

IMPORTANCIA DE LAS COLECCIONES E INTRODUCCIONES EN EL MEJORAMIENTO DEL FRIJOL

Francisco Cárdenas Ramos*

2326

INTRODUCCION

Nuestras plantas cultivadas descienden de ancestros silvestres. Originalmente, estas especies no estaban uniformemente distribuidas sobre la superficie de la tierra. En algunas áreas se concentraron muchas especies valiosas, mientras que en otras, era difícil encontrar dichas especies.

La migración de las plantas cultivadas de sus centros de origen fue influenciada por congelaciones, inundaciones, cambios climáticos y las actividades humanas. No obstante la participación del hombre en la distribución reciente de nuestras plantas cultivadas, ésta ha sido limitada por los requerimientos de un habitat determinado para cada especie. Sin embargo, es indudable que el hombre ha sido uno de los factores más importantes que ha contribuido al cambio de los centros de diversidad. Esto se ha debido principalmente a la introducción (cultivo) seguido por la hibridación, segregación y selección de determinados tipos ó variedades dentro de una especie.

Ha sido demostrado que la mayor cantidad de variación natural en una especie determinada ocurre cerca de los centros primarios y secundarios de origen.

En el caso particular del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) existen dos centros principales de diversificación: uno de ellos comprende el sur de México y gran parte de Centroamérica y el otro es la región de los Andes en Perú.

Es importante anotar que en la periferie del centro de origen de las especies se encuentran frecuentemente formas recesivas poco comunes que resultan de la selección que ocurre después de la autofecundación, mutaciones, etc. en poblaciones relativamente pequeñas y aisladas. Las semillas o frutos de ciertos cultivos son también más grandes a medida que éstas se alejan del centro de diversidad a la periferie. Esto generalmente es más aparente si en dicha área se lleva a cabo una intensa selección y cultivo de la especie.

Las especies que se encuentran en el área periférica de distribución son frecuentemente más variables, debido a que el medio ecológico es la única fuerza limitante que actúa sobre las poblaciones más o menos aisladas. La misma especie en el centro de distribución puede ser relativamente más estable. Es necesario apuntar que no hay conexión entre el área de origen de un cultivo y las áreas en las que el mismo cultivo crece extensivamente en la actualidad.

Sucede con frecuencia que ciertas especies y variedades de plantas encuentran en donde crecen en la actualidad, que las condiciones ecológicas, de insectos y de enfermedades, son diferentes a las condiciones bajo las cuales crecen en su centro de origen. Por esta razón, la introducción de plantas es vital para proveer al fitomejorador la variabilidad que puede combinar y recombinar para la producción de nuevas variedades.

Debe tenerse cuidado, al introducir nuevas variedades o especies, de que éstas no sean portadoras de insectos o enfermedades cuyos agentes biológicos de control en el área primaria (de origen) no hayan sido introducidos a la nueva área de introducción.

* Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, S. A. G. México.

Mucha de la variabilidad existente en ciertas plantas se encuentra en peligro de desaparecer debido a las actividades del hombre. Tal es el caso de la producción de variedades mejoradas de frijol que van desplazando los ecotipos existentes en muchas regiones de nuestros países. De aquí la preferencia que debemos dar a la recolección sistemática y ordenada de las variedades nativas de frijol existentes en cada uno de los países. Esto es de suma importancia ya que *Phaseolus vulgaris* L. tiene como uno de los centros primarios de distribución el sur de México y gran parte de Centroamérica.

Al igual que el frijol "lima", el frijol común se distribuyó al resto de nuestro continente siguiendo tres caminos diferentes; la primera ruta de distribución partió del sur de México a lo largo del Océano Pacífico hasta el sur-oeste de los Estados Unidos de Norteamérica. Otra ruta de distribución partió del sur de México a través de Centroamérica y, posteriormente, a través de los Andes, hasta el Perú. Con la llegada de los españoles, éstos lo llevaron a su país y de allí se distribuyó al resto de Europa y posteriormente, a Asia y África.

Cuando el frijol fue movido de su estado silvestre para tenerlo bajo cultivo, es decir, al comenzar a domesticarlo, sufrió, por una parte, una serie de transformaciones debido al cambio en el ambiente y, por otra parte, transformaciones debidas a la selección hecha por el hombre. Además, al llevar esos frijoles primitivos a otras regiones, se encontraron con otras especies y se cruzaron; estas cruizas se volvieron a combinar con las especies que dieron origen a la cruz y con ello se crearon nuevos tipos de frijol. Estudios recientes demuestran que el frijol conocido como "ayocote" (*Phaseolus multiflorus*) tuvo y tiene un papel muy importante en estas cruizas y retrocruizas, de suerte que una gran mayoría de las variedades que se cultivan actualmente son producto de cruizas entre el frijol común y el "ayocote".

