
SISTEMATICA DE LAS PLANTAS CULTIVADAS Y SU APROVECHAMIENTO EN LA INVESTIGACION AGRICOLA EN MEXICO

EFRAIM HERNANDEZ XOLOCOTZI
Escuela N. de Agricultura

I. INTRODUCCIÓN

En el intento del hombre de adquirir un conocimiento íntimo del mundo que lo rodea, la sistemática, como disciplina general, desempeña una función fundamental tanto en la fase inicial de observación, como en los períodos de síntesis de nuevos descubrimientos. El resultado del contacto constante e inmediato con un número reducido de objetos conduce al hombre a la primera tarea sistemática: la de formular nombres específicos para cada objeto. Aun los grupos humanos menos adelantados poseen una nomenclatura sistemática puesto que el desarrollo mismo de la palabra hablada es función en gran parte de los hábitos de observación y distinción. Como ejemplo de esta fase de desarrollo podemos citar la serie de nombres comunes elaborados por los indios Mayo y Wariho que habitan la cuenca del Río Mayo (Gentry 1942).

Cualquier modificación en el medio ambiente —digamos por ejemplo, hábitos alimenticios, expansión en la zona habitada, o invasión de una nueva zona climática— exige mayor observación y una reevaluación del valor de las características diferenciales entre los objetos conocidos. En un país como México, es fácil señalar (Sahagún 1529-1590, Hernández 1615-1651 y Martínez 1937) la influencia de estos factores en la clasificación indígena de las plantas y animales. Sobresalen como factores modificantes los siguientes hechos históricos: a) la rápida y extensa expansión de la zona de contacto de los Aztecas; b) el florecimiento de dos grandes centros agrícolas, uno en la Mesa Central, y el otro en el Sureste, basado tanto en especies nativas como introducidas, y c) el número e intensidad de las hambres.

El cúmulo de nombres exige la determinación de grupos o categorías de diferentes valores. Siguiendo el análisis del conocimiento indígena de México, encontramos que en la larga lista de nombres vegetales hay muchos de índole genérico tales como "ayotli" (calabazas), "zapoti" (frutos con hueso), "amatl" (*Ficus*), y "tomatl" (planta de frutos acuosos). Es mi opinión de que en esta forma los indios mexicanos llegaron a establecer límites para ciertas Familias naturales que coinciden con los que se reconocen en la actualidad tales como Solanaceae y Gramineae.

Ya en el período de la sistemática como ciencia, la necesidad de catalogar un número cada vez mayor de especies en un sistema ordenado, manejable, útil e inclusivo, dio los siguientes resultados después de diversos intentos y períodos de síntesis: a) la formulación de un método internacional de nomenclatura; b) la elaboración de una terminología que permite una mayor precisión en las descripciones; c) la acumulación de una amplia bibliografía internacional, y d) la presentación de diversos esquemas artificiales de clasificación.

Como era de esperarse, adelantos e inquietudes en las otras ciencias naturales tuvieron repercusiones en la sistemática. La teoría de la evolución, estimuló las investigaciones dirigidas hacia el esclarecimiento de las relaciones filogenéticas entre los grupos taxonómicos y la elaboración de sistemas naturales de clasificación. Esta tarea aún queda por terminarse, pero es evidente que el investigador en otras disciplinas de la biología ya no queda satisfecho con saber el nombre científico de una planta, quiere saber también las relaciones filogenéticas de dicha especie para poder proyectar sus estudios en forma más extensa y comprensiva.

II. OBJETIVOS DE LA CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

Durante los últimos cincuenta años, la genética, especialmente la genética aplicada, ha hecho nuevas exigencias a la sistemática. El genetista no está satisfecho con poder distinguir el trigo, el maíz, el frijol y la caña de azúcar, ahora pide saber por métodos taxonómicos la localización de los diversos núcleos de plasma germinal de mayor interés para sus trabajos de mejoramiento. Por lo consiguiente, se pueden sintetizar los objetivos de la clasificación de las plantas cultivadas en los siguientes puntos:

- a) Señalar el grado de afinidad entre las especies congénicas;

- b) Señalar el grado de afinidad entre la especie y las especies de los géneros más cercanos;
- c) Definir la cantidad y calidad de plasma germinal de otras especies que se ha infiltrado en el juego genético de la especie que nos interesa;
- d) Diferenciar, por medios morfológicos, los conjuntos más importantes del plasma germinal de la especie; y
- e) Definir la morfología de las plantas de diversos niveles cromosómicos.

