriores fueron distribuidos para producción comercial.

En otros cultivos de importancia comercial como el ajonjolí se empezó a trabajar en los años de 1944-1946 en la creación de variedades por medio de selección individual y cruzamiento. Dados los problemas ocasionados en la industria de la producción de llantas y otros productos del hule durante la Segunda Guerra Mundial, se inició en 1942 un programa de experimentación con clones importados de Sumatra, Java, Malaya y Filipinas; para finales de 1945 ya se estaban estableciendo las primeras plantaciones en la región de El Palmar, Veracruz. En los años de 1944-1945 se hizo una prueba de introducción de 120 variedades de caña de azúcar. En 1945 también, se empezó a construir la Estación Central de Investigación y Propagación del Cacao en Rosario Izapa, Chiapas en la cual se probaron clones provenientes del Colegio Imperial de Agricultura de la Isla De Trinidad; sin embargo, el programa más importante fue el de selección de clones nativos cuya fase inicial consistió en la colección de frutos de más de 65,000 árboles localizados en diferentes plantaciones del estado de Chiapas⁹⁰.

Otros programas de investigación fueron hechos en cultivos de frijol, papa, algodón, olivo, higuera, cañamo y guayule.

Para 1947 la Oficina de Campos Experimentales se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA) con Edmundo Taboada como Director hasta el año de 1960. Durante ese período (1947-1960) se realizaron una gran cantidad de programas de investigación en muy diversos cultivos; en realidad hubo una continuidad de los programas iniciados por la Oficina de Campos Experimentales y los del IIA ya que tenían básicamente el mismo cuerpo técnico, el cual se incrementó sustancialmente con el tiempo así como el número de campos experimentales⁹¹. En el maíz se crearon además de las ya mencionadas las variedades Costeño 52 para la costa de Culiacán, Sinaloa, los híbridos H-52 y H-58 para otras zonas tropicales y la Llera-339 para terrenos altos de temporal.

Edmundo Taboada personalmente se dedicó a producir lo que llamó variedades estabilizadas de maíz tomando como base las variedades de

⁸⁹. INIA. *Edmundo Taboada...*: 8.

⁹⁰. *Ibid.*, :9-10.

⁹¹. *Ibid.*, :10.

maíces de polinización abierta creadas durante los años anteriores. El método básico para producirlas consistía, primero, en la obtención de líneas con los menores defectos agronómicos y con buena aptitud combinatoria. Luego, por medio de cruza AB y su evaluación posterior, se seleccionaban aquellas con mayor rendimiento. Después se realizaban todas las combinaciones posibles entre las líneas superiores produciendo así una población con equilibrio genético. Con esta metodología se obtuvieron en la década de los cincuenta numerosas variedades estabilizadas que fueron distribuidas entre los agricultores de diferentes regiones del país⁹².

En 1960, el IIA se fusionó con la otra dependencia que desde el año de 1944 comenzó a hacer de manera paralela investigación agrícola en México: la Oficina de Estudios Especiales perteneciente al Programa Agrícola Mexicano.

2.2.2.3 El Programa Agrícola Mexicano y la Oficina de Estudios Especiales (OEE): la "revolución verde"

En 1941, unos pocos meses después de que Ávila Camacho remplazara a Cárdenas en la presidencia, el gobierno de México inició conversaciones informales con unos representantes de la Fundación Rockefeller sobre la posibilidad de un programa de ayuda técnica en virtud del cual el personal proporcionado por la fundación podría laborar en la superación de la productividad agrícola en México. Ese mismo año la fundación envió un comité de tres especialistas en agricultura para que hicieran un viaje de reconocimiento e informaran sobre la conveniencia y posibilidades de iniciar un programa patrocinado por la misma. Este comité estaba integrado por el Dr. E. C. Stakman, Jefe de la División de Fitopatología de la Universidad de Minesotta, el Dr. Paul Mangelsdorf, Director del Museo Botánico de la Universidad de Harvard y el Dr. Richard Bradfield, Jefe del Departamento de Agronomía de la Universidad de Cornell. El comité visitó más de la mitad de los 28 estados de la República investigando los cultivos característicos de las diversas regiones; los tipos de climas, suelos, tradiciones y costumbres de su gente. El informe presentado por este comité fue favorable y casi en seguida el Gobierno de México hizo una invitación formal a la fundación para llevar adelante un programa cooperativo de agricultura en México. La fundación aceptó la invitación y el Programa Agrícola Mexicano se inició en febrero de 1943⁹³.

⁹². *Ibidem*.

⁹³. J. G., Harrar. *Programa Agrícola Mexicano. Fundación Rockefeller (1913)*. Impreso por Leo Hart Co., Nueva York, U.S.A. 1950:5-6.

Después de iniciado el programa oficialmente, el Dr. Stakman regresó a México con el Director del programa, J. G. Harrar, para consultar con los científicos mexicanos y establecer las bases y las acciones específicas a seguir. Ambos doctores procedieron de acuerdo con el informe preeliminar del comité consultivo que recomendaba la concentración inicial en las siguientes ramas de la ciencia agrícola: 1) suelos, 2) genética, 3) control de las enfermedades y plagas y, 4) ganadería. Los especialistas americanos y los investigadores mexicanos acordaron tras hacer un estudio exhaustivo, un programa de doble fin: la actividad central sería la investigación fundamental de métodos y materiales de utilidad para incrementar los cultivos básicos alimenticios pero, como este programa con el tiempo debería ser totalmente mexicano, se acordó que se diera mayor énfasis en segundo lugar a un programa de adiestramiento para investigadores mexicanos seleccionados⁹⁴.