Los datos arqueológicos más recientes demuestran que el frijol común ya era usado como alimento de una civilización que floreció en el nordeste de México (Ocampo, Tamaulipas), 6500 años A. C. Lo anterior nos dá una idea de lo antiquísimo que es el cultivo del frijol y a la vez que constituía un alimento básico desde esa época.

Objetivos logrados en la selección

- 1) Cambio de frijoles enredadores y trepadores a frijoles de mata o arbustivos.
- 2) Disminución en el número de días de siembra a la madurez (ciclo vegetativo más corto).
- 3) Mayor uniformidad en la maduración de las vainas.
- 4) Reducción o ausencia de desgrane de las vainas.
- 5) Disminución o desaparición de fibra en las vainas, lo que trajo como consecuencia la producción de frijoles especiales para usarse como ejote.
- 6) Reducción de la autoesterilidad.
- 7) Aumento del tamaño de la semilla.
- 8) Reducción de porcentaje de semillas duras.

CLASIFICACION

Es indispensable que el mejorador del frijol conozca bien sus materiales pues está le ayudará a ahorrar tiempo y dinero al llevar a cabo su programa de mejoramiento.

Una vez que tiene el mayor número de colecciones, éstas deben ser agrupadas.

De acuerdo con los trabajos efectuados por Freytag, los frijoles de México se pueden agrupar así:

Especie I-A *Ph. vulgaris* I.

Annual, semiguña, entrenudos largos, pocas ramas y pequeñas, hojas ovaladas y acuminadas, inflorescencia de dos flores, de color morado, autopolinizadas por estigma lateral. Vainas delgadas, alargadas y rayadas. Semilla chica, alargada, de color amarillo pálido o café, cotiledones epigeos hasta más o menos la mitad de las hojas primarias. Nativa del noroeste de México. Adaptada a estación corta y seca.

Especie I-B *Ph. vulgaris* II.

Annual, semiguña, entrenudos cortos, muchas ramas pequeñas, hojas ovaladas, inflorescencia de dos flores, morado-oscuro, autopolinizadas por estigma lateral. Vainas pequeñas, cortas; cilíndricas, verdes o incoloras. Semilla pequeña, redonda, negra, cotiledones epigeos en la porción baja del primer entrenudo. Adaptada a la estación media. Probablemente nativa de Centroamérica.

En vista de que no existen, por el momento, características raciales distintivas entre las variedades de frijol que se autopolinizan, todas han sido agrupadas en una sola raza, la que incluye los siguientes grupos:

Grupo I. Canario (*Ph. vulgaris* I).

Hábito determinado, flor rosada, blanca o morada, vainas alargadas y grandes. Precoz, semilla grande. Adaptada a tierras altas, clima fresco y seco y de estación corta.

Grupo II. Negro Tropical (*Ph. vulgaris* II).

Planta corta, arbustiva, de semiguña corta, con muchas ramas y entrenudos cortos, flores pequeñas, morado-oscuro, vaina de tamaño variable, semilla pequeña de color generalmente negro, algunas veces blanca, roja o de color bayo. Planta adaptada al trópico.

Grupo III. Bayo Gordo (*Ph. coccineus*)

Arbustivo, semiguña, con ramificaciones en las partes altas, flores blancas o ligeramente rosadas, con las alas extendidas, vainas anchas y cortas; semillas grandes y anchas, generalmente de color café, pudiendo ser rojas, blancas o jaspeadas. Adaptada a tierras altas, con climas frescos y secos.

Grupo IV. Bayo (Intermedio).

Grupo parecido al anterior, diferenciándose en que: la planta ramifica desde la base, flores rosas o moradas y no florecen hasta el último entrenudo, semilla pequeña, alargada, comúnmente de color café, a veces roja, blanca o jaspeada.

Grupo V. Ejotero (Intermedio).

Planta de porte muy grande, con hojas grandes, flores blancas o moradas y con brácteas, inflorescencia de muchas flores, vainas aplanadas y largas, con poca fibra, semilla grande y alargada, de colores generalmente rojo, café o negro. Planta adaptada a elevaciones relativamente altas, con fuertes precipitaciones.