Es importante advertir que el taxónomo está obligado a lograr estos objetivos por medio del uso de características morfológicas exclusivamente. Si no logra descubrir correlaciones, digamos por ejemplo, entre diferentes niveles cromosómicos y características morfológicas diferenciales, entonces no se le puede exigir el establecimiento de entidades taxonómicas que reflejen esta diferencia.

III. VARIACIÓN EN PLANTAS SILVESTRES Y CULTIVADAS

Normalmente, la acción combinada de barreras genéticas y ecológicas redundan en la formación de unidades o poblaciones taxonómicas bien diferenciadas. Cuando estas barreras no funcionan, pueden ocurrir hibridaciones que, según estudios recientes, juegan un papel importante en la formación de nuevas entidades taxonómicas. Pero estas hibridaciones tienden a confundir las diferencias morfológicas entre especies. El taxónomo prefiere estudiar, en general, las especies silvestres y cuando se encuentra con poblaciones segregantes, o esquivo el problema, o lo resuelve con variaciones de criterio bastante desconcertantes. Dicho sea de paso que, aunque los citólogos y genetistas han criticado a los taxónomos en este aspecto, igual confusión muestran cuando se enfrentan a problemas semejantes.

Cuando el hombre interviene como factor evolutivo, y lo hace en mayor o menor grado en el desarrollo de todas las plantas cultivadas semicultivadas y de valor económico, facilita la destrucción de las barreras genéticas y ecológicas de tal manera que, en un período relativamente corto, se forma una población muy variable, difícil de subdividir con nitidez debido a la forma imperceptible de variación de un extremo al otro. Si en adición, el método de reproducción de la planta permite el fácil intercambio del plasma germinal, entonces la tarea taxonómica es verdaderamente difícil.

Con relación al primer punto, la contribución de las culturas indígenas de México al mejoramiento de los cultivos aún no se ha apreciado en toda su magnitud. Mientras más información se reúne, mayores proporciones toma dicha contribución. En maíz, por ejemplo, las siguientes contribuciones son de las más destacadas: a) la formación de treinta razas; b) la selección de maíces de diferentes precocidades para cada una de las regiones agrícolas; c) la selección de maíces adaptados a diferentes condiciones de clima y fertilidad; d) mantenimiento de maíces propicios para usos especiales, y e) aprovechamiento de variedades más productivas cuando estas aparecen por cruzamientos al azar. Puede notarse igual influencia en las especies cultivadas de jitomate, calabaza, chile, tomate de cáscara, frijol común, ayocote, frijol tepary, huazontle, maguey, aguacate, cacao, jícama, algodón y jícara (*Lagenaria*).

Por lo que se refiere al método de polinización de las plantas cultivadas, se ha encontrado que algunas especies que se consideraban típicamente autógamas tienen un porcentaje de polinización libre que, aunque bajo, es de gran importancia cuando se toma en cuenta el gran número de años durante el cual el agricultor ha ejercido su influencia. Esta es una de las razones por las cuales el frijol y el jitomate muestran casi igual, variación debido a cruzamientos que el maíz.

IV. DISCIPLINAS AUXILIARES A LA SISTEMÁTICA

El desenvolvimiento de nuevas ciencias biológicas ha tenido los siguientes efectos importantes en la sistemática: a) mostrar las deficiencias de los resultados y tendencias teóricas; b) proporcionar datos básicos para el esclarecimiento de múltiples problemas, y c) aumentar las técnicas y métodos para la solución de los problemas sistemáticos. Algunas de estas aportaciones son las siguientes:

I. CITOLOGÍA: proporcionar evidencia física de aberraciones cromosómicas y sus manifestaciones morfológicas; facilitar indicaciones de relaciones filogenéticas basadas en el estudio del número y la morfología de

los cromosomas; demostrar la presencia de series polipoides y sus implicaciones en la morfología general de la planta y en el proceso de formación de nuevas especies; utilizar el grado de sinapsis como indicación de relación filogenética; y correlacionar la presencia de características morfológicas específicas de los cromosomas con el grado de infiltración de plasma germinal de una especie a la otra.

