

## INVESTIGACIÓN AGRÍCOLA SOBRE FRIJOL EN MÉXICO DURANTE EL PERIODO 1943 A 1980\*

### AGRICULTURAL RESEARCH ON COMMON BEAN IN MEXICO DURING THE PERIOD OF 1943 TO 1980

Francisco A. Cárdenas Ramos

Encargado del Programa de Recursos Genéticos del Campo Experimental Valle de México, INIFAP, hasta 1998.

#### RESUMEN

Desde hace miles de años el frijol, *Phaseolus vulgaris* L., ha sido parte fundamental de nuestra alimentación. En México, la investigación sobre esta especie se inició a principios del siglo XX, y se intensificó en la década de los 40. El programa de mejoramiento se inició en 1943 en la Oficina de Estudios Especiales (OEE) con la formación del banco de germoplasma, el que -para 1980- contaba con más de 5 000 accesiones de *P. vulgaris* y 1 049 de 18 especies silvestres de *Phaseolus*. Antes de iniciar el proceso de mejoramiento, se estudió la variabilidad existente en el germoplasma criollo, y se obtuvo germoplasma mejorado del extranjero. Los métodos de mejoramiento utilizados incluyeron: introducción, selección masal e individual, así como también cruzamientos simples, múltiples y regresivos. De estos trabajos se obtuvieron variedades mejoradas adaptadas a las diversas regiones ecológicas del país. Se llevaron a cabo investigaciones fitopatológicas, encaminadas a conocer la variabilidad y distribución de los agentes causales de la roya, antracnosis, tizón de halo, los mosaicos y los hongos de los granos almacenados, así como la reacción de los genotipos de frijol a la presencia de estos patógenos. En el caso de los insectos que atacan al frijol, se estudió su distribución y su combate, tanto químico como biológico, incluyendo la resistencia genética al picudo de la vaina y a la conchuela. En cuanto a calidad del grano, se investigó la variación en el contenido proteico

y de triptofano, y su asociación con características físicas de la semilla y de la planta. Se estudió la asociación maíz-frijol, sistema de producción importante en esa época, determinándose la combinación del número de plantas de cada especie, que maximizara la ganancia económica del productor.

**Palabras clave:** Mejoramiento genético, frijol, México.

#### ABSTRACT

The common bean, *Phaseolus vulgaris* L. has been a fundamental part in the diet the Mexican people. The archeological remains of domesticated bean found in cave of Coxcatlan, Pue., have an approximate age of 4,975 years. Systematically the research works began early in the XX century, and were intensified in 1940. The breeding program in the Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA) started in 1943 with the formation of the germplasm bank. This bank in 1980 had more than 5,000 accessions of common bean and 1,049 of 18 different species of *Phaseolus*. Before initiating the breeding program the variability present in local bean landraces was studied along with that in introduced materials. The breeding program used the improved methods of:

\* Fecha de recepción: 24 de enero del 2000  
Fecha de aceptación: 12 de abril del 2000

introduction, mass and individual selections, as well as single, multiple and regressive crossing. From these studies a considerable number of improved varieties adapted to different ecological zones were obtained. Pathology research was directed to study the variability of the pathogens, their distribution and reaction of genotypes to the presence of the casual agents of rust, anthracnose, halo blight and the stored grains pathogens. In the case of insects that attack beans, studies were conducted on insect distribution and control, both chemical and biological including genetic resistance to pod borer and Mexican bean beetle.

In the case of weeds research was directed to determine the critical periods of competition and the herbicides that kills the weeds with the least damage to the environment. The variation in the protein content and tryptophan of the bean seed and its association with other characteristics of the seed and the plant were studied. The corn – bean association were studied including production systems important in that era, determining the number of number of plants in each crop to maximize the economic return to the producer were studied.

**Key words:** Plant breeding, bean, Mexico.

## INTRODUCCIÓN

El frijol, *Phaseolus vulgaris* var. *vulgaris*, al igual que el maíz, fueron parte muy importante de la dieta de las diferentes etnias que poblaron el país desde tiempos muy remotos. Los restos arqueológicos de frijol domesticado encontrados en la cueva de Coxcatlán, en el Valle de Tehuacán, Pue., según la prueba del C14 tienen una edad de 4975 ± 200 años, antes de Cristo.

En cualquier hogar de México, sin distinción de nivel social, se consume el grano de esta leguminosa, es la fuente principal de proteína vegetal de las familias de recursos económicos más bajos.

La investigación agrícola, incluyendo los trabajos en frijol con carácter institucional, se inició en 1907 en la Estación Experimental Agrícola Central de San Jacinto, D.F., localizada junto a la Escuela Nacional de Agricultura y Medicina Veterinaria, dependiente de la Secretaría de Fomento, Colonización e Industria. En 1908 los trabajos sobre frijol se extendieron a los estados de Tabasco, San

Luis Potosí y Oaxaca. Durante el periodo revolucionario y hasta 1940, se llevaron a cabo en forma esporádica y transitoria algunas investigaciones que tuvieron poca trascendencia.

Como una dependencia de la Secretaría de Agricultura y Ganadería, en 1940 fue creada la Dirección de Campos Experimentales, la cual llevó a cabo trabajos de investigación en frijol. A través del tiempo, esta dependencia se transformó en el Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA), el cual contaba con 39 campos experimentales, en la mayoría de los cuales, se llevaron a cabo trabajos sobre el mejoramiento genético del frijol, así como sobre las prácticas agronómicas que mejoraron los rendimientos por unidad de superficie.