Con estas bases se creó en 1944 la Oficina de Estudios Especiales (OEE) cuyas oficinas junto con los laboratorios auxiliares de fitopatología y entomología quedaron ubicados en el edificio de la Dirección General de Agricultura en Sn. Jacinto, ciudad de México. La estación experimental quedó situada en terrenos de la Escuela Nacional de Agricultura de Chapingo y en ella se establecieron algunos laboratorios de campo, invernaderos y proyectos científicos de siembra. Posteriormente el Programa inauguró otra estación experimental en Guanajuato, y una más en Morelos. El personal de la estación de Chapingo quedó compuesto por especialistas en todas las fases de la ciencia agrícola; químicos de suelos, genetistas, microbiólogos, fitopatólogos, entomólogos, ecólogos e ingenieros agrícolas⁹⁵.

2.2.2.3.1. Investigación para el incremento de la producción de alimentos básicos.

Como los dos cereales con una mayor superficie cultivada en el período 1939-1941 (72% de la superficie total del país)⁹⁶ y como parte primordial de la dieta de los mexicanos (sobre todo el primero), el eje del programa de investigación de la OEE fue el mejoramiento del maíz y del trigo.

La experimentación comenzó por formar un banco de información genética con semillas provenientes de muchas regiones productoras de la

⁹⁴ . *Ibid.*, :14.

⁹⁵ . *Ibid.*, :15-16.

⁹⁶ . Centro de Investigaciones Agrarias. *Estructura agraria y desarrollo agrícola en México*. México, 1974: 174.

República, procurando que quedaran incluidas todas las regiones. Los investigadores llevaron semillas de más de mil variedades de maíces nativos a la estación experimental de Chapingo. Ahí, y en parcelas experimentales distribuidas en toda el país, sembraron las semillas junto con otras provenientes de Estados Unidos, Guatemala, y otros países productores de maíz con el fin de averiguar cuáles tenían las mejores características agronómicas como mayor rendimiento, precocidad, valor nutritivo y adaptación climática. Este ensayo preliminar les dió una base para seleccionar unas cuantas variedades buenas para la multiplicación de su semilla. Las primeras variedades así obtenidas fueron entregadas para su multiplicación y se destinaron para su uso inmediato distribuyéndolas rápidamente a los agricultores para su siembra. Luego, los investigadores comenzaron a hacer nuevas cruza y desarrollaron nuevas variedades sintéticas e híbridas. El proyecto del mejoramiento del maíz de la OEE dió origen al establecimiento de una de las colecciones más grandes y más variadas de maíz en aquel tiempo⁹⁷.

En el trigo, uno de los problemas más grandes era el la roya o chahuixtle que en años favorables para este hongo devastaba los cultivos ocasionando grandes pérdidas. Norman Bourlag jefe del programa de experimentación triguera de la OEE encontró que en México existía la siguiente situación al inicio del programa en 1944:

El trigo se cultivaba primordialmente en invierno y en regadío. Se sembraba de septiembre a diciembre y se cosechaba de abril a junio, según las variedades y la altura. Las variedades eran todas de primavera y de origen desconocido, menos dos de ellas, la Ramona y la Baart, que procedentes de California habían sido introducidas en el estado de Sonora. No había variedades en el sentido corriente de la palabra, sino mezcla de muchos tipos diferentes. Todas las variedades eran susceptibles al chahuixtle o roya del tallo y de las hojas. En los años en que las condiciones ecológicas eran favorables al moho patógeno del tallo, como fue el caso en Sonora en 1939, 1940 y 1941 y en la región central del Bajío en 1948, devastadoras epidemias llevaron a la ruina a los cultivadores de trigo. Las prácticas [de cultivo] eran primitivas en todas las regiones menos en Sonora, que estaba mecanizada. En todas las demás partes, el único instrumento empleado en la preparación de la tierra y las operaciones de siembra era el antiguo arado de madera, tirado por bueyes o mulas. En todas partes menos en Sonora, se cosechaba con una hoz y la trilla se efectuaba con pequeñas trilladoras fijas o más comúnmente se hacía salir el grano pisando las espigas los bueyes o las mulas, y

⁹⁷. J. G., Harrar *op. cit.*, :25-26.

zarandeándolo después para limpiarlo. Los rendimientos eran bajos y estancados, con un promedio nacional de 750 kg por hectárea⁹⁸ .

Se puso en práctica entonces, primero mediante la selección de las semillas nativas e importadas de máximo rendimiento para su distribución inmediata a los agricultores comerciales, y después, progresivamente, cruzando las mejores variedades para formar nuevas combinaciones genéticas.

Como parte del programa de selección, unos representantes de la OEE fueron enviados al campo y a estaciones experimentales de regiones trigueras para recoger muestras de semilla e interesar a los agricultores locales o a los empleados de gobierno para participar en el programa permitiendo que se pusieran a prueba pequeñas cantidades de semilla experimental en sus tierras. En total, se reunieron 11,000 plantas indígenas diferentes y se trajeron del extranjero unas cuatrocientas variedades para mayor comprobación. Cuatro de estas últimas se estaban multiplicando para 1947 para su utilización comercial (denominadas Rocamex 211, 209, 321 y 324, procedentes de Kenia y Texas) y al año siguiente una quinta, Gabo, procedente de Australia⁹⁹ .

A partir de 1945, el programa de selección se desarrolló junto con esfuerzos sistemáticos para cruzar las mejores variedades locales con las extranjeras, y producir variedades enteramente nuevas adaptadas especialmente a México. La metodología utilizada para producir las nuevas variedades consistía en:

El investigador recurre a la hibridización. Escoge como padres dos variedades con las características que desea combinar [...]. Para cruzarlas, primero emascula una de ellas quitándole las anteras, los órganos masculinos que contienen el polen, con delicados fórceps cuando esos órganos están bien desarrollados pero todavía no maduros. Después cubre la cabeza emasculada con una bolsita de papel cristal para impedir la polinización no controlada. A los pocos días cuando los órganos femeninos, los estigmas, se han hecho receptivos, el operador los poliniza con anteras maduras de la otra variedad.

Esta polinización produce semillas que forman plantas híbridas de primera generación, perfectamente uniformes, y nada se consigue practicando la selección sobre ellas. Pero en la segunda generación y las que siguen, la segregación genética crea nuevas combinaciones tan abundantes y diversas como las cartas de una baraja. Las

⁹⁸ C. Hewitt *op. cit.*, :37.