2. GENÉTICA: definir el valor de las características morfológicas para la diferenciación sistemática partiendo del postulado de que las características multigenéticas son las más estables en su manifestación; precisar las manifestaciones del efecto epistático de los genes; aclarar el fenómeno de las mutaciones y sus efectos; demostrar el funcionamiento de las barreras genéticas y la influencia de la introducción de nuevos genes en una población.

3. ECOLOGÍA: estudiar el funcionamiento de barreras ecológicas en el mantenimiento de las especies y en la formación de nuevas entidades; facilitar el uso de las distribuciones especiales para definir las relaciones filogenéticas de ecotipos y especies; esclarecer el funcionamiento del medio ambiente como mecanismo selectivo para el establecimiento de nuevas entidades genéticas.

4. ETNOBOTÁNICA: descubrir material botánico arqueológico y determinar su localización en tiempo y cultura; definir las correlaciones entre valores culturales y características seleccionadas en el conjunto de plantas cultivadas.

5. BIOMETRÍA: diseñar métodos para el estudio de poblaciones segregantes y la definición de los padres putativos; formular métodos para determinar las características de mayor utilidad diferencial.

V. TÉCNICAS PARA LA CLASIFICACIÓN DE LAS PLANTAS CULTIVADAS

Los siguientes principios sirven de fundamento a las técnicas que se utilizan en la clasificación de plantas cultivadas.

1. El estudio intenso del mayor número de características susceptibles de análisis biométrico —estas características deben derivarse de la morfología, la fisiología, la citología, la ecología y la agronomía;

2. Selección de los caracteres que dependen de un mayor número de factores genéticos —éstos tendrán mayor valor en la clasificación;

3. Aplicación de los conocimientos obtenidos en otras ciencias; y

4. Aplicación de los métodos biométricos especiales para el estudio de poblaciones segregantes resultantes de hibridación (Anderson, 1949).

Para formarse una idea más precisa de por qué es necesario formular técnicas especiales para los estudios sistemáticos de las plantas cultivadas, anotamos algunas de las características más sobresalientes de los dos cultivos indígenas más importantes de México; el maíz y el frijol.

MAÍZ: planta cultivada en casi todo el territorio mexicano, a elevaciones de 0 a 2,700 metros sobre el nivel del mar, en zonas tropicales y templadas y en regiones con precipitaciones de 400 a 2,000 milímetros durante el año; plantas con características morfológicas y fisiológicas sumamente extremosas, desde el Nal-Tel de gran precocidad, poca altura y mazorca de unos cuantos centímetros, hasta el Comiteco de período vegetativo prolongado, más de cinco metros de altura y una mazorca de cincuenta centímetros de longitud; infiltración de plasma germinal de *Tripsacum* (a través del puente genético *Euchlaena*) con cambios fundamentales en la morfología, la fisiología y la citología del maíz; 2,000 muestras mexicanas para estudio.

FRIJOL: planta con una gama de variación paralela a la del maíz; perpetuación de gran número de variedades por el alto grado de autogamia; formación de gran número de variedades debido a la polinización cruzada que, aunque ocurre en un bajo porcentaje, no deja de ejercer gran influencia; la infiltración de plasma germinal procedente de una o más especies del complejo *Phaseolus multiflorus* (ayocotes) al frijol común (*Phaseolus vulgaris*); 3,000 muestras mexicanas para estudio.

El estudio de la obra intitulada "Raza de Maíz en México, su origen, características y distribución" (Wellhausen *et al* 1951), da una idea clara y precisa de la aplicación de cada uno de los principios enunciados como base para la técnica de la clasificación de las plantas cultivadas. Siguiendo las indicaciones del primer principio, se estudiaron las siguientes características: de la planta: altura, número total de hojas, número de hojas arriba de la mazorca,

ancho y longitud de la hoja, índice de venación, relación de los entrenudos y área de adaptación; de la espiga: longitud, longitud del pedúnculo, longitud de la parte ramificada, número total de ramificaciones, porcentaje de ramas secundarias y terciarias e índice de condensación; de la mazorca: longitud y diámetro, número de hileras, diámetro del pedúnculo, longitud del pedúnculo, número de brácteas de la cubierta, ancho del grano, espesor del grano, grado de depresión del grano, estrías del grano; de la morfología interna de la mazorca: diámetro del olote y del raquis, longitud de la raquilla del grano, índice olote/raquis, índice gluma/grano, índice raquilla/ grano, pubescencia del pedicelo, pubescencia y prolongación de la copilla, textura y pubescencia de las glumas, forma del margen de la gluma inferior, venación de la gluma superior, endurecimiento del raquis y grado de intervención del teocintle; de la fisiología, la genética y la citología —número de días para la antesis, ataque del chahuixtle, pubescencia de la vaina, color de la planta y de la región media del olote, número de, nudos cromosómicos y distribución geográfica.

