

REVISTA DE LA SOCIEDAD MEXICANA DE HISTORIA NATURAL

EL ORIGEN DE *Phaseolus coccineus* L. *Darwinianus* HDZ. X. & MIRANDA C., SUBSPECIES *nova*

EFRAÍM HERNÁNDEZ XOLOCOTZI¹, SALVADOR MIRANDA COLÍN² y CZESLAWA PRYWER³

¹ Laboratorio de botánica Sistemática, E.N.A., Chapingo, Méx.

² Sección de Frijol. Oficina de Estudios Especiales S.A.G

³ Laboratorio de Citología Vegetal, E.N.A., Chapingo, Méx.

Siguiendo el análisis presentado por Julián Huxley (1942) en su libro "Evolution, the Modern Synthesis", aceptamos la afirmación de que el éxito de Charles Darwin en elaborar, fundamentar y exponer su teoría dependió en gran parte de su capacidad inductiva y deductiva. Así, partiendo de sus profundas, numerosas y minuciosas observaciones, dio expresión a tres hechos fundamentales y ligados: primero, que los organismos tienden a reproducirse en proporción geométrica; segundo, que a pesar de esta tendencia, el número de individuos de una especie se mantiene más ó menos constante; y tercero, que los organismos varían de manera apreciable al observador.

De estos hechos, Darwin dedujo dos consecuencias igualmente fundamentales: primero, si se producen más individuos de los que pueden sobrevivir, entonces debe haber competencia ó lucha por la existencia; y segundo, que la sobrevivencia queda determinada por la selección natural. De lo anterior, se plantean dos problemas para la solución de los cuales Darwin no tuvo el auxilio de ciencias existentes en la actualidad, obligándolo a deducciones y conclusiones aún criticadas y debatidas, a saber: Definir los mecanismos, las causas y la forma de transmisión de las variaciones en los organismos, y las consecuencias de la selección natural. Hoy en día, la genética, la citología y la biometría, especialmente la aplicada a los fenómenos de poblaciones, han venido a esclarecer estos problemas, aunque hay que advertir que con frecuencia la terminología moderna encubre el problema más que explicarlo.

Para apreciar el desarrollo de éstos fenómenos, la herencia y la selección, es necesario contar con secuencias prolongadas y más o menos continuas de poblaciones, puesto que las modificaciones evolutivas tardan en manifestarse, de tal manera que permitan interpretar dichos fenómenos. Las investigaciones paleontológicas permitieron a Darwin contemplar el desfile evolutivo a través de los milenios. Pero su inquietud por adentrarse en la dinámica de los procesos, requería observaciones en materiales vivientes. Esto lo llevó a asomarse a los resultados obtenidos en los trabajos de mejoramiento animal. En este aspecto, no es ahora el momento propicio para explorar las relaciones entre el medio ambiente del mundo de Darwin y el desenvolvimiento de sus ideas; lo importante es recordar que Inglaterra vibraba bajo el estímulo creador de hombres empeñados en dar origen al gran número de razas de animales domésticos que aún perduran en las regiones templadas y subtropicales del mundo. Como conclusión de sus estudios en este campo, Darwin escribió: "La fuerza de este principio de selección no es hipotética".

Tampoco nos interesa de momento seguir y evaluar las deducciones y conclusiones a que llegó Darwin en este campo. Lo que sí nos parece fundamental es hacer hincapié en el hecho de que el estudio de los animales y de las plantas bajo domesticación, nos permite observar el mecanismo de la herencia y el impacto de la selección de manera tan acelerada que, en forma figurativa, los milenios pasan revista ante nuestros ojos en períodos susceptibles de abarcarse por la vida del hombre.

¿Cuáles son los factores que intervienen en el desarrollo de las especies cultivadas ó domésticas que las convierten en materiales especialmente favorables para el estudio de la herencia y el efecto de selección? Bajo el cuidado del hombre, se registra un aumento espectacular de las poblaciones de las especies escogidas. Por ejemplo, P. C. Mangelsdorf (1952) calcula que el trigo es cultivado en una área de cerca de 200 millones de hectáreas y el maíz ocupa cerca de 100 millones de hectáreas al año. Estas poblaciones multiplican, en comparación con lo que ocurre en las plantas silvestres, cuatro procesos evolutivos: primero, la variación por recombinaciones genéticas; segundo, la conservación de las variaciones por selección natural en áreas cada vez

más numerosas de microzonas ecológicas; tercero, la presencia de condiciones favorables para hibridación; y cuarto, la manifestación de un número mayor de mutaciones bajo observación

En adición, bajo domesticación, el hombre elimina casi en su totalidad, la competencia interespecífica y se avoca el papel de máximo agente seleccionador. Conserva y protege lo que responde a su beneficio en el sentido más amplio del concepto. Bajo éstas condiciones, aún las monstruosidades biológicas más extremas son perpetuadas.

También encontramos que el hombre, al convertirse en el agente principal de dispersión, aumenta las áreas de distribución de las especies ya sea en forma directa e intencional, en forma directa no intencional, o bien en forma indirecta. Esto da como resultado la repentina convivencia de tipos evolucionados en períodos anteriores bajo aislamiento geográfico, convivencia que favorece hibridaciones, puntos de origen a la vez de nuevas recombinaciones genéticas.

Finalmente, la actividad humana, especialmente la relacionada con la agricultura, causa tremendos cambios ecológicos, abriendo grandes extensiones a la invasión de especies antes frenadas por la competencia, rompiendo barreras de aislamiento y produciendo barreras entre poblaciones que con anterioridad eran simpátricas.

En síntesis (Mangelsdorf, 1952), el hombre ha favorecido la rápida recombinación de los juegos genéticos y de las condiciones ecológicas; asimismo, sus objetivos antropocéntricos han sido normas selectivas drásticas en su efecto y velocidad de acción.

Durante los últimos dos años, Salvador Miranda C., bajo la dirección del autor principal y con la ayuda de la Sección de Frijol de la Oficina de Estudios Especiales, S.A.G., se ha dedicado al estudio de la morfología y de la genética del abundante material de *Phaseolus* colectado en casi todos los rincones del territorio nacional. Para lograr las observaciones citológicas que complementan éste trabajo, se ha contado con la entusiasta colaboración de Czeslawa Prywer.

Como resultado de las informaciones reunidas y los análisis hechos, intentamos, en ésta ocasión, presentar a la consideración de ustedes las siguientes conclusiones:

Primero, que existe una población cultivada de *Phaseolus coccineus* L. diferenciada morfológicamente y representativa de una subespecie nueva a la ciencia.

Segundo, que ésta subespecie tuvo su centro de origen en una zona de transición ecológica con numerosos nichos favorables para el cultivo asociado ó próximo de los dos padres, *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) y *Phaseolus coccineus* L. ("ayocote", "botil" ó "chomborote").

Tercero, que la subespecie se originó de la cruce natural entre el frijol común y al ayocote y se perpetuó y aumentó por la selección del hombre, quien encontró en dicha recombinación características ventajosas para su cultivo, y

Cuarto, que el período de origen de ésta subespecie antecede al descubrimiento de América.

El trabajo de Miranda C. (1959) expone de manera amplia y detallada la integridad específica de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común) y *Phaseolus coccineus* L. (conocido como "ayocote" en la parte central de México, "botil" en la zona de Chiapas, y "chomborote" en Guatemala.) Desde el punto de vista morfológico éstas especies se diferencian por una serie de características y combinación de las mismas entre las que destacan: la posición de los cotiledones en la plántula, la longitud y número de entrenudos de la inflorescencia, el color y tamaño relativo de las partes florales, el tamaño y estructura de las vainas, la posición del estigma, y el tamaño y la relación entre las dimensiones de la semilla. Desde el punto de vista hortícola, el frijol común ha sido sujeto a extensos programas de mejoramiento genético para precocidad, hábito de mata y semiguía, alta producción de grano y alta calidad de las vainas; muestra alto grado general de susceptibilidad a enfermedades y plagas y tiene una mayor adaptación a condiciones térmicas elevadas durante su período de crecimiento. En contraste, el ayocote persiste en las formas logradas por las actividades culturales indígenas; muestra un alto grado general de resistencia a enfermedades y aún a ciertas plagas, y prospera bajo condiciones térmicas relativamente bajas durante su largo período de crecimiento, manteniéndose vivo durante varios años por medio de raíces tuberosas.