⁹⁹ *Ibid.*, :38-39.

oportunidades de selección creativa son enormes. Es en las primeras generaciones que siguen a una cruce cuando el fitocultor muestra su talento, porque es entonces cuando tiene que seleccionar para su propagación las combinaciones que más se aproximan al trigo ideal que se ha propuesto crear¹⁰⁰

Después de nueve años, este programa produjo y entregó a los agricultores trece nuevas variedades comerciales de trigo que satisfacían todos los requisitos de rendimiento y resistencia al chahuixtle establecidos por la OEE (Yaqui, 48, 50 y 53; Mayo 48 y 54; Kentana 48; Chapingo 52 y 53; Bajío 53; Toluca 53; Mexe 53 y Sinaloa 54).

Así a comienzos de la década del cincuenta, estas primeras variedades de alto rendimiento llegaron a ser empleadas en una gran parte de las tierras trigueras del país. No obstante, la guerra contra el chahuixtle estaba lejos de haber terminado porque las especies de chahuixtle que llevaban veinte años o más inactivas reaparecieron súbitamente, y otras más recientes que se suponía vencidas por la investigación genética dieron muestras de una notable capacidad para adaptarse a las nuevas condiciones. Entre 1951 y 1954, cinco virulentas especies del parásito reaparecieron, atacaron a algunas de las variedades nuevas de alto rendimiento e hicieron necesario que el programa de la OEE se pensara en función de la creación de un nuevo trigo compuesto de una mezcla de diversas variedades que conservara las características productivas de las anteriores variedades, pero que además fuera resistente a diferentes variedades de chahuixtle. Por fortuna, la espectacular resistencia de la variedad Lerma Rojo, entregada a los agricultores en 1954, hizo innecesario seguir adelante con un plan tan complicado¹⁰¹.

La característica a la que se dió particular importancia en las investigaciones de la OEE en años siguientes, aparte de la resistencia al chahuixtle, fue la capacidad de responder las nuevas variedades a un "paquete" cada vez más complejo de insumos y prácticas, como fertilizantes químicos, herbicidas, insecticidas, irrigación y mecanización, todos especialmente aplicados a las zonas de riego.

La culminación del esfuerzo para crear semillas que aumentaran el rendimiento y resistieran al chahuixtle se presentó en 1961-1962 cuando se entregaron a los agricultores mexicanos los famosos trigos enanos. Estas variedades de tallo corto se habían hecho necesarias precisamente por la incapacidad de los trigos anteriores de alto rendimiento, incluso el Lerma Rojo, para aguantar grandes dosis de fertilizante sin que se "encamaran"

¹⁰⁰ *Ibid.*, :39.

¹⁰¹ *Ibid.*, :42-43.

(abatieran) antes de que fuera el tiempo de la cosecha. Las barreras impuestas por el encamado habían sido reconocidas ya por el personal de la OEE en 1948, pero no se había encontrado forma utilizable de enanismo hasta el descubrimiento del trigo japonés Norin, incorporado al programa triguero mexicano en 1953. Entre ese año y 1962 se perfeccionaron nuevas variedades de tallo corto (como la Pénjamo, Pitic y la Sonora 63 y 64) que aumentaron mucho la productividad de los trigales mexicanos, más aún que la Lerma Rojo¹⁰².

Otras investigaciones desarrolladas por la OEE de manera secundaria a las investigaciones con el maíz y el trigo, se hicieron en 1949 con frijol, mismas que dieron como resultado la selección de 7 de sus variedades recomendables por su rendimiento superior y su resistencia a las enfermedades y plagas. En 1952 con papa, en 1953 con algunas hortalizas y verduras, en 1954 con sorgo, cebada y leguminosas forrajeras, y en 1956 con ganado¹⁰³.

2.2.2.3.2. Formación de investigadores agrícolas mexicanos.

Por otra parte, en el programa de adiestramiento para investigadores mexicanos, la Secretaría de Agricultura y Ganadería (SAG) comisionaba a un grupo de 15 o 16 jóvenes sobresalientes graduados de las principales escuelas de agricultura de México, asignándolos a la Oficina de Estudios Especiales. Estos jóvenes agrónomos participaban directamente en los trabajos de campo y de laboratorio durante un año o un poco más, y después eran enviados -según sus aptitudes para la investigación- para hacer estudios en el extranjero (principalmente a Estados Unidos). Los estudiantes mexicanos hacían estancias de un año cuando menos, becados en la institución más adecuada a las necesidades de su especialidad; al finalizar debían regresar a México a ocupar puestos como investigadores agrícolas al servicio del gobierno.

En la OEE se aceptaban también estudiantes de otros países de latinoamérica, lo cual permitió que en el año de 1949 se pudiera celebrar una Primera Asamblea Latinoamericana de Fitogenetistas. Esta Asamblea tuvo lugar en la ciudad de México, siendo anfitriona la OEE, y en ella presentaron numerosos trabajos los investigadores mexicanos que laboraban en dicha Oficina (ver apéndice 3 para una lista de trabajos y autores)¹⁰⁴.

¹⁰² *Ibid.*, :44-45.

¹⁰³ J. G., Harrar, *op. cit.*, :28-29.

¹⁰⁴ Oficina de Estudios Especiales. *Primera Asamblea Latinoamericana de Fitogenetistas*. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, 1950

El programa de adiestramiento de la OEE tuvo un buen resultado, pues a lo largo de la década de 1950 un número cada vez mayor de mexicanos iban ocupando los puestos importantes (aunque los puestos directivos siempre fueron ocupados por norteamericanos). Así por ejemplo, para 1956 la OEE contaba con 18 especialistas de tiempo completo de la fundación y con más de 100 científicos mexicanos. Finalmente, cuando la Rockefeller se retiró del Programa Agrícola Mexicano en 1960 y la OEE se fusionó con el IIA, se habían formado una gran cantidad de investigadores mexicanos.