Una comparación entre este estudio y el de Sturtevant (1899), pone de manifiesto el hecho de que, mientras Sturtevant usó como base fundamental la composición del grano, carácter que ahora sabemos depende en gran parte de factores determinados por un solo gene, el trabajo de Wellhausen *et al* (1951) le asigna mayor valor a características multifactoriales tales como las de las glumas, del raquis y de los entrenudos. En igual forma se notará como fueron incorporados los conocimientos derivados de la fisiología, la citología, la agronomía y la genética.

Finalmente, es interesante destacar como las genealogías postuladas para las diversas razas de maíz de México fueron confirmadas en su mayoría por los análisis de los diagramas de entrenudos. Estos diagramas obtenidos por medio de la representación gráfica de la longitud de los entrenudos de acuerdo con su secuencia de raíz a espiga, han demostrado ser indicadores muy sensibles de hibridación (véase, en especial, Wellhausen *et al*, 1951, Lámina VII y Anderson y Schregardus, 1944).

VI. UTILIDAD DE LA SISTEMÁTICA EN LA INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA

En un país como México, en que los recursos económicos disponibles para la investigación son relativamente exiguos, surge de inmediato la tendencia filosófica de que las investigaciones que se proyectan deben de tener un cariz preponderantemente práctico. Es por esto que se hace necesario señalar con precisión la contribución práctica de una clasificación de las plantas cultivadas, en la manera aquí esbozada, a los programas de mejoramiento genético de los cultivos básicos para México.

Desde este punto de vista, la contribución fundamental de la sistemática reside en la localización de los núcleos importantes de plasma germinal disponible, la precisión de las relaciones filogenéticas entre dichos núcleos, y el esclarecimiento de los mecanismos que han intervenido en la formación de estos núcleos.

Esta información le permite al genetista proyectar sus trabajos con mayor certeza y prescindir de ensayos exclusivamente empíricos.

En maíz, por ejemplo, los trabajos genéticos iniciales demostraron desde el principio la gran capacidad de rendimiento de la raza Celaya. Por consiguiente, el enfoque principal de los esfuerzos dirigidos hacia la formación de "híbridos" para la región de El Bajío, ha sido hacia la localización y aprovechamiento de líneas autofecundadas sobresalientes procedentes de variedades de polinización cruzada de la raza Celaya. Cuando se agoten las posibilidades más fecundas de este método, se podrán explorar potencialidades aun más amplias regresando a los núcleos de plasma germinal que dieron origen al Celaya y que han sido determinados con anterioridad a través del estudio sistemático.

Las aportaciones de la sistemática a los trabajos genéticos del frijol son aún más definidas. Durante más de diez años, tanto el Instituto de Investigaciones Agrícolas, S. A. G., como la Oficina de Estudios Especiales, S. A. G., han cruzado en forma empírica diversas variedades de frijol con el propósito de obtener recombinaciones más favorables desde el punto de vista agronómico. Los resultados generales obtenidos hasta la fecha (Anónimo 1952) indican que aunque se han logrado algunas ventajas, éstas no han superado el mejoramiento obtenido por simple selección, especialmente por lo que se refiere a un incremento en el potencial de producción. Las investigaciones preliminares sobre la sistemática de esta leguminosa indican que: a) parte del fracaso señalado se debe a que en la selección de padres para las hibridaciones, se escogieron conjuntos genéticos demasiado distantes filogenéticamente dando margen en esta forma, a incompatibilidades y recombinaciones desfavorables; b) que existen, como resultado de hibridaciones naturales, gran número de variedades con las recombinaciones buscadas por los genetistas, y c) que ha habido una fuerte corriente de infiltración genética favorable del plasma germinal del ayocote (*Phaseolus multiflorus*) al frijol común (*Phaseolus vulgaris*).