Las características hortícolas antes enumeradas, han suscitado un vivo interés en la posibilidad de lograr una recombinación más favorable entre éstas dos especies. Así, numerosos investigadores extranjeros y mexicanos han estudiado cruza naturales e híbridos logrados por polinización controlada entre *Phaseolus vulgaris* L. y P.

coccineus L. Los resultados generales de éstos estudios indican un alto grado de incompatibilidad genética y citológica manifestada por bajo porcentaje de fecundaciones, baja fertilidad de las generaciones posteriores y un alto porcentaje de aberraciones morfológicas, tales como branquitis en la progenie.

En resumen, aunque el problema amerita investigaciones adicionales, existen evidencias morfológicas, genéticas, citológicas y fisiológicas para considerar a éstas poblaciones como componentes de dos "buenas" especies.

Durante 1953 y 1954, George Freytag, entonces Ayudante Científico Temporal de la Fundación Rockefeller en México y el autor principal de éste trabajo, fueron comisionados para el estudio taxonómico del complejo cultivado de *Phaseolus* por la Sección de Frijol de la Oficina de Estudios Especiales, S.A.G. En el transcurso del estudio morfológico de las numerosas colecciones de *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus* y *P. lunatus* existentes en el banco de plasma germinal en El Horno, Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, México, se logró reconocer los híbridos entre *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus* por medio de características morfológicas de la semilla, localizadas especialmente en el hilio. La revisión del material disponible y exploraciones botánicas posteriores puso en evidencia la presencia de poblaciones considerables de origen intermedio en las regiones de Zacapoaxtla a Teziutlán, Puebla, en la Sierra Madre del Sur de Oaxaca y en la Sierra de San Cristóbal las Casas, Chiapas. En adición, llamó la atención la uniformidad de éstas poblaciones.

Las siembras efectuadas en 1958 del complejo *Phaseolus coccineus* L. con el propósito de incrementar las semillas de las colecciones originales y encomendadas a Miranda C., facilitaron el análisis más cuidadoso de la naturaleza morfológica, genética y hortícola de las poblaciones intermedias. Para el estudio de las poblaciones se siguió el método ideado por Anderson (1949) para precisar los fenómenos de infiltración genética. La validez y la bondad del método dependen de la habilidad del investigador en localizar y medir las características morfológicas resultantes del efecto de gran número de genes —es decir, características multifactoriales— y del postulado de que las segregaciones en las generaciones avanzadas de un híbrido tienden a repetir combinaciones semejantes a los padres, es decir, hay "ligamiento genómico".

El análisis de los datos obtenidos y expresados en forma gráfica, según métodos convencionales para éste tipo de trabajos (Miranda C., 1959), muestra la presencia de una población discreta en posición intermedia entre los padres, *Phaseolus vulgaris* y *P. coccineus*. El estudio detenido de esta población demuestra su integridad morfológica, su mayor afinidad filogenética a *Phaseolus coccineus*, y una diferenciación taxonómica del orden de subespecie.

Los resultados del estudio sobre la meiosis de las células madres de polen de *Phaseolus vulgaris*, *P. coccineus* y *P. coccineus darwinianus* son los siguientes:

Phaseolus vulgaris de áreas en las cuales hay poblaciones de *P. coccineus darwinianus* y áreas en las cuales no hay éstas poblaciones: todas las fases de la meiosis son normales. La diacinesis y la metafase 5 representan 5 bivalentes. En la anafase I el movimiento de los cromosomas es normal y en la telofase I se forman dos núcleos en los dos polos. Las fases de la segunda división, las tetradas y los granos de polen tienen aspecto normal (Fig. 2-9).

Phaseolus coccineus de áreas donde no hay poblaciones de la subespecie *darwinianus*: en la diacinesis y en la metafase I se pueden contar los II bivalentes. Todas las demás fases de la meiosis son normales (Fig. 11-18).

Phaseolus coccineus de áreas en las cuales hay poblaciones de la subespecie *darwinianus*: el aspecto de la mayoría de las fases es normal, sin embargo, algunas irregularidades pueden observarse, en la anafase I y en la anafase II son bastante frecuentes los cromosomas retardados formando puentes. El porcentaje de aberraciones cromosómicas es de 5-15%.

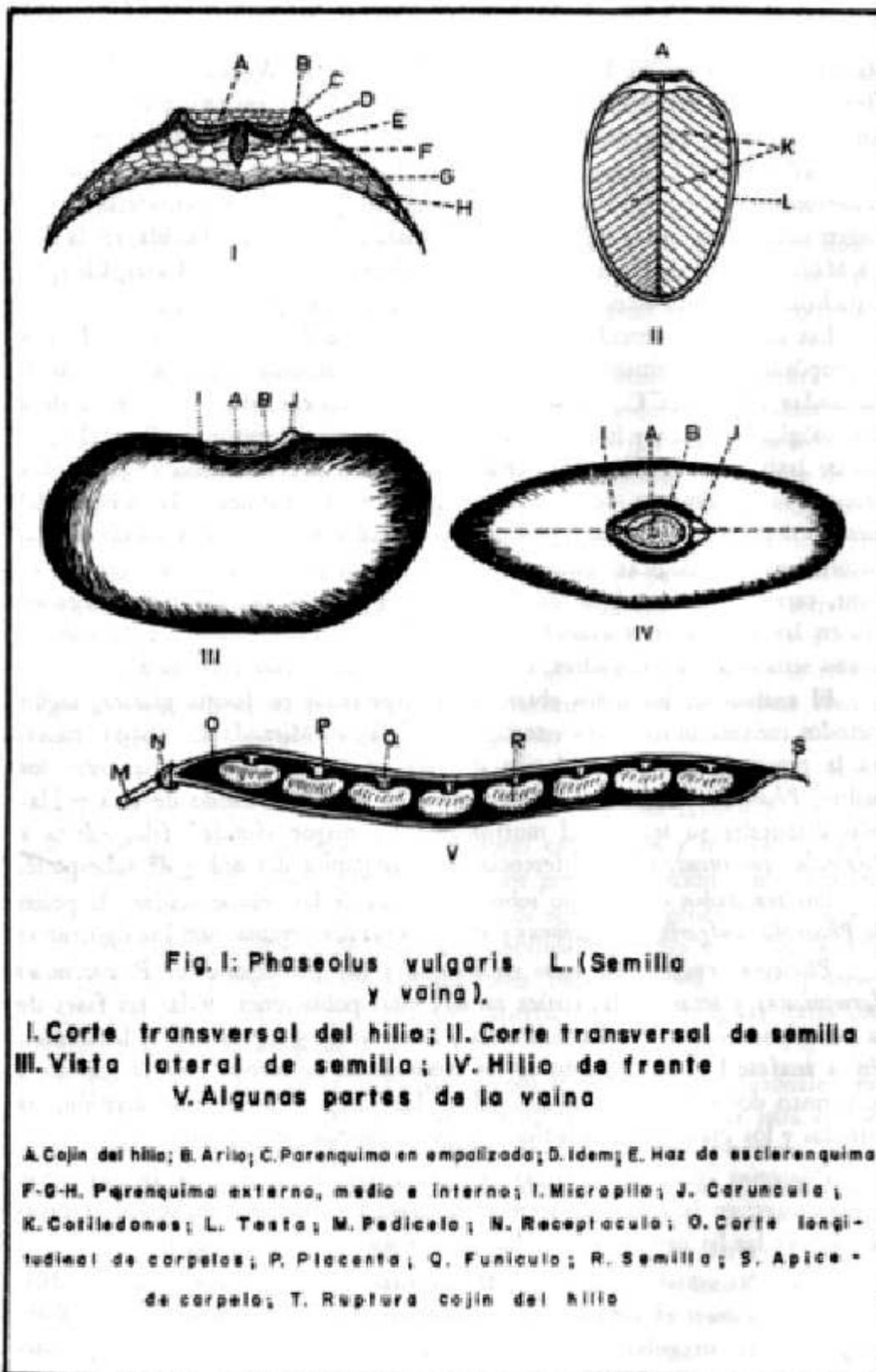


Fig. I: Phaseolus vulgaris L. (Semilla y vaina).