2.2.2.4. Comparación metodológica entre las dos líneas de investigación en genética agrícola. ¿Qué tipo de genética se introdujo en México?

Independientemente de las tendencias políticas y del nivel económico y social de los productores agrícolas hacia quienes estaban orientados los resultados positivos de la investigación en genética agrícola realizadas por la línea de Edmundo Taboada y del Programa Agrícola Mexicano, metodológicamente, ambas líneas seguían un patrón común en la investigación. Es decir, ésta siempre comenzaba por reunir una colección de material genético formado por las semillas de la planta sujeto de experimentación (maíz, trigo, frijol, etc.) procedentes de diversas regiones de la República y de algunas extranjeras, de su siembra en campos experimentales, y de la observación de las características de interés fitotécnico que poseía cada una de ellas, seguido de una selección de aquellas variedades que presentaran las características más adecuadas al objetivo perseguido (mayor rendimiento, mayor resistencia a las enfermedades, precocidad, etc.). Una vez obtenidas estas variedades se podía continuar con la experimentación haciendo cruces entre variedades con el fin de producir variedades híbridas con características aún mejores que las variedades parentales.

Esta metodología, es en efecto, la misma utilizada por los fitotecnistas norteamericanos desde principios de siglo.

La genética aplicada al mejoramiento vegetal o fitotecnia comenzó a ser utilizada casi inmediatamente después del "redescubrimiento" de las leyes de Mendel por E. M. East y C. H. Shull en la Estación Experimental Agrícola de Connecticut y en Cold Spring Harbour respectivamente en el año de 1905¹⁰⁵. Estos primeros estudios de endocria y cruzamiento fueron hechos en el maíz. A partir de entonces este tipo de investigación se esparció a otras universidades de agricultura de los Estados Unidos como la de

¹⁰⁵ K. H., Hayes. *Métodos fitotécnicos; procedimientos científicos para mejorar las plantas cultivadas.*

Minnesota, California, Washington y Ohio, Illinois entre otras. En un principio, los resultados alcanzados por la fitotecnia norteamericana no lograron atraer el interés de los agricultores norteamericanos, pero hacia la década de 1930 conforme iba quedando demostrada la gran diferencia existente entre las variedades normalmente utilizadas y las producidas por la experimentación (por ejemplo, con respecto de la resistencia a las enfermedades) esta disciplina se volvió muy popular entre el gran público que se fue mostrando cada vez más dispuesto a cooperar con las investigaciones e incluso a financiarlas.

Es precisamente este tipo de genética la que se introduce en México a mediados de la década de 1930 y sobre todo en la década de 1940: la genética aplicada al mejoramiento vegetal.

Históricamente, desde principios de siglo se desarrolló en Estados Unidos una escuela fuerte de genética clásica ligada a la agricultura, la llamada genética del maíz, cuyo pionero y cabeza fue R. Emerson de la Universidad de Cornell. Los investigadores de la genética del maíz se dedicaron durante las tres primeras décadas de este siglo a determinar el mecanismo de la herencia mendeliana que estaba siendo desarrollada por T. H. Morgan y sus colaboradores, primero en Columbia y luego en el Tecnológico de California. Uno de los principales objetivos era el de hacer un mapeo de los cromosomas del maíz¹⁰⁶. Este grupo de investigación estuvo íntimamente ligado a los programas de desarrollo agrícola.

La genética clásica del maíz ligada al mejoramiento vegetal no se practicó en México en ningún momento. Sin embargo, los investigadores mexicanos que se formaron en fitotecnia, poseían el cuerpo completo de los conocimientos genéticos básicos necesarios para comprender cuáles eran los mecanismos hereditarios que actuaban durante las experimentaciones (como lo prueban los *Apuntes de Genética* de 1938 escritos por E. Taboada). Y por otra parte un considerable entendimiento de la genética de poblaciones que a su vez se desarrollaba de manera independiente de la genética del maíz.

Es entonces el lado práctico de la genética, aquel ligado a la agricultura, el que primero se introduce en México.

¹⁰⁶ . M. M., Rhoades. The early years of maize genetics.

CONCLUSIONES

El desarrollo de la genética en México tiene un paralelo con el desarrollo de esta ciencia en Europa y Estados Unidos sólo en algunas de sus vertientes. Es decir que, para la etapa en que no se habla todavía de genética (antes de 1900), sino de un concepto más amplio, el de herencia, en México este concepto es manejado y conceptualizado principalmente dentro de la medicina. Posteriormente a 1900, cuando surge la genética como ciencia, en México se desarrolla por su lado más práctico o tecnológico: el mejoramiento de especies.

Las áreas en las que se desarrolla el concepto de herencia y la genética en México, generalmente no son incluidas en las historias tradicionales de la genética

Entonces, para hacer un análisis de las verdaderas contribuciones de las comunidades de médicos y de agrónomos, es necesario compararlas con sus semejantes europeos y norteamericanos. Esto es, con la historia del concepto de herencia en la medicina europea antes de 1900, y con la historia de las aplicaciones de la genética vegetal después de ese año.

De ambas etapas es notorio que el desarrollo de la genética en México se ha dado más por el lado práctico que por el teórico: los médicos se interesan por la herencia porque existen ciertas enfermedades que ellos no son capaces de curar, tales enfermedades son recurrentes dentro de una misma familia y algunas incluso se presentan a la misma edad entre los diferentes individuos de generaciones sucesivas; a los agrónomos interesa el mejoramiento de las variedades vegetales de valor económico porque les permitirá obtener mayores rendimientos y los gobiernos mexicanos les apoyan porque están interesados en que los ingresos obtenidos en el ramo agrícola aumenten. Tal vez, este mismo fenómeno se haya dado en otros países de latinoamérica (introducción y desarrollo primario de los aspectos más prácticos de las ciencias) y estaría relacionado directamente, creo, con su situación como países colonizados por largos períodos de tiempo.