Es de lamentarse que en el calor del entusiasmo derivado de algunos éxitos resonantes en la investigación agrícola reciente, en México, se haya descuidado la aportación fundamental de la sistemática de las plantas cultivadas. Por este motivo, son de criticarse con especialidad las investigaciones relativas a las siguientes plantas cultivadas: papa, calabaza, chile, cacao, aguacate, *Phaseolus lunatus*, alfalfa y jitomate.

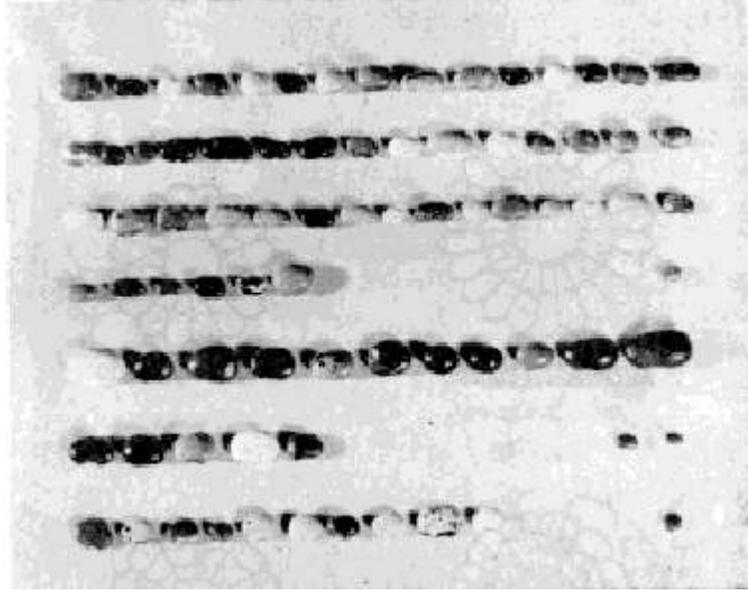


Fig. 1. Variación en las variedades cultivadas de *Phaseolus* en México, indicada por las semillas. De izquierda a derecha en orden consecutivo: Primera hilera, *Phaseolus vulgaris* Ags. 7, Ags. 9, Ags. 13, Ags. 16, Ags. 23, Ags. 25, Ags. 54, Ags. 62, Ags. 64-A, Camp. 10, Camp. 12, Camp. 13-A, Chis. 5, y Chis. 13; segunda hilera, *Phaseolus vulgaris*, Dgo. 17-F, Chis. 18-A, Chis. 18-C, Chis. 28, Chis. 34-B, Chis. 56, Chis. 59-A, Chis. 64, Chis. 78, Chis. 121, Chis. 125-A, Chis. 144-A, Chis. 162-M, Chis. 171-A, y Dgo. 17-B; tercera hilera, *Phaseolus vulgaris*, Dgo. 17-G, Dgo. 23, Gto. 50, Gto. 69, Gto. 91, Gto. 104, Gro. 18, Gro. 26, Hgo. 8-A, Jal. 43, Jal. 116, Jal. 132, Méx. 53, Méx. 115, y Mich. 31; cuarta hilera, *Phaseolus vulgaris*, Mor. 19, Oax. 48-A, Oax. 56, Pue. 75, Ver. 8, y Zac. 50; *Phaseolus acutifolous*, Chis. 52; quinta hilera, *Phaseolus multiflorus*, Ags. 27, Chis. 85, Chis. 119-A, Chis. 119-C, Chis. 131-B, Chis. 132-A, Chis. 162-A, Chis. 162-F, Chis. 234-A, Hgo. 15, y Mor. 15; sexta hilera, *Phaseolus multiflorus*, Oax. 54, Oax. 66-B, Pue. 112, Pue. 154-A, y Ver. 7, *Phaseolus silvestris*, Oax. 65-P y Chis. 21; séptima hilera, *Phaseolus lunatus*, Camp. 11-A, Chis. 14, Chis. 33, Chis. 68, Chis. 196-B, Chis. 205-A, Chis. 206-A, Gro. 10, Mor. 25 y Chis. 16 (silvestre). Las designaciones de cada variedad corresponden a las que tienen en el libro de registro del banco de plasma germinal de la Oficina de Estudios Especiales, S.A.G., e indican el nombre del Estado donde se efectuó la colección y el número consecutivo que le corresponde a la colección.