- I. Corte transversal del hilio; II. Corte transversal de semilla**
- III. Vista lateral de semilla; IV. Hilio de frente**
- V. Algunas partes de la vaina**

A. Cojin del hilio; B. Arilo; C. Parenquima en empalizada; D. Idem; E. Haz de esclerenquima
 F-G-H. Parenquima externa, media e interna; I. Micropila; J. Caruncula;
 K. Cotiledones; L. Testa; M. Pedicelo; N. Receptaculo; O. Corte longitudinal de carpelos;
 P. Placenta; Q. Funiculo; R. Semilla; S. Apice de carpelo; T. Ruptura cojin del hilio

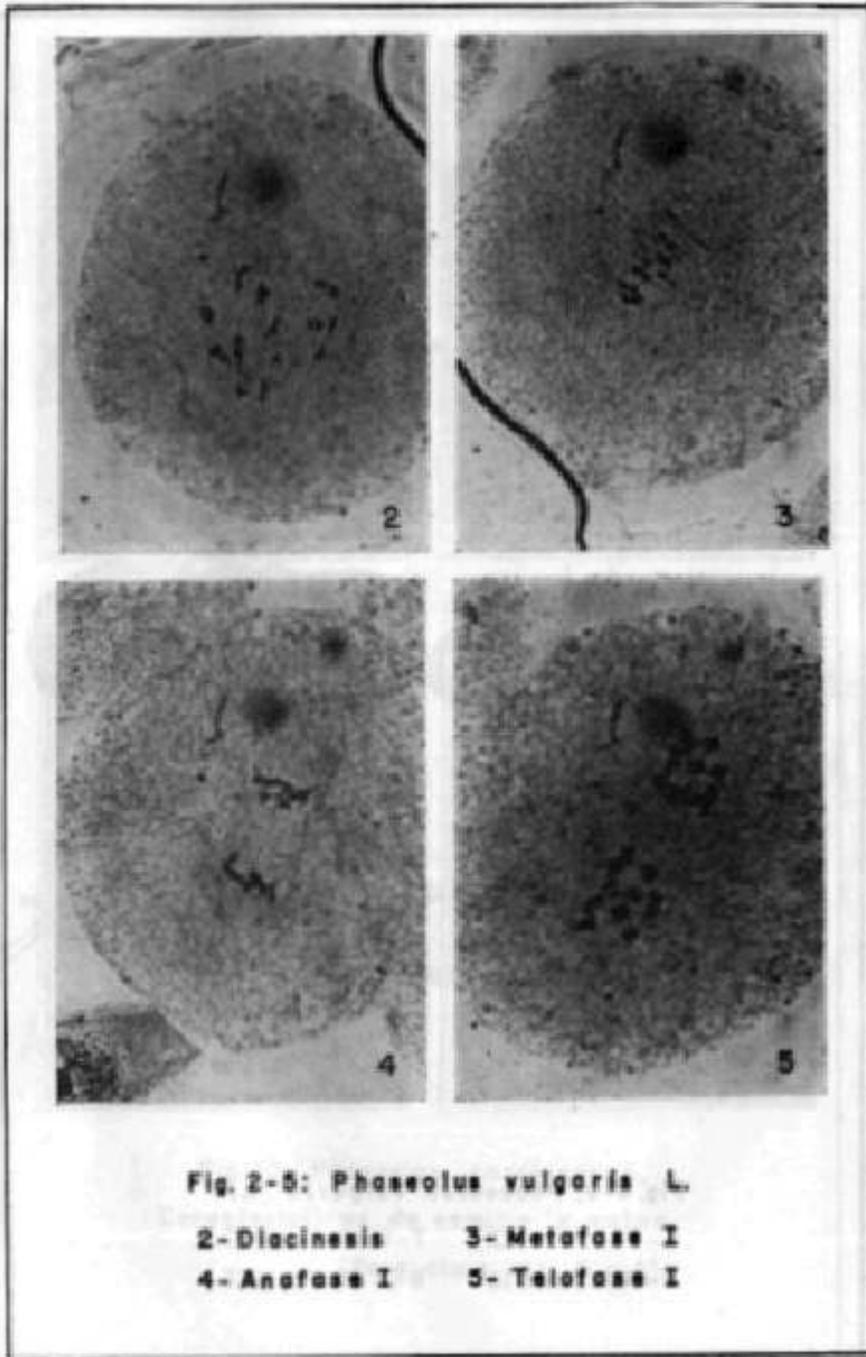


Fig. 2-5: Phaseolus vulgaris L.

2-Diakinesis 3-Metaphase I
4-Anaphase I 5-Telophase I

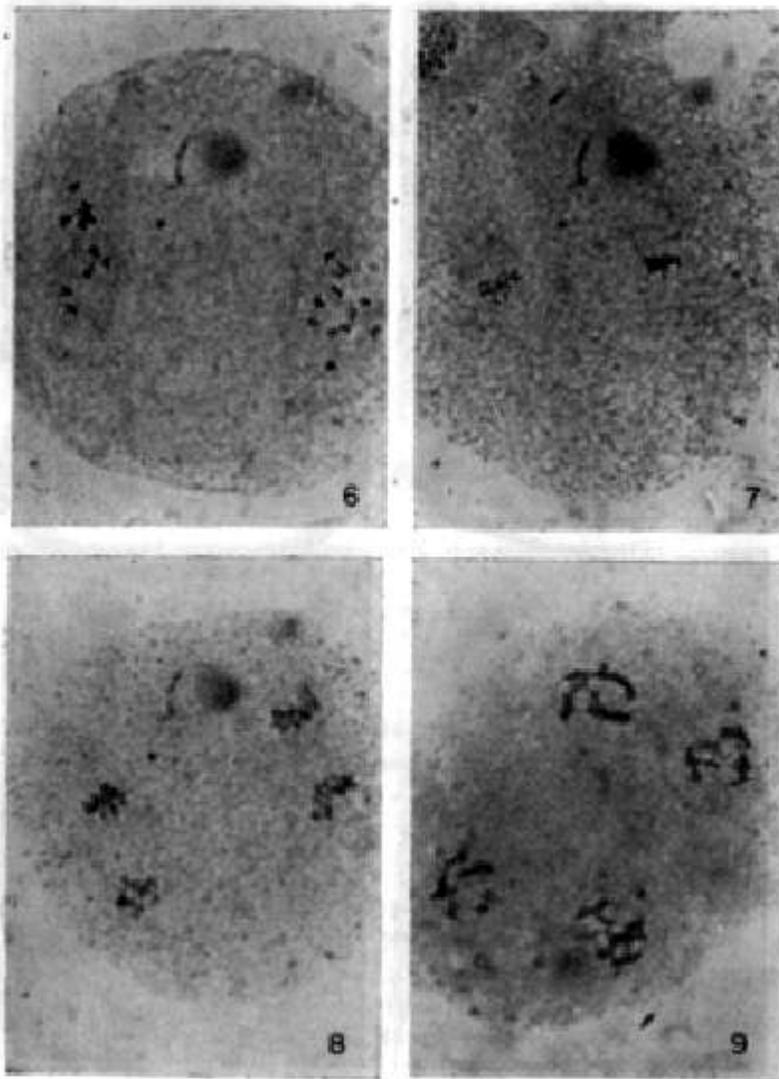


Fig. 6-9: *Phaseolus vulgaris* L.