Por otra parte, de una manera más puntual, podemos decir de las ideas sobre la herencia en la segunda mitad del siglo pasado (y en general de la medicina mexicana de la época), que sufre una evolución desde perspectivas más relacionadas con el vitalismo hacia tendencias más reduccionistas, y que este cambio se da de una manera más rápida durante la década de 1870, en relación con el advenimiento de la política positivista dentro de los altos círculos intelectuales mexicanos. A partir de esos años, existe una promoción muy fuerte de la experimentación para comprobar hipótesis, así como una preferencia por las explicaciones basadas en entidades materiales, aunque una buena dosis de teísmo sigue estando presente.

APENDICE 1

PUBLICACIONES DE LAS ESTACIONES EXPERIMENTALES FUNDADAS EN 1908

Estación Central. Sn. Jacinto, México D.F.

1908

- *El añublo o tizón tardío de la papa (Phytophthora infestans)*. Guillermo Gándara. Boletín No. 2.
- *Indigestión en los rumiantes*. Eutimio López Vallejo. Bol.2.
- *Indigestión estomacal en el caballo*. Eutimio López Vallejo. Bol. 5.
- *Estudio sobre los látex hulferos y los métodos de fabricación del hule*. Carlos E. Mello Geraldés. Bol. 6.
- *La cucaracha de las casas*. Julio Riquelme Inda. Bol. 7.
- *Algunas anonáceas frutales de México*. Félix Foex. Bol. 9.
- *El gorgojo de las palmas de coco*. Julio Riquelme Inda. Circular No. 1.
- *El pulgón lanífero del manzano*. Julio Riquelme Inda. Circ. 2.
- *Algunas observaciones hechas en el país para determinar las cantidades de agua empleadas en los riegos*. Basilio Romo. Circ. 3.
- *Instrucción para recoger y remitir muestras de agua para su análisis*. Andrés Basurto Larrainzar. Circ. 4.
- *Gorgojos y palomillas de los graneros y de las harinas*. Julio Riquelme Inda. Circ. 5.
- *Administración de los medicamentos a los animales domésticos*. Ramón Pantoja. Circ. 6.
- *Partidura de la naranja de Atequiza*. Guillermo Gándara. Circ. 11.
- *Mosquitas de la fruta*. Román Ramírez. Circ. 12.
- *Coyote o lobo de campo (Canis latrans)*. Román Ramírez. Circ. 15.
- *Enfermedades del naranjo*. Guillermo Gándara. Circ. 18.1909
- *Ordeña de las vacas*. Francisco López Vallejo. Bol. 13.
- *Determinación de la materia curtiente, por el procedimiento del cuero cromado*. Franz Hiti. Bol. 16.
- *La instrucción agrícola en México*. Rómulo Escobar. Bol. 18.
- *Descripción geográfica del país*. M. Moreno y Anda. Bol. 19.
- *El estro del carnero (Oestrus ovis)*. Eutimio López Vallejo. Bol. 21.
- *Uso de los desinfectantes*. Carlos Macías. Bol. 23.
- *Las catarinas de la papa*. Julio Riquelme Inda. Bol. 24.
- *Breves apuntes sobre la meningitis epizoótica en los bovinos*. Mucio Maycot. Circ. 21.

- *La plaga de las garrapatas y medios para combatirla.* Guillermo Gándara. Circ. 22.
 - *Inversión de útero en la vaca.* Francisco López Vallejo. Circ. 23.
 - *Distintas clases de sarna en los animales domésticos y su tratamiento.* Ramón Pantoja. Circ. 24.
- 1910
- *El abono verde y la rotación moderna de los cultivos.* Mario Calvino. Bol. 30.
 - *Enfermedades y Plagas del naranjo.* Guillermo Gándara. Bol. 31.
 - *La sequía vencida sin riego o sea, el cultivo de los terrenos áridos según el sistema Campbell.* Mario Calvino. Bol. 39.
 - *Distomatosis del hígado en los rumiantes.* Eutimio López Vallejo. Bol. 40.
 - *La enfermedad de los equídeos llamada "hierba", en los estados de Tabasco, Chiapas, Veracruz y otros.* Emilio Fernández. Bol. 42.
 - *Informe de la comisión desempeñada por el Sr. Guillermo Gándara en Jamiltepec, Oaxaca para combatir una plaga de gusanos en el algodón.* Guillermo Gándara. Bol. 43.
 - *El vértigo abdominal de los equídeos; enfermedad conocida también con los nombres de mal del malacate, locura del caballo, vértigo, etc.* Emilio Fernández. Bol. 44.
 - *Guía del vacunador para inmunizar los ganados contra la fiebre carbonosa.* La Estación. Bol. 44.
 - *El cultivo del lúpulo.* Eduardo Rodríguez. Bol. 45.
 - *Toma de muestras varias.* León Fourton. Circ. 27.
 - *Recolección y envío de muestras de sangre.* Eutimio López Vallejo. Circ. 28.
 - *Toma de las muestras de abono.* León Fourton. Circ. 29.
 - *Toma de las muestras de forraje.* León Fourton. Circ. 30.
 - *Toma de muestras de las materias alimenticias.* León fourton. Circ. 31.
 - *Toma de las muestras de tierra.* León Fourton. Circ. 32.
 - *La Cisticercosis en el cerdo.* Arturo Matute. Circ. 34.
 - *La cisticercosis en el cerdo: su frecuencia y causas principales.* Arturo Matute. Circ. 34.
 - *Bronconeumonía parasitaria del carnero.* Francisco López Vallejo. Circ. 35.
 - *Agricultura en México.* Gabriel Gómez. Libro.
- 1911
- *Los métodos de reproducción.* Emilio Fernández. Bol. 51.
 - *Explotación del arroz.* G. Ruiz Valencia. Bol. 52.