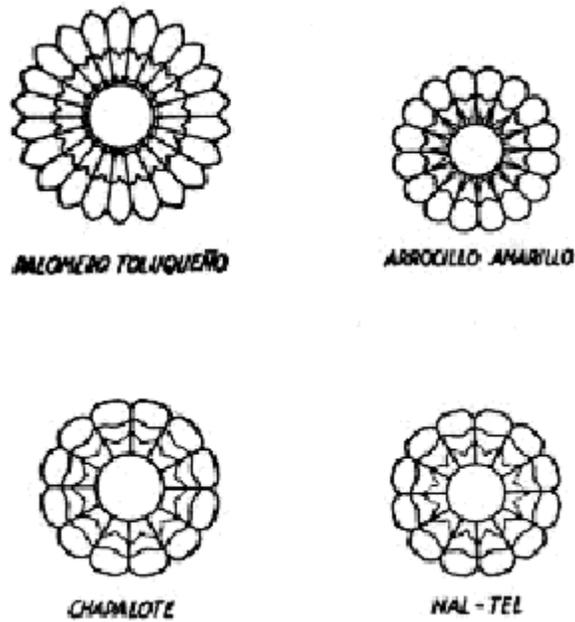


Fig. 2. Variación en maíz mostrada por los caracteres interno de la mazorca. Las cuatro razas indígenas antiguas descritas en México: Palomero Toluqueño, Arrocillo Amarillo, Chapalote y Nal-Tel. Se puede apreciar la diferencia en el diámetro de la mazorca, el diámetro del olote, el diámetro del raquis, la longitud del grano, la longitud de la raquilla y la forma de los granos. (Reproducido de Welhausen *et al.* 1951.)

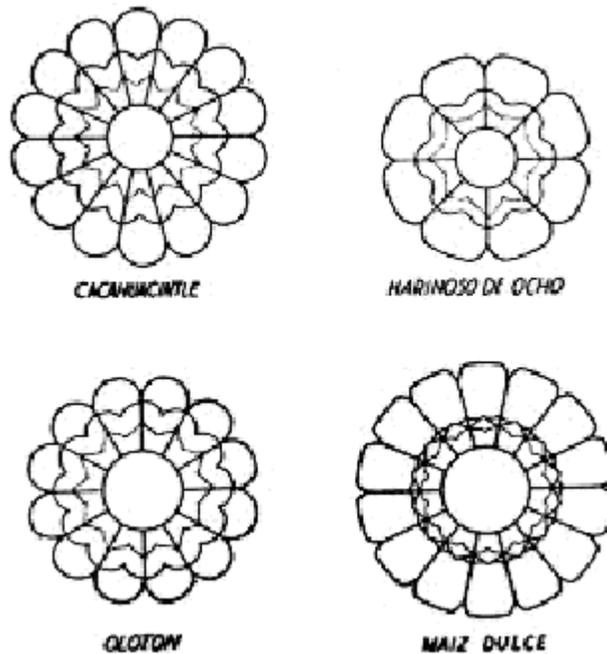


Fig. 3. Variación en maíz mostrada por los caracteres internos de la mazorca. Las cuatro razas exóticas precolombinas descritas de México: Cacahuacintle, Harinoso de Ocho, Olotón y Maíz Dulce. Nótese las diferencias en las características indicadas para la Figura 2. (Reproducido de Wellhausen *et al.*, 1951.)