6-Prophase II 7-Metaphase II

8-Anaphase II 9-Telophase II

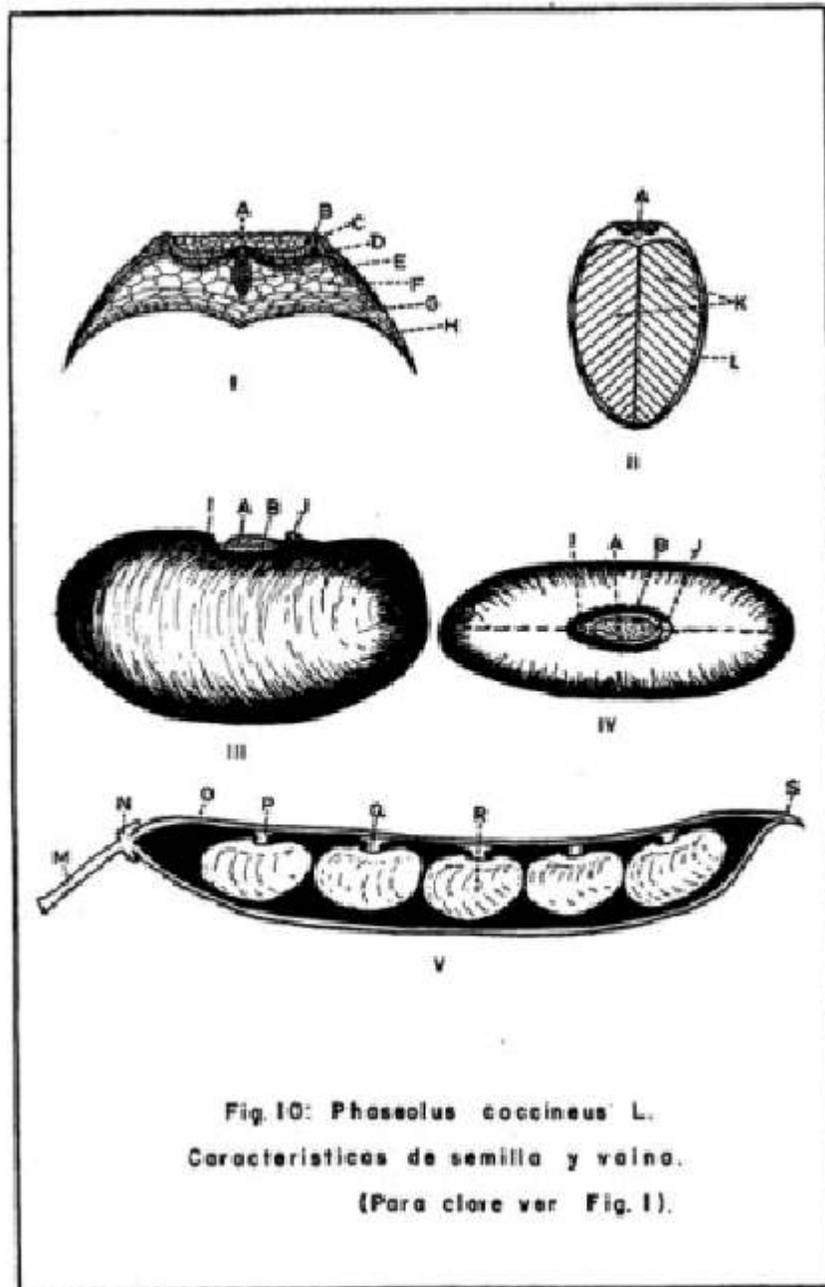


Fig.10: *Phaseolus coccineus* L.
 Características de semilla y vaina.
 (Para clove ver Fig.1).

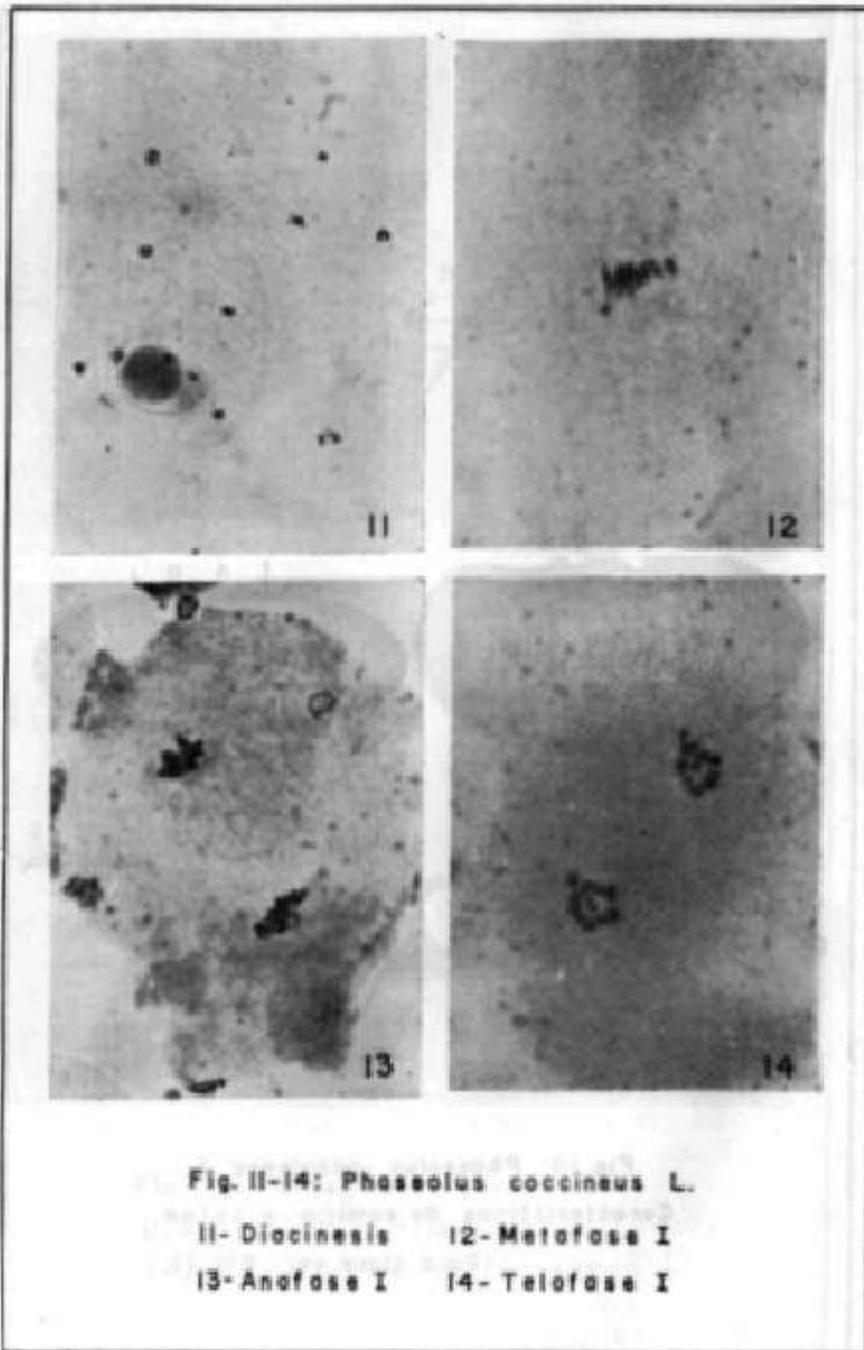


Fig. 11-14: *Phaseolus coccineus* L.

11- Diacinesis 12- Metaphase I

13- Anaphase I 14- Telophase I

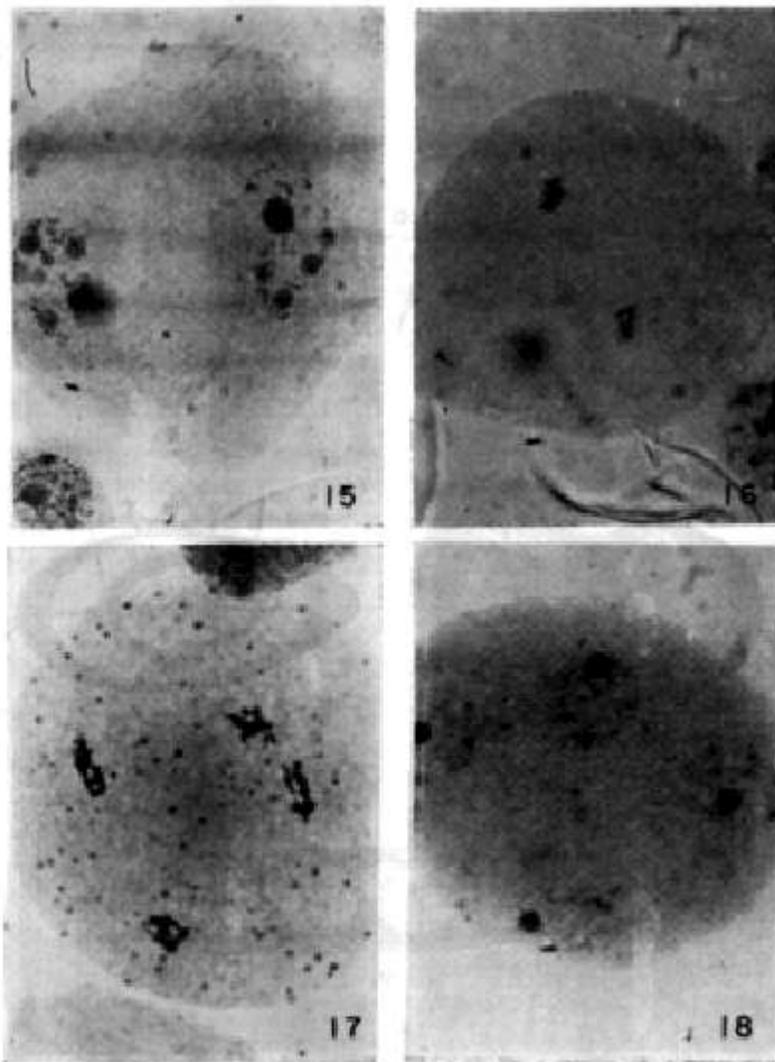


Fig. 15-18: *Phaseolus coccineus* L.