- *Empleo agrícola de algunos residuos industriales*. Gabriel Gómez. Bol. 54.
 - *Las enfermedades del jitomate*. Román Ramírez y Julio Riquelme Inda. Bol. 56.
 - *Empleo y ventajas del estiércol como abono*. Eduardo Rodríguez. Bol. 58.
 - *La remolacha forrajera*. Mario Calvino. Bol. 60.
 - *El gusano de los sauces (Clisiocampa azteca Neum)*. Julio Riquelme Inda. Bol. 63.
 - *Quema y barrido de los gusanos que andan sobre las ramas y el tronco*. Julio Riquelme Inda. Bol. 63.
 - *La reina de las forrajeras en los climas cálidos*. Mario Calvino. Circ. 37.
 - *El piperigallo o esparceta; leguminosa forrajera resistente a la sequía*. Mario Calvino. Circ. 38.
 - *El cereal más precoz del mundo, el alforfón o sarraceno*. Mario Calvino. Circ. 39.
 - *Manera más apropiada de coleccionar, conservar y enviar mosquitos*. Leopoldo Conradt. Circ. 40.
 - *Purificación del agua usada como bebida para los animales*. Carlos Macías. Circ. 42.
 - *La alfalfa arbórea, forraje perenne para los potreros; arbusto siempre verde para cercas resistente a la sequía*. Calvino Mario. Circ. 44.
 - *El heno griego (Trigonella faenum Graecum)*. Mario Calvino. Circ. 45.
 - *Una leguminosa de temporal para hierba, grano y abono verde, el heno griego*. Mario Calvino. Circ. 45.
 - *La poda de la vainilla*. P. Dussert. Circ. 48.
- 1912
- *Los flujos de las narices en el caballo. el asno y la mula; catarro, coriza, anginas diversas, muermo y lamparón*. Emilio Fernández. Bol. 68.
 - *Los tréboles*. Mario Calvino. Bol. 69.
- 1913
- *Breves apuntes sobre el drenaje en la agricultura*. José F. González. Bol. 78.
 - *Informe de la División de Horticultura relativo al año de 1913*. Mario Calvino. Bol. 79.
- 1914
- *Medida y distribución del agua en la agricultura*. José F. González. Bol. 80.

- *Segundo informe, 1913, de la División de Horticultura, por Mario Calvino*. Informe.
- *Los mayates o frailecillos del maíz (Macrodictylus sp.)*. Julio Riquelme Inda. 13 p.

Estación Agrícola Experimental de Ciudad Juárez, Chihuahua.

1906

- *La caries o chapete del trigo*. Sría de Fomento. Bol. 3.
- *Tres plagas de la agricultura; el chapulín o langosta (Acrididae), el pulgón del durazno (Aphis persicae), el gusano del álamo (Hiphantria cunea)*. Rafael Ramírez. Bol. 5.

1907

- *Algunas plantas forrajeras*. Sría de Fomento. Folleto.
- *Cultivo experimental de algunas variedades de maíz*. Sría de Fomento. Bol. 7.
- *El cultivo de la higuera*. Sría de Fomento. Bol. 8.
- *La reproducción del ganado vacuno*. Sría de Fomento. Bol. 9.
- *Veinte plagas de la agricultura*. Sría de Fomento. Bol. 11.1908
- *Los silos económicos*. Sría de Fomento. Bol. 12.
- *Cantidad necesaria para riegos*. Sría de Fomento. Bol. 13.
- *La lechuguilla*. Sría de Fomento. Bol. 14.
- *Árboles propios para la región árida del país*. Sría. de Fomento. Bol. 15.1909

- *Cultivo del trigo*. Elmer Stearns. Bol. 17.
- *Plantas de hortaliza*. Sría de Fomento, 2ª ed. Bol. 18.
- *El barrenillo del chile*. F. Gómez Dupeyron. Bol. 21.
- *Variedades de árboles frutales propios para la región norte de la Mesa Central*. Sría de Fomento. Bol. 22.

1910

- *El cultivo del camote*. Elmer Stearns. Bol. 23.
- *El guayule y su propagación*. Sría de Fomento. Bol. 25.
- *El salitre y los ganados*. Rómulo Escobar. Bol. 26.
- *La Cabra*. Pompilio Escobar Numa. Bol. 27.

1911

- *Consideraciones sobre el cultivo de secado o temporal*. Francisco Rendón. Bol. 33.
- *Indicaciones relativas a colonización*. Rómulo Escobar. Bol. 34.

1912

- *Flora de la región norte de Chihuahua*. Elmer Stearns. Bol. 38.

1914

- *El cultivo de secado*. Pompilio Escobar Numa. Bol. 47.

- *Plantas forrajeras de nuestra flora silvestre*. Norberto Hernández.
Bol. 50.

Estación Agrícola Experimental de Oaxaca.

1914

- La repoblación arborea del valle de Oaxaca. Casiano Conzatti. Bol.1.

Estación Agrícola Experimental de Río Verde, San Luis Potosí.

1907

- *Apicultura*. Eduardo Chávez.

1909

- *Cultivo de la piña*. Sría de Fomento. Bol. 2.

- *Cultivo del naranjo*. Eduardo Chávez. Bol. 3.

1910

- *Doryphora de la patata*. Leopoldo de la Barreda. Bol. 4.

- *Cultivo de la alfalfa*. Ramón García Osés. Bol. 6.

1911

- *Cultivo del garbanzo*. Manuel Pardo y Urbina. Bol. 7.

1912

- *La hormiga arriera; procedimientos más eficaces para su exterminio*. Leopoldo de la Barreda. Bol. 8.

Estación Agrícola Experimental de Sn. Juan Bautista, Tabasco.

1910

- *Breves apuntes sobre el cultivo de Hevea brasiliensis o hule de Pará*.
Sría de Fomento. Bol.5

- *Apuntes para el cultivo del cacahuete*. Sría de Fomento. Bol.6

APENDICE 2

CONSECUENCIAS SOCIALES Y ECONOMICAS DE LA INTRODUCCION DE LA REVOLUCION VERDE EN MEXICO

Una de las principales consecuencias de la introducción del paquete tecnológico de la revolución verde en México fue una polarización -aún más fuerte de la que ya existía- de la clase agraria en su conjunto.