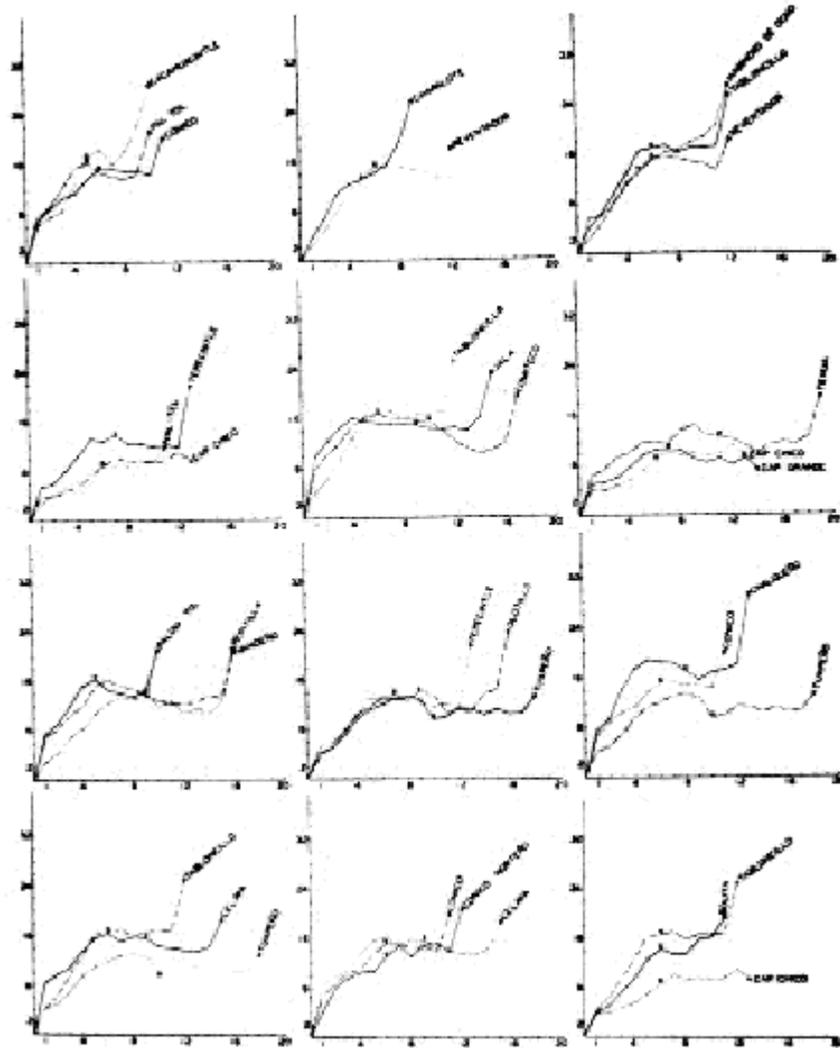


Fig. 4. El uso de los diagramas de maíz para mostrar diferencias morfológicas básicas entre las razas de maíz en México y para sugerir posibles relaciones genéticas entre las razas. Los números en el eje vertical de los diagramas representan las longitudes de cada entrenudo en centímetros; los números en el eje horizontal representan el orden consecutivo de los entrenudos de la base hacia el ápice; las espigas se representan con círculos y las mazorcas con una elipse. Los nombres de cada diagrama se refieren a los nombres dados a cada una de las razas de maíz descritas para México. (Reproducido de Wellhausen *et al*, 1951)

BIBLIOGRAFIA

ANDERSON, E. 1949. *Introgressive hybridization*, John Wiley e Sons, Inc. N. Y.

— y SCHREGARDUS, D. 1944. A method for recording and analyzing varieties of internode pattern. *Ann. Mo. Bot. Garden* 31:241-247.

ANÓNIMO. 1952. Resumen del informe de labores de la Secretaría de Agricultura y Ganadería. Talleres Gráficos de

la Nación. México, D. F.

GENTRY, H. 1942. Río Mayo plants. Carnegie Institution of Wash. Publ. 527. Washington. D. C.

HERNÁNDEZ, F. 1615, 1651. Historia de las plantas de Nueva España. Inst. Biol. U.N.A.M., México, D. F. (Pub. en 1942.)

MARTÍNEZ, M. 1937. Catálogo de nombres vulgares y científicos de plantas mexicanas. Ed. Botas, México, D. F.

SAHAGÚN. FR. B. DE. 1529-1590. Historia general de las cosas de Nueva España. Ed. P. Robredo, México, D. F. (Pub. en 1938.)

STURTEVANT, E. L. 1899. Varieties of Corn. U. S. D. A. Exp. Sta. Bul. 57.

WELLHAUSEN, E. J., ROBERTS, L. M. e HERNÁNDEZ X., E. en colaboración con P. C. MANGELSDORF. 1951. Razas de Maíz en México. O.E.E., S.A.G. Folleto Técnico N° 5. México, D, F.