15- Profase II 16- Metafase II
17- Anofase II 18- Telofase II

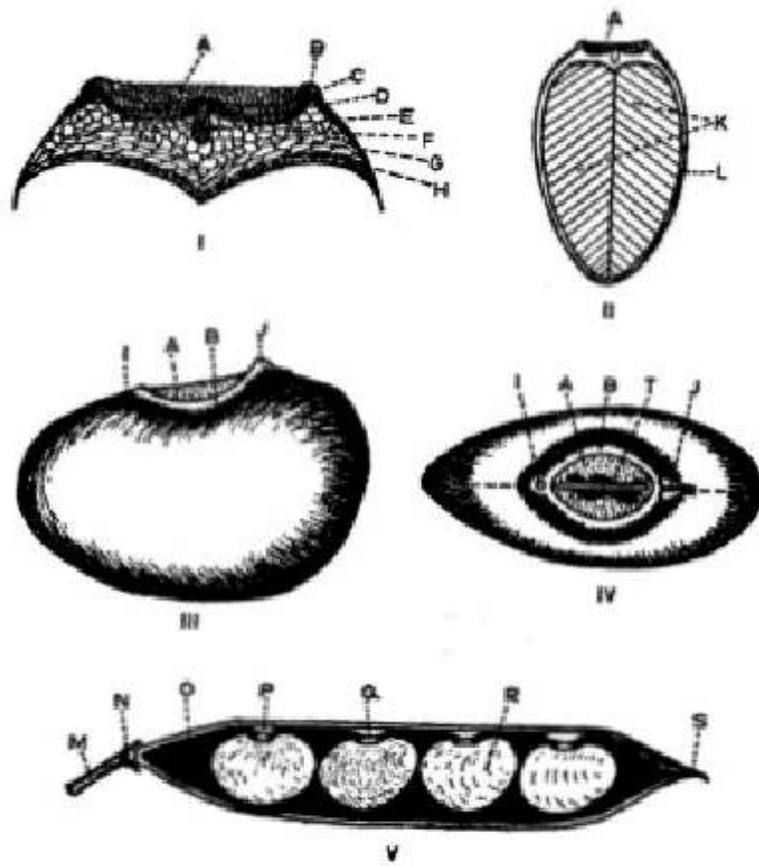


Fig. 19: *Phaseolus coccineus* L.
 Sub-especie *Darwinianus*
 Características de semilla y vaina.
 (Para clave ver Fig. 1).

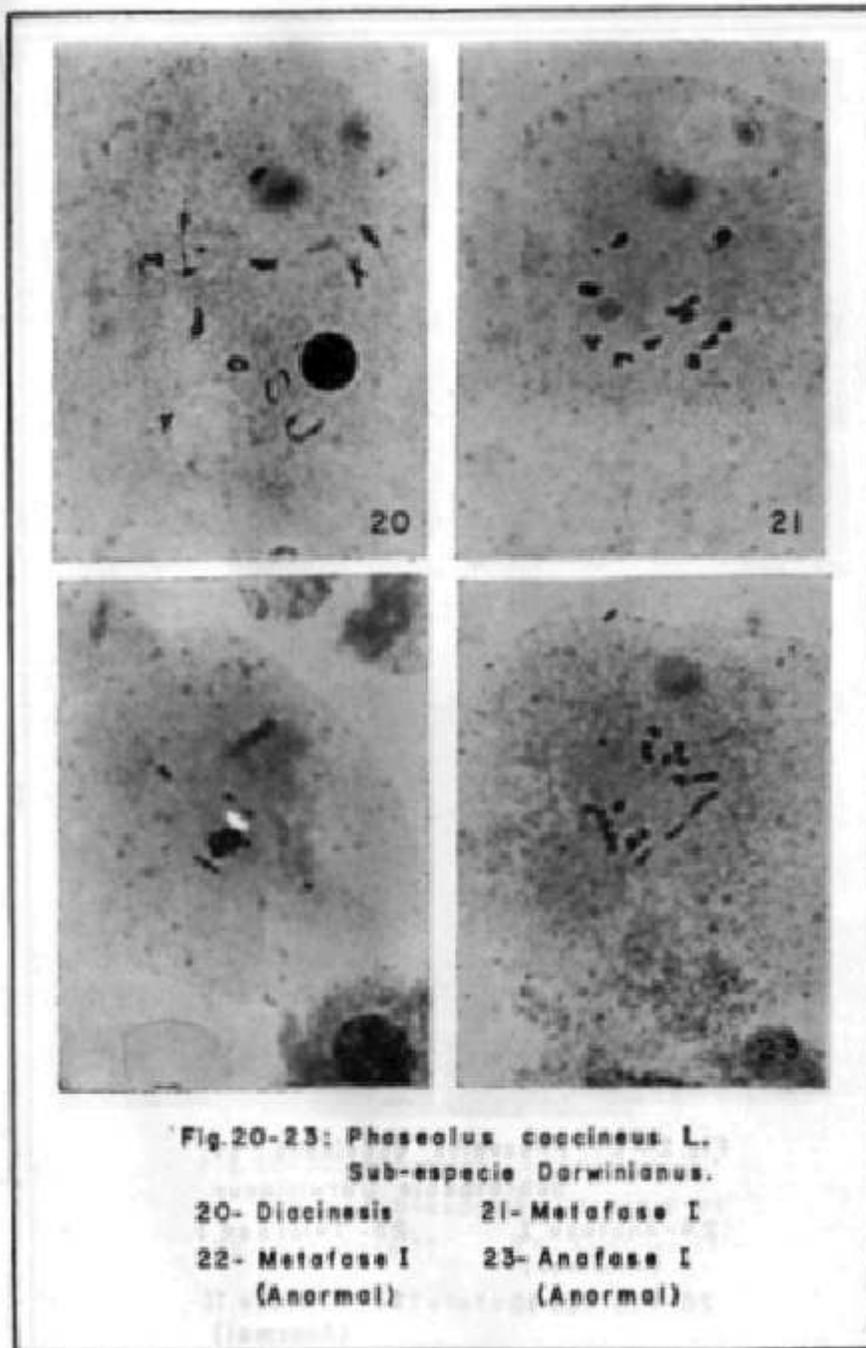


Fig.20-23: *Phaseolus coccineus* L.
 Sub-especie *Darwinianus*.
 20- Diacinesis 21- Metafase I
 22- Metafase I 23- Anafase I
 (Anormal) (Anormal)