Esta polarización se produjo, según la autora, porque las investigaciones en genética agrícola y sus resultados (sobre todo los generados por el Programa Arícola Mexicano y la OEE) no estaban planeados para, ni llegaban a todos los productores agrícolas por igual, sino que estaban más orientados hacia los grandes productores, hacia aquellos que poseían los recursos económicos suficientes para sacar de la investigación el máximo provecho. Esto era porque la investigación se acompañaba del uso adecuado y racionalizado de herbicidas, pesticidas, fertilizantes y maquinaria agrícola y no todos los agricultores mexicanos podían adquirir estos insumos, amén de que la información sobre su empleo y las dosis exactas no llegaba a todos.

Así, los beneficios del uso de la nueva tecnología sólo hizo más ricos a los productores que ya lo eran (principalmente viejos hacendados, antiguos caudillos revolucionarios y burócratas involucrados en el reparto ejidal) y acentuó mucho más las diferencias de estos con los minifundistas y parvifundistas que practicaban una agricultura de subsistencia, y que por otra parte, quedaron además relegados por la política gubernamental como agricultores no productivos.

La misma política oficial y la corrupción burocrática, además de favorecerlos poco, les condujo a un empobrecimiento y a una disminución del nivel de vida anterior a la introducción de la revolución verde, pues les obligaba a través del Banco de Crédito Ejidal, a endeudarse con préstamos para adquirir semillas, fertilizantes, herbicidas y pesticidas, en ocasiones no viables o inservibles y sin proporcionarles además la ayuda técnica necesaria para una utilización adecuada. Esto provocó con el tiempo, un aumento en la emigración del campo a las ciudades y una depauperación de la clase campesina media y baja, pues si en el campo eran propietarios al menos de sus tierras, en la ciudad sólo lo eran de su fuerza de trabajo que vendían para subsistir.

Los efectos anteriores resultaron ser bastante graves para una parte considerable de la población mexicana y, sin embargo, fueron el resultado, no de un mal uso de la investigación agrícola en sí, ni de la introducción de nueva tecnología, sino de un mal manejo de la manera en que se dió este

proceso que estuvo acompañado de una mala política del gobierno mexicano.

APENDICE 3

TRABAJOS PRESENTADOS POR INVESTIGADORES MEXICANOS EN LA PRIMERA ASAMBLEA LATINOAMERICANA DE FITOGENETISTAS (1949)

- *Comparación de rendimiento de progenes F1, F2, F3 y F4 en algunos cruzamientos de maíz.* Carlos Aguirre S.
- *Herencia de la resistencia al chahuixtle en el maíz.* Pedro Montellano.
- *Relación entre la coloración de las plantas de maíz y el rendimiento.* J. J. Martínez y E. I. Wellhausen.
- *Correlación entre el comportamiento de las líneas de maíz y el de las cruza en que han intervenido.* Rogelio E. Ochoa.
- *Fuentes de materia genética para la resistencia al desgrane en el trigo.* Aristeo Acosta C. y Federico Castillo C.
- *Mejoramiento de la resistencia al chahuixtle en las variedades de trigo en México.* Teodoro Enciso C. e Ignacio Narváez M.
- *Influencia de la temperatura y fotoperiodismo sobre la precocidad en variedades de trigo.* Eugenio Duarte R. y Federico Carrillo A.
- *El género Tripsacum en México.* Efraín Hernández Xolocotzi.
- *Variación genética de lso frijoles en México.* J. M. Muñoz y F. Cárdenas.

BIBLIOGRAFIA

- BELTRAN, E., 1964. *Memorias del Primer Coloquio Mexicano de Historia de la Ciencia*. Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología, México. Tomos 1 y 2.
- , 1970. Fuentes Mexicanas de la Historia de la Ciencia. *Anales de la Sociedad Mexicana de Historia de la Ciencia y la Tecnología*. Tomo 2:57-115.
- CAÑEDO, L. Y L. ESTRADA, 1976. *La ciencia en México*. Fondo de Cultura Económica, México.
- COMISION NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN), 1970. *Programa de Genética y Radiobiología. Informe 1960-1970*. México.
- CONRY, I., 1974. *L'introduction du Darwinisme en France au XIXe siecle*. Ed. Vrin, París Francia.
- CONTRERAS, P. J. 1872. Idiología microcefálica. *Gaceta Médica*. Tomo 7:269-274.
- CORDERO Y HOYOS, F., 1866. Vitalidad de las plantas. *Gaceta Médica*, tomo 2:273-281.
- COSIO, J., 1910. La herencia en las enfermedades familiares. *Gaceta Médica*. Tomo 5, 3ª serie:40-46.
- CENTRO DE INVESTIGACIONES AGRARIAS, 1974. *Estructura agraria y desarrollo agrícola en México*. México,
- DE GORTARI, E., 1963. *La ciencia en la historia de México*. Fondo de Cultura Económica, México.
- DIAZ, L., 1981. El liberalismo militante. En *Historia General de México*. Tomo 2. El Colegio de México, México.
- ESCOBAR, R., 1909. *La instrucción agrícola en México*. Secretaría de Agricultura y Fomento, México.
- FLORESCANO, E. e I. G. SANCHEZ, 1981. La época de las reformas borbónicas y el crecimiento económico 1750-1808. En: *Historia General de México*. Tomo 1. El colegio de México, México.
- GARCIA, M., 1874. ¿Cuáles son las diferencias de los órganos de la generación en las hembras de los animales domésticos? *El Porvenir*, tomo 6:33-41.
- , 1874. Breve reseña sobre el modo según el cual se efectúa la generación en el reino animal. *El Porvenir*, tomo 6:56-59.
- GONZALEZ, L., 1981. El liberalismo triunfante. En *Historia General de México*. Tomo 1. El Colegio de México, México.
- HARRAR, G. H., 1950. *Programa Agrícola Mexicano*. Fundación Rockefeller. Impreso por Leo Hart Co., Nueva York, U.S.A.
- HAYES, K. H., 1947. *Métodos fitotécnicos, procedimientos científicos para mejorar las plantas cultivadas*. Ediciones ACME Agency, Soc. de