Especie II. (*Ph. coccineus* L. 6 *Ph. multiflorens*)

Planta perenne de raíces tuberosas. Guías largas, trepadoras o rastreras, con muchas ramas, hojas pequeñas ovaladas en forma de flecha, inflorescencia con muchas flores, generalmente de color rojo, algunas veces de color blanco, de polinización cruzada. Vainas pequeñas anchas y con pocas semillas. Estas son pequeñas, redondas, y a menudo aplanadas, de color negro, bayo o jaspeadas. Los cotiledones, al germinar la semilla, son hipogeas. Plantas adaptadas a estación larga. Procedentes de las Cordilleras altas del este de México.

Sub-especie I. Centro de Oaxaca.

Guías cortas y rastreras, crecen en lugares abiertos. Foliolos terminales, ligeramente lobulados en su base, semillas redondas, cafés o negras, flores rojas.

Sub-especie II. Centro de México (Montañas de Tlaxcala, Puebla y México).

Guía muy grande, hojas ovaladas, flores rojas, semilla redonda angulosa, de color negro, bayo o blanco jaspeado.

Raza I. Ayocote.

Perenne, de raíces más o menos tuberosas, inflorescencia muy larga, con muchas flores, de color rojo o blanco. Semilla muy grande, alargada con hilio angosto, de color morado, negro, blanco o jaspeado al germinar la semilla, los cotiledones son hipogeas.

Grupo I. Tipo Norteño Mexicano.

Plantas de ciclo vegetativo corto, tallos delgados, raíz tuberosa, semilla muy grande, partes vegetativas ligeramente pubescentes.

Grupo II. Tipo Sureño Guatemalteco.

Ciclo vegetativo largo, semillas más redondas y ligeramente más pequeñas que las del tipo norteño, partes vegetativas muy pubescentes.

Raza II. Betíbe.

Plantas perennes de raíces muy gruesas pero no tuberosas, con tallos fuertes y acorchados, inflorescencia corta con flores blancas o moradas, nunca rojas, con brácteas muy alargadas, semilla grande, casi redonda, algunas veces aplanada con hilio muy ancho, generalmente de color rojo, bayo o jaspeado, los cotiledones son epigeos más o menos a la mitad de las primeras hojas.

Partes vegetativas muy pubescentes. Se encuentra esta raza en áreas muy húmedas (bosques nublados), generalmente a lo largo de la cordillera este de México y se extiende hasta el sur de Costa Rica, donde es llamado "Cubaes".

Sub-especie III. Tres Cumbres, México.

Se encuentra en suelos volcánicos en bosques de pinos, tiene guña muy grande y rastrera, hojas angostas y ovaladas y en forma de flecha, flores moradas, semilla redonda, color bayo, o negro jaspeado.

EVALUACION DE COLECCIONES E INTRODUCCIONES

1. Pruebas de Observación para Determinar la Adaptación

Una vez reunido el mayor número posible de colecciones e introducciones, éstas pueden sembrarse en un lote de observación, con el fin de conocer cuáles de ellas se adaptan al lugar donde se trabaja. Dependiendo de la cantidad de semilla disponible, tierra, y del número de colecciones e introducciones a probar, éstas se pueden sembrar en parcelas de 1 a 2 surcos de 6 metros de longitud (60 semillas por surco) sin repeticiones. Es conveniente, pues, ayudar a hacer comparaciones visuales y de rendimiento, el sembrar cada 10 parcelas una de la variedad que se siembra en mayor escala en la región; ésta se considera como la variedad testigo. Durante el primer año de observaciones se puede seleccionar el material más prometedor, por lo que respecta a su adaptación; por otra parte este mismo año se pueden descartar todas aquellas colecciones e introducciones que no son adaptadas a la región. Entre los dos grupos antes mencionados existe un grupo de colecciones e introducciones del cual se duda si son o no bien adaptados a la región, por lo que es necesario repetir la prueba cuando menos un año más.

2. Selección Individual y en Masa

En general, las colecciones originales obtenidas en los campos de los agricultores o los mercados locales son mezclas de diferentes genotipos, por lo que respecta a precocidad, tamaño, color de la semilla, tolerancia o resistencia a las enfermedades, adaptación a determinado habitat, etc.

Al sembrar este material se observa una gran variación genotípica, lo que ayuda para poder llevar a cabo selecciones individuales y masales de aquellas plantas con características sobresalientes. En México, por este método de mejoramiento, se han obtenido muchas de las variedades mejoradas de frijol que actualmente se siembran comercialmente; tal es el caso de las siguientes variedades: JAMAPA, CANARIO 101, NEGRO 150, BAYO 158, etc.