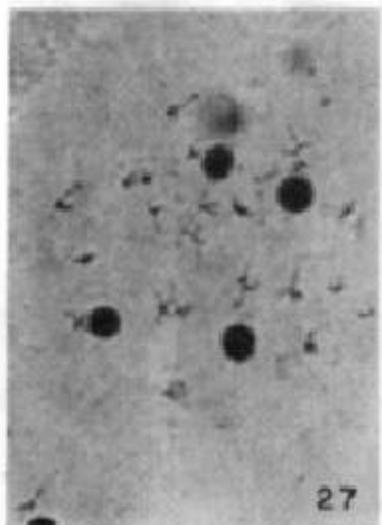
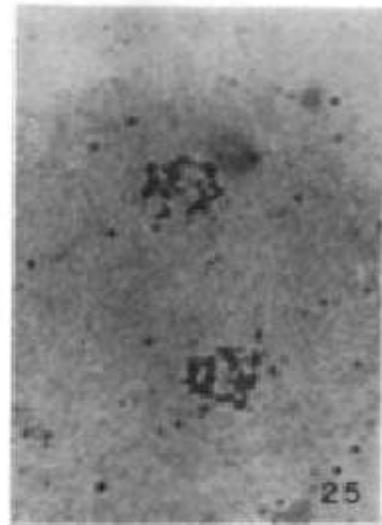
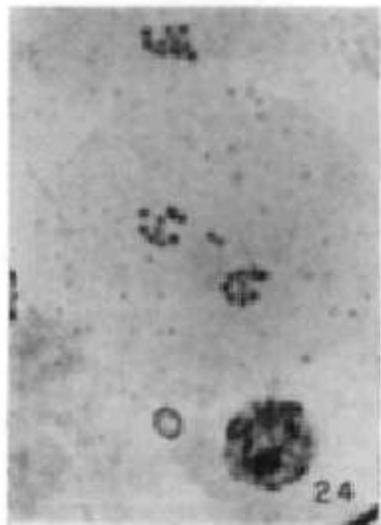
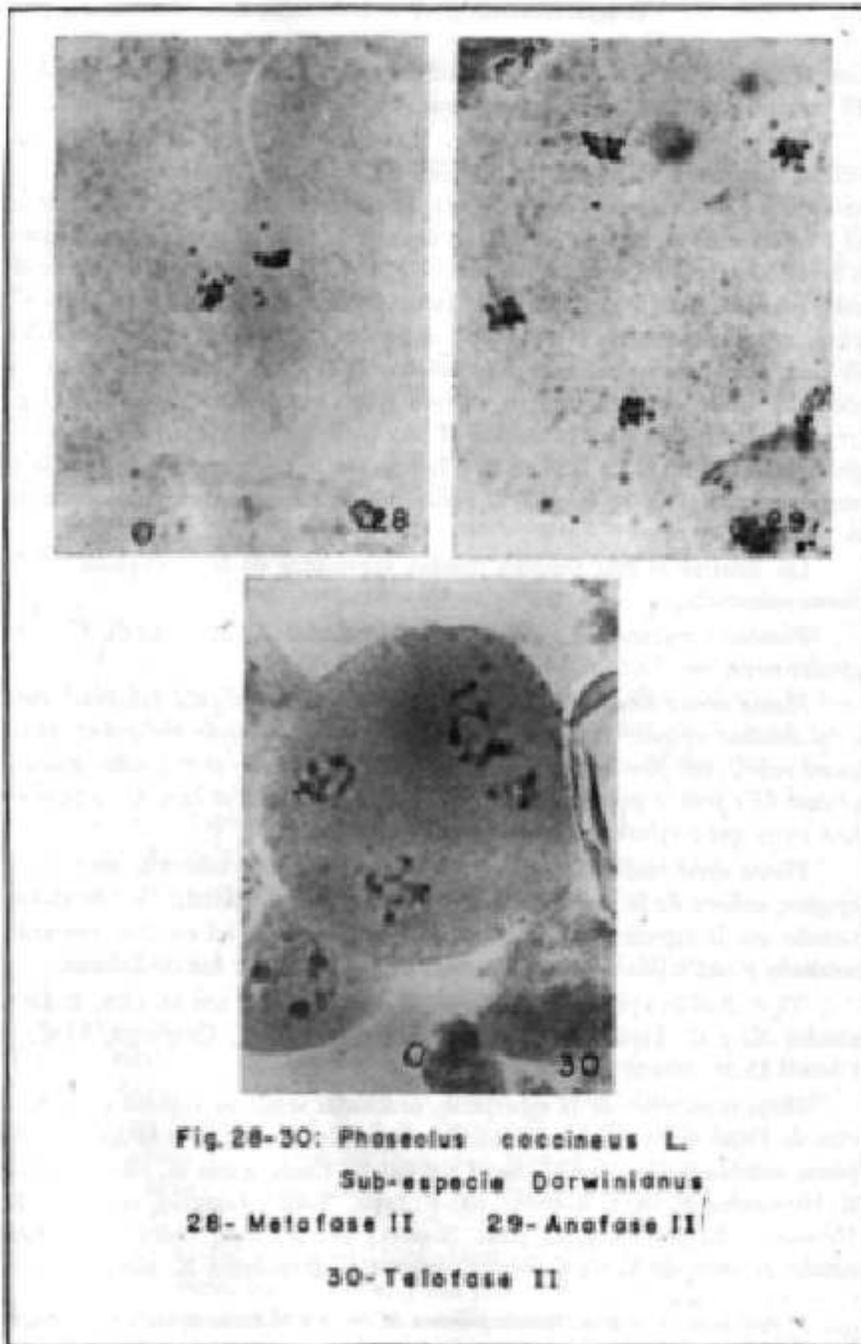


Fig. 24-27: *Phaseolus coccineus* L.
Sub-especie Darwinianus
24- Anafase I 25- Telofase I
 (Anormal)
26- Profase II 27- Profase II
 (Anormal)



Phaseolus coccineus darwinianus. La diacinesis en la mayoría de las células representa II bivalentes, de vez en cuando se pueden observar 10 bivalentes y 2 univalentes (Fig. 20 y 21). La mayoría de las células de la metafase I representan un aspecto normal, en algunas de ellas se observan univalentes ó bivalentes fuera del huso acromático (Fig. 22). En la anafase I los cromosomas retardados no llegan hacia los polos formando los llamados "puentes" (Fig. 23) En la profase II (Fig. 26) se pueden observar dos grupos normales de cromosomas preparándose para la

metafase II (Fig. 28), células en las cuales todos los cromosomas constituyen un solo grupo son bastante frecuentes (Fig. 27). Las aberraciones en la anafase II son parecidas a las aberraciones en la anafase I (Fig. 24). La anafase II y la telofase II representan aspecto más ó menos normal (Fig. 29 y 30). El porcentaje de aberraciones cromosómicas es de 20-50%.

Las diferencias más notables quedan expresadas en la descripción de la nueva subespecie.

Phaseolus coccineus L. *darwinianus* Hernández X. & Miranda C. *subspecies nova*.

*Planta annua tarda vel perennis, volubilis; radice aliquid tuberosa, cum cotyledonibus epigeis; cum coloribus floris ex alba adusque violaceum, num quam rubri; cum floribus mensura minore quam speciem, cum semine grande, et cum hilo grande quasi orbiculare, cum arillo eminente et cum texto funiculare scisso qui cotyledonas animadvertere sinit.**

*Agradecemos al Prof. Moisés Jiménez A. de la E.N.A. su ayuda en el diagnóstico en latín.

Planta anual tardía ó perenne, voluble, con raíz algo tuberosa, cotiledones epigeos; colores de la flor de blanco a morado, nunca escarlata; flor de menor tamaño que la especie; semilla grande con hilio grande casi circular, con arillo resaltado y con tejido funicular rasgado dejando entrever los cotiledones.

Tipo: Puebla 170, bayo, "acalete", Huauchinango, 2 200 m. elev. E. Hernández X. y C. Tapia J. (depositado herbarios E.N.A., Chapingo, Méx., y Cornell Univ., Ithaca, N. Y.).

Otras colecciones de la subespecie, ordenadas según su registro en la Sección de Frijol de la Oficina de Estudios Especiales, S.A.G. CHIAPAS: 132-A, pinto, nombre vulgar "botil", San Cristóbal las Casas, 2 000 m. elev. , Colector E. Hernández X. núm. X 9005; 162-F, bayo, "botil", Comitán, colectores E. Hernández X. y G. Freytag núm. X 9035; 180-A, rojo, "botil", San Fernando, al norte de Tuxtla Gutiérrez, colector E. Hernández X. núm. X-9053 180-E, café rojo, "botil", San Fernando, colector E. Hernández X. núm. X-9053; 180-E, rojo, igual al anterior; 180-F, igual al anterior; 180-I, igual al anterior; 181-A, café negro, "botil", San Fernando, colector E. Hernández X. núm. X-9054; 181-B, café bayo, igual al anterior; 181-D, café negro, igual al anterior; 181-A, café negro, "botil", San Fernando, colector E. Hernández anterior; 181-G, café negro, igual al anterior; 181-H, café negro, igual al anterior; 181-I, café rojo, igual al anterior; 182-B, café negro, 'botil, San Fernando, colector E. Hernández X. núm. X-9055; 182-C, igual al anterior; 182-D, café, igual al anterior; 184-A, amarillo, "betibe", colector E. Hernández X núm. X-9057; 184-B, café, igual al anterior; 184-C, amarillo rojo, igual al anterior; 184-F, amarillo rojo, igual al anterior; 234-A, amarillo rojo, "ibis", Chanal, cerca San Cristóbal las Casas, 2 200 m. elev. , Colectores E. Hernández X. y F. Farías; 234-B, rojo oscuro, "ibis", Huixtán, colectores E. Hernández X. y F. Farías; 234-C, amarillo, igual al anterior.