- Resp. Ltda. Ciencias biológicas y agronómicas. Edición en español, Buenos Aires, Argentina.
- HERRERA L. A., 1904. *Nociones de Biología*. Imprenta de la Secretaría de Fomento, México.
- HERRERA Y FUENTES, P., 1873. ¿Bastan las leyes de la naturaleza para explicar los fenómenos biológicos en el hombre? *El Porvenir*, tomo 5:151-171.
- HEWITT DE ALCANTARA, C., 1985. *La modernización de la agricultura mexicana 1940-1970*. Siglo XXI editores, México. 5ª edición en español.
- INSTITUTO NACIONAL DE INVESTIGACIONES AGRICOLAS, 1976. *XV años de investigación agrícola en México*. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México.
- LOPEZ, B. C., 1992. "Human Heredity 1750-1870; The Construction of a Domain". Thesis for Ph. D., King's College, University of London.
- LOPEZ Y MUÑOZ, R., 1873. De la fuerza medicatriz. *El Porvenir*. Tomo 5: 141-150.
- MARTINEZ, J. L., 1981. México en busca de su expresión. En: *Historia General de México*. Tomo 2. El colegio de México, México.
- OCHOTERENA, I., 1942. *Tratado Elemental de Biología*. 6ª edición. Ediciones Botas, México.
- OFICINA DE ESTUDIOS ESPECIALES, 1950. *Informe de la Primera Asamblea Latinoamericana de Fitotecnistas*. Secretaría de Agricultura y Ganadería, México.
- OLVERA, J., 1885. Tres hechos de semejanza patológica en los gemelos. *Gaceta Médica*, tomo 20:237-244.
- PARRA, P., 1886-1888. *Historia de la medicina en México, desde la época de los indios hasta el presente*. 3 vols.
- PARRA, P., 1897. ¿La ineidad es una fuerza antagonista de la herencia, o es una forma de esta última? *Gaceta Médica*, tomo 34:544-553.
- PORTES GIL, E., 1929. *Informe del C. Presidente de la República al H. Congreso de la Unión en la parte relativa a Agricultura y Fomento*. Ed. Cultura, México.
- RAMIREZ, J., 1878. El origen teratológico de las variedades, razas y especies. *La Naturaleza*, tomo 4:236-246.
- REYES, M., 1873. Tesis inaugural: Breve estudio higiénico sobre el desagüe del Valle de México. *El Porvenir*, tomo 5:187-217.
- REYES, C. P., 1981. *Historia de la agricultura: información y síntesis*. A.G.T.editor, S.A., México.
- RIO DE LA LOZA, L., 1871. Discurso pronunciado por el Sr. D. Leopoldo Río de la Loza Presidente de la Sociedad Mexicana de Historia

- Natural en la sesión celebrada el 12 de Enero de 1871. *La Naturaleza*, tomo 1:404-411.
- ROCHA, M., 1873. La contracción muscular en sus relaciones con el calor. *El Porvenir*, tomo 5: 224-259.
- RODRIGUEZ, J. M., 1870. Descripción de un monstruo humano deréncéfalo, nacido en México el mes de Diciembre de 1866. *El Porvenir*, tomo 2:68-74;83-87;97-102;113-116.
- , 1870. Biografía del Sr. Dr. Ignacio Erazo. *Gaceta Médica*, tomo 5:225-252.
- , 1871. Anomalías que presentan varios individuos de la familia de Don Atanasio Alegre (natural de Guanajuato) y otras personas residentes en esta capital. *Gaceta Médica*, tomo 6:201-223.
- , 1871. Mounstruosidades ectromelianas. *Anales de la Sociedad Humboldt*. Tomo 1:275-295.
- , 1872. Estudio sobre varias mounstruosidades ectromelianas y más particularmente sobre Pedro Salinas natural de Tejupilco (Estado de México). *Gaceta Médica*. Tomo 7: 380-402.
- , 1892. Estudio sobre varias mounstruosidades endocimianas observadas en esta capital. *Gaceta Médica*, tomo 28:135-154;161-176.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA Y RECURSOS HIDRAULICOS, 1985. *Edmundo L. Taboada Ramírez: una semblanza, 1906-1983*. Instituto de Investigaciones Agrícolas (INIA), México. Publicación especial.
- SECRETARIA DE AGRICULTURA, FOMENTO Y COLONIZACION, 1907. *Cultivo experimental de algunas variedades de maíz*. Estación Agrícola Experimental de Cd. Juárez, Chih, México. Boletín no. 8.
- SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA ADMINISTRACIÓN OBREGÓN-CALLES. Ramo de agricultura, expediente 104-C-15. Archivo General de la Nación.
- SECRETARIA DE LA PRESIDENCIA ADMINISTRACIÓN OBREGÓN-CALLES. Ramo de agricultura, expediente 241-A-O-13. Archivo General de la Nación.
- SEMELEDER, F., 1901. Heredidad y casualidad. *Gaceta Médica*. Tomo 1, 2ª serie: 78-81.
- TABOADA, E., 1938. *Apuntes de genética*. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México.
- TRABULSE, E., 1982. *Historia de la Ciencia en México*. Fondo de Cultura Económica, México. 4 vols..
- TROCONIA, A. L., 1895. Bosquejo biográfico de D. Juan Ma. Rodríguez. *Gaceta Médica*, tomo 32:2-8;53-61.

- VALLEJO, J. R., 1992. *Historia de la agricultura y la fitopatología (con referencia especial a México)*. Colegio de Postgraduados en Ciencias Agrícolas, Chapingo, México.
- VÁZQUEZ J. Z., 1981. Los primeros tropiezos. En: *Historia General de México*. Tomo 2. El Colegio de México, México.
- ZEA, L., 1968. *El positivismo en México*. Fondo de cultura económica, México.