Con el fin de evaluar estadísticamente el efecto de la selección masal y el de la selección individual se llevó a cabo un ensayo de rendimiento que incluía el estudio de 7 familias, cada una de las cuales estaba formada por la colección original, la selección en masa y una línea, la que aparentemente se había comportado mejor.

El análisis estadístico de los datos muestra que había diferencia significativa para las familias probadas y entre los componentes de las familias, así como en la interacción familia-componente. En el Cuadro 1 se muestran los resultados obtenidos en el experimento antes mencionado.

CUADRO I

Rendimiento promedio en Kg/Ha de los componentes
de las 7 familias que se indican

Familia	Colección original	Selección en masa	Selección individual	Promedio
Ver. 105	1332	916	1272	1172
Ver. 104	1096	1329	1349	1258
Ver. 99	1452	1209	1162	1274
Ver. 102	1106	1282	999	1129
Ver. 101	1432	1678	1548	1553
Ver. 110	320	1262	1565	1049
Hgo. 72	1432	1412	2111	1652
Promedio	1166	1298	1429	----

D. M. S.	Familias	5% = 370	1% = 496
D. M. S.	Componentes misma Familia	5% = 383	1% = 512

MEJORAMIENTO POR MEDIO DE CRUZAMIENTOS O HIBRIDACIONES

La hibridación es el vehículo a través del cual tienen lugar nuevas re-combinaciones génicas o cromosómicas.

Por lo tanto, la razón principal para usar la hibridación como uno de los procesos de mejoramiento del frijol es: La no existencia de variedades satisfactorias dentro de las colecciones, introducciones o dentro de los programas de mejoramiento llevados por otros investigadores con los cuales se tenga un intercambio de materiales.

Generalmente, el mejorador de frijol se encuentra ansioso de combinar las buenas características de las variedades o líneas que tiene bajo estudio.

Los caracteres más importantes que el mejorador trata de recombinar dentro de su material son generalmente los siguientes:

- 1) Resistencia a enfermedades
- 2) Calidad
- 3) Habilidad para rendir
- 4) Cambios para obtener una variedad con mayor grado de adaptación.

Una vez seleccionados los progenitores que posean los caracteres deseables, se llevan a cabo los cruzamientos indicados. Es importante insistir que es de suma importancia el hacer un alto número de cruza en cada caso, con el fin de tener el mayor número posible de plantas F_1 , ya que es en esta generación donde ocurre el mayor número de entrecruzamientos (crossing-over) entre los cromosomas de los progenitores, y por ende, el mayor número de recombinaciones. Por otra parte, se puede aumentar el número de recombinaciones entrecruzando plantas F_1 .

Una vez hecho un cruzamiento es necesario seguir un plan determinado de crianza.

Existen dos sistemas de crianza que representan los extremos:

1. El sistema de pedigree en el cual, desde la F_2 en adelante y hasta obtener la homocigosis, se seleccionan plantas que reúnan la recombinación de los caracteres deseables de los padres que intervinieron en la cruce. Este sistema además de ser muy oneroso, tiene la desventaja de que muchas combinaciones que no aparecen en las primeras generaciones se pierden al no ser seleccionadas.
2. Selección masal. En este sistema no se hacen selecciones sino hasta F_4 o F_7 . Para entonces, un gran número de plantas han llegado a ser homocigotas para un gran número de caracteres; después se siembran planta por surco y se hace una selección de los mejores surcos. Las plantas seleccionadas se prueban en ensayos de rendimiento, se evalúa su calidad, resistencia a enfermedades, etc. Este es un método económico pero tiene el inconveniente de que, cuando las condiciones atmosféricas son desfavorables, un gran número de genotipos deseables pueden perderse.

Entre los extremos mencionados existe un sin número de métodos de crianza intermedios. En general, es recomendable seleccionar, para aquellos caracteres simples como resistencia a enfermedades, tipo de planta, etc., en las primeras generaciones (F_2 , F_3). Luego es necesario hacer pruebas de rendimiento de progenies de F_4 ó F_7 , hacer selecciones individuales, aumentar éstas y probarlas en ensayos de rendimiento.

En general, la cruce regresiva en el mejoramiento del frijol se ha usado con el fin de agregar resistencia contra alguna enfermedad a una variedad que sea buena rendidora y que, a la vez, posea buenas características agronómicas.