OAXACA: 66-A, negro, "tabay", Tres Cruces, 2 600, m elev. , Colector E. Hernández X. núm. X-9148.

PUEBLA: 59, bayo, "ipataxtli", Huauchinango, 1 600 m elev. , Colector F. V., sin núm.; 153-A, bayo, "acalete", Tlatlauqui, 1,500 m. elev. , Colector E. Hernández X núm. X-9197; 153-B, 153-C, 153 D y 153.E, igual al anterior; 161-A, bayo, "acalete", Tlatlauqui (Tetelilla), 1 600 m elev. , Colector E. Hernández X. núm. X-9195; 161-B y 161-C, igual al anterior; 67-B, bayo, "acalete", Huauchinango, 2 200 m elev., Colector Sección de Horticultura, O.E.E., S.A G.; 170, bayo, "acalete", Huauchinango, 2 200 m. elev., colectores E. Hernández X. y C. Tapia J.

VERACRUZ: III, bayo, "gordo", Jalancingo, 1 900 m. elev., colector G. Freytag; 112-A y 112-B, bayo, "acalete", Jalancingo, 1 900 m. elev., colector E. Alvarez.

GUATEMALA: 174, pinto, "piloy", mercado Cd. Guatemala, colector R. W. Richardson, Jr.; 175, pinto, "piloy" Patzicia. Chimaltenango, 7 000 pies elev., colectores E. Hernández X. y A. Fuentes O., núm. Guat. X-I; 182 B, amarillo, Piedra Grande, San Marcos, 8 800 pies elev., colectores E. Hernández X. y A. Fuentes O., núm. Guat. X-27, 188-B, amarillo, Rincón, ca. San Marcos, colectores E. Hernández X y A. Fuentes O., núm. Guat. X-39; 195-A, amarillo, "juruna", El Carrizalito, Km. 144 Jalapa-Chiquimula, Jalapa, 5 000 pies elev., colectores E. Hernández X. y M. Barrios, núm. Guat. X-133; 198, con camote, café, "chuy", Peña Fría, Los Limares Municipio Rabinal, Baja Verapaz, colector E. Hernández X., núm. Guat. X-165; 199, Aldea Paoj, Km. 100 carretera Rabinal, Baja Verapaz, 5 500 pies elev., colector E Hernández X. núm. Guat. X-170; 200-B, amarillo, 200-D pinto amarillo y 200-E pinto rojo, "chuy", Aldea Paoj, Km. 104 carretera Rabinal, Baja Verapaz, 6 000 pies elev., colector E. Hernández X., núm. Guat. X-176; 204-B, blanco, "chuy", San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz, 4 600 pies elev., colector E. Hernández X.

núm. Guat. X-207; 205-A, amarillo rojo, Xajaxac, 6 800 pies elev., colector E. Hernández X., 206-C, rojo café, Patzicia, Chimaltenango, 7 000 pies elev., colector E. Hernández X.

Las figuras 1, 10 y 19 muestran algunas de las características diferenciales entre las entidades *Phaseolus coccineus* L., *P. coccineus* subespecie *darwinianus* Hernández X. & Miranda C. y *P. vulgaris* L..

Por lo que se refiere al área de distribución de la subespecie, ésta se desenvuelve a lo largo de la franja entre 1 500 a 2 300 metros de altura del escarpio oriental húmedo de la Sierra Madre Oriental, del lado sur de la Sierra Madre del Sur de Oaxaca, de la Sierra de San Cristóbal, Chiapas, y en la región montañosa del occidente de Guatemala. Esta zona ya ha sido señalada como franja de transición ecológica de gran importancia por varios autores, especialmente Faustino Miranda y A J. Sharp (1950). Aquí se presentan innumerables llanuras, valles y barrancas donde los elementos biológicos esencialmente tropicales extienden sus áreas de distribución en sentido altitudinal y conviven con los elementos esencialmente templados que se extienden hacia altitudes inferiores con clima subtropical. El resultado puede ser por un lado la formación de un bosque deciduo con un dosel inferior de especies arbustivas subtropicales (Hernández X., *et al* 1951) y, por otro lado, la hibridación natural, resultando en la formación de nuevas entidades taxonómicas. Esto último queda ejemplificado por las razas de maíz Tuxpeño y Celaya que dieron origen en ésta zona al Chalqueño (Wellhausen, *et al*, 1949). Por estas razones, más otras que se apuntan adelante, concluimos que aquí se formó y perpetuó el *Phaseolus coccineus darwinianus*.

Con relación al centro de origen del *Phaseolus vulgaris* y del *P. coccineus*, las observaciones de Bukasov (1931) Sauer (1936) y McBryde (1947), más las nuestras derivadas de extensas exploraciones botánicas, parecen indicar que éste se localiza en la región montañosa del sur de México y el oeste de Guatemala, es decir, la gran zona cultural mayoide. Pero fijándose con mayor detenimiento, se nota una diferencia ecológica entre las áreas de origen de las especies mencionadas. Las especies silvestres más cercanas, desde el punto de vista morfológico y taxonómico a *Phaseolus coccineus*, se encuentran distribuidas en la región geográfica subtropical y tropical con clima templado húmedo, donde el ayocote encuentra su mayor utilización como planta cultivada. Consideraciones semejantes llevan a la conclusión de que *Phaseolus vulgaris* se desarrolla de manera preponderante bajo condiciones tropicales húmedas. Esta conclusión es aún más evidente si tomamos en cuenta las condiciones climáticas exclusivas del período de desarrollo del cultivo. Ciertamente que en ambas especies el hombre ha formado ecotipos que extienden el área de adaptación de éstas especies. Pero las combinaciones genéticas básicas son favorables en *P. coccineus* a climas templados y en *P. vulgaris* a climas cálidos.

Al ampliar las áreas de cultivo, el hombre fue acercando las poblaciones del ayocote y del frijol común hasta que llegaron a encontrarse en cultivos intercalados o en áreas suficientemente cercanas para favorecer la hibridación. En la actualidad, durante el transcurso de exploraciones botánicas iniciadas desde 1945 para coleccionar plasma germinal básico para los trabajos genéticos, hemos comprobado la presencia de siembras de maíz con ayocote y frijol común intercalados en Chiapas, Oaxaca, Tlaxcala, Puebla, México, Michoacán y Zacatecas. A veces se usa más de una clase de frijol intercalado. En otras ocasiones no se siembra maíz y entonces se nota ayocote intercalado entre el frijol, por ejemplo en Durango.

La importancia de la convivencia de éstas especies estriba en la posibilidad de polinizaciones cruzadas y la formación de híbridos fértiles con nuevas recombinaciones genéticas. Este proceso depende de tres factores: primero, la forma de polinización normal de las especies; segundo, la presencia de un mayor o menor número de agentes polinizadores y sus actividades; y tercero, la mayor ó menor coincidencia en los períodos de floración de las especies. Ya Miranda C. (1959) ha presentado amplia información sobre los dos primeros factores. Falta mencionar algunas prácticas culturales que tienden a aumentar la frecuencia con que ocurren las floraciones durante los mismos períodos. Por lo que se refiere al frijol común, el uso de variedades tardías y siembras demoradas debida a retraso en el principio de la temporada de lluvias, tienden a desplazar el período de floración hacia los meses finales del año. En el caso del ayocote, el uso de variedades anuales y relativamente precoces, pero más importante, la persistencia de tubérculos y su rápida regeneración en presencia de calor y humedad, permiten adelantar la floración a períodos que coincidan con la floración del frijol común.

Es así que se deben haber presentado condiciones favorables para la formación de híbridos en toda el área simpátrica de cultivo de las especies. En algunos lugares el híbrido fue observado y favorecido por el hombre; en otros evidentemente no presentó características útiles ó atractivas al indio. ¿Cuáles fueron las razones que fomentaron su perpetuación e incremento en su actual zona de distribución? Sugerimos las siguientes características ventajosas del híbrido:

1. Precocidad mayor que la del ayocote, haciendo factible su cultivo como planta anual.
2. Adaptación a un ritmo térmico inferior al frijol común.

3. Hábito de crecimiento especialmente favorable a su cultivo intercalado con el maíz.
4. Mayor resistencia a enfermedades e insectos que la del frijol común.
5. Mayor seguridad de producción que en el caso de ambos padres, y
6. La persistencia de vigor híbrido aún después de largo período de formación del mismo (Mangelsdorf, 1952).

Algunas de éstas características pueden definirse únicamente a través del uso del método científico, pero la mayoría queda al alcance de las observaciones penetrantes y prolongadas del indio

Ahora bien, ¿cuál fue el período probable de formación del *Phaseolus coccineus darwinianus*? Nos hemos guiado por las siguientes consideraciones:

Primero: En todas las regiones de cultivo hemos encontrado nombres indígenas específicos para su designación. En la relación noroeste de Puebla se la conoce como "acalete" e "ipataxtli", en Oaxaca como "tabay", en Chiapas como "betibe", en Veracruz, "acalete" y en Guatemala como "juruna" y "chuy". Gracias a las indicaciones dadas por el Dr. F. Miranda, tenemos la siguiente etimología de la palabra náhuatl "acalete". "acatl" es caña y "etl" es frijol, por consiguiente, acalete es frijol de caña refiriéndose a su hábito voluble sobre las plantas de maíz.

Segundo: Lo preciso y constante de su identificación en base a las características de la semilla, por parte de los grupos indígenas de las áreas de distribución del cultivo.

Tercero: Un manejo bien diferenciado del cultivo.

Cuarto: La estabilidad de las características morfológicas.

Por consiguiente, consideramos acertado fijar la fecha de origen de *Phaseolus coccineus darwinianus* cuando menos al período pre-colombiano.

RESUMEN

Con el fin de conocer más a fondo la genética y taxonomía de las especies *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L se llevó a cabo un estudio morfológico-citológico en más de 300 colecciones, de ambas especies, procedentes de diversos Estados de México y de Guatemala.

En dicho estudio se tomaron en cuenta, principalmente, aquellos caracteres morfológicos estables (poligénicos o multifactoriales), tales como la posición cotiledonar en la plántula, tamaño del pedúnculo de la inflorescencia, número de entrenudos de la inflorescencia, morfología de las bracteolas, posición del estigma, forma y dimensiones de la vaina, forma y dimensiones de la semilla, característica del hilio y características de la raíz.

Como resultado del análisis de los caracteres anteriores, se confirmó la existencia de *Phaseolus coccineus* L. *darwinianus* Hdez. X. y Miranda C. *subespecies nova*, la cual procede de una cruce natural entre ambas especies, mantiene características morfológicas estables y se diferencia de *P. coccineus* por tener cotiledones epigeos, inflorescencia de menor longitud, pero con gran número de entrenudos, flor nunca escarlata, hilio grande y circular. Los factores que permitieron la cruce natural son: primera, la costumbre de sembrar las dos especies asociadas con maíz y la presencia de agentes polinizadores en los lugares de origen; segundo, la fácil polinización entre ambas especies; tercero, factores ecológicos que favorecen y prolongan el período de floración.

Los lugares en donde se ha encontrado a la subespecie *darwinianus* en forma cultivada, quedan comprendidos entre 1 500 y 2 500 metros sobre el nivel del mar y son: en la Sierra Madre Oriental, alrededor de Zacapoaxtla, Puebla; en la Sierra Sur de Oaxaca, alrededor de San José del Pacífico; Sierra de San Cristóbal de las Casas, Chiapas; y zona serrana occidental de Guatemala.

El período probable de formación de *P. coccineus darwinianus* se remonta a la época precolombina dada su nomenclatura autóctona que conserva en cada región, a saber: "acalete" e "ipataxtli" en la zona de Puebla, "tabay" en Oaxaca, "betibe" en Chiapas y "juruna" y "chuy" en Guatemala.

SUMMARY

Continuing the biosystematic studies of *Phaseolus* conducted by the Bean Section of the Office of Special Studies of the Mexican Ministry of Agriculture, more than 300 collections of *Phaseolus coccineus* L. and *P. vulgaris* L. from various states of Mexico and Guatemala, were grown and studied at Chapingo, Mexico, during 1958 and 1959. The purpose of the study was to clarify the taxonomic status of some of the entities of the *P. coccineus* complex and their genetic relationship to *P. vulgaris*.

For this purpose, the method used was that elaborated by E. Anderson and co-workers for the study of introgressive hybridization. In this case, the most important morphological characters were: the position of the cotyledons during germination, the length of the peduncle, the length of the inflorescence, the number of internodes of the inflorescence, the shape of the bracteoles, the position of the stigma, the shape and size of the pod, the shape and size of the seed, the characteristics of the hilum, and the characteristics of the root.

As a result of the morphological analysis, a cultigen not previously recognized is described as *Phaseolus coccineus darwinianus* Hernández X. & Miranda C. *subspecies nova*. This subspecies is considered to have originated from the natural hybridization between *P. coccineus* and *P. vulgaris* it maintains constant morphological characters, and differs from the species in having epigeous cotyledons, smaller inflorescence but with a higher number of internodes, smaller flowers of white to purple colors but never scarlet, and a large circular hilum.

The conditions which favored the occurrence of natural hybridization are: agricultural practices which stimulated the intercropping of various species of beans, the presence and activities of insect pollinators and ecological conditions which permitted an overlap in the flowering periods. The factors which favored the selection and maintenance of the hybrid populations by the indigenous cultures are: shorter growing period than the species *coccineus*; adaptation to cooler temperatures than *vulgaris*; a climbing habit especially adapted to intercropping with maize; greater resistance to diseases and insects than the parent species.

The known distribution of the subspecies is in the mountainous tropical regions between 1 500 and 2 500 m. elevation with humid temperate climate, in the states of Puebla, Chiapas, Oaxaca and Veracruz in Mexico and in the Departments of Guatemala, Chimaltenango, San Marcos, Jalapa, Baja Verapaz, and Alta Verapaz in Guatemala.

It is postulated that the period of origin of the subspecies is precolumbian among other reasons because of the existence of indigenous names. In Puebla it is known as "acalete" and "ipataxtli"; in Oaxaca "tabay"; in Chiapas "betibe"; in Guatemala "juruna" and "chuy".

BIBLIOGRAFIA

- ANDERSON, E. 1949. "Introgressive Hybridization". New York.
- BUKASOV, S. M. 1931. "The cultivated plants of Mexico, Guatemala and Colombia". Bull. Appl. Bot. Gen. Pl. Breed., Suppl. 47:1-553.
- HERNÁNDEZ S., E., H. CRUM, Wm. B. Fox & A. J. SHARP. 1951 "A unique vegetational area in Tamaulipas". Bull. Torrey Bot. Club 78 (6),458-463.
- HUXLEY, J. 1942. "Evolution, the Modern Synthesis". Harper & Brothers Publishers. New York, 613 pp.
- MANGELSDORF, P. C. 1952. "Evolution under domestication". The American Naturalist LXXXVI (827): 65-77.
- McBRYDE, F. W. 1947. "Cultural and historical geography of southwest Guatemala". Smithsonian Institution. Inst. Soc. Anthropol. Publ. 4:1-184. Washington, D. C.
- MIRANDA, F. & A. J. SHARP. 1950. "Characteristics of the vegetation in certain temperate regions of eastern Mexico". Ecology 31. 313-333.
- MIRANDA COLÍN S. 1959. "Estudio biosistemático para definir el fenómeno de infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L.". Tesis. Escuela Nacional de Agricultura, Chapingo, Méx.
- SAUER, C. O. 1936. "American agricultural origins: a consideration of nature and culture". In Essays in Anthropology in honor of Alfred Louis Froeber. 279-297 pp

WELLHAUSEN, E. J., L. M. ROBERTS Y E. HERNÁNDEZ X., en colaboración con P. C. MANGELSDORF. 1951.
Razas de Maíz en México. O.E.E., S.A.G., folleto técnico 5. México, D. F.