En el año de 1943 el gobierno de México firmó un convenio con la Fundación Rockefeller, a fin de que conjuntamente llevaran a cabo trabajos de investigación agrícola que aumentaran la producción y productividad de los cultivos básicos para la alimentación del pueblo de México, incluyendo desde luego el frijol. Así fue como nació la Oficina de Estudios Especiales (OEE), la cual realizó trabajos principalmente en los Valles Centrales del país, en El Bajío, en la región costera del Golfo de México y en el Noroeste.

El 5 de diciembre de 1960 el Gobierno Federal por razones de orden técnico, económico, político y social, creó el Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas (INIA), fusionando el IIA y la OEE. En 1976, el INIA contaba con 44 campos experimentales, agrupados en ocho centros regionales. El cultivo del frijol se investigaba en los campos experimentales en cuya área de influencia *Phaseolus* era importante.

El objetivo fundamental de las investigaciones, era el de desarrollar tecnologías que -aplicadas por los productores- permitieran satisfacer la demanda de una población creciente, y así coadyuvar a la autosuficiencia alimentaria.

En el periodo que comprende este estudio, el cultivo de frijol se practicaba en más de 90% de la superficie, bajo condiciones de precipitación limitada y errática, y en gran medida por pequeños productores. En el Cuadro 1 se observa que los rendimientos unitarios y la disponibilidad per cápita por año, eran muy bajas durante el periodo de 1925 a 1940.

**Cuadro 1. Superficie cosechada, producción, rendimiento y consumo por persona al año de frijol, durante el periodo 1925 a 1972\*.**

Año o periodo	Superficie cosechada (miles ha)	Producción (miles t)	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )	Consumo (kg/año/persona)
1925	924	188	203	12
1926-30	851	149	170	9
1931-35	638	140	219	8
1936-40	588	112	191	6
1941-45	717	169	236	8
1946-50	824	206	248	8
1951-55	1 042	326	309	11
1956-60	1 316	492	373	15
1961-65	1 904	789	415	20
1966-70	1 888	916	487	20
1971-75	1 765	966	550	18
1976-1980	1 426	807	569	14

\* Información calculada con datos de: La economía mexicana en cifras. NAFINSA. 1972. También comunicación personal del MC Juan Islas Gutiérrez, Investigador del Programa de Economía del INIFAP.

Entre las principales causas de los bajos rendimientos, están las siguientes:

1. Genotipos con baja capacidad de producción.
2. Ataque de patógenos, que mermaban los rendimientos y la calidad del grano.
3. Presencia de plagas insectiles, capaces de disminuir considerablemente la producción por unidad de superficie.
4. Bajo número de plantas por hectárea.
5. Combate inoportuno de maleza.
6. Siembras en suelos con baja fertilidad.
7. Asociación maíz-frijol.

A continuación se describen someramente las investigaciones que se llevaron a cabo a fin de contrarrestar los efectos de las causas antes citadas.

### MEJORAMIENTO (BANCO DE GERMOPLASMA)

La diversidad genética es la base del fitomejoramiento de cualquier especie. Tomando en cuenta este principio, desde el inicio del Programa de Frijol se colectaron en diversas regiones del país muestras de las semillas que empleaban los agricultores en sus siembras, y en algunos casos, las que se ofrecían en venta en los tianguis de pequeñas comunidades. Para 1945 se contaba con una colección de aproximadamente 500 muestras, y para 1980 se tenían 6412

ejemplares, de las cuales 5135 eran *P. vulgaris* var. *vulgaris*; 968 de *P. coccineus* subsp. *coccineus*; 168 de *P. lunatus* var. *lunatus*; 128 de *P. acutifolius* var. *latifolius*, y 13 *P. polyanthus* var. *polyanthus*. En el Cuadro 2 se observa el número de colectas de frijol común, hechas en cada entidad federativa en México.

Además de las cinco especies mencionadas, las cuales fueron domesticadas hace mucho tiempo, también se habían colectado 1049 muestras de 18 especies silvestres de *Phaseolus*, incluyendo cuatro ancestros de las especies domesticadas (Cuadro 3). Efraín Hernández X., Salvador Miranda C., Alfonso Crispín M., G. Fraytag y Francisco Cárdenas R., entre otros hicieron un número considerable de colectas.

Es importante mencionar que Muñoz y Cárdenas (1950), indicaron que "en algunas regiones de México se encontraron tipos silvestres de frijol, lo que hace suponer que México sea uno de los posibles centros de origen de ciertas especies. (*P. lunatus*, *P. vulgaris* y *P. acutifolius*)". Posteriormente, Gentry y Miranda postularon que el centro de origen de *P. vulgaris* es la región serrana del occidente de México.

Los descriptores que más emplearon los colectores, con relación a los datos de pasaporte, fueron: nombre del colector, número de colecta del colector, año de colecta,

**Cuadro 2. Número de accesiones de *P. vulgaris* var. *vulgaris* colectadas en México, en el periodo 1940 a 1980.**

Entidad federativa	No. de accesiones	Entidad federativa	No. de accesiones
Aguascalientes	285	Nuevo León	64
Baja California	3	Oaxaca	172
Baja California Sur	8	Puebla	903
Campeche	26	Querétaro	58
Coahuila	39	Quintana Roo	9
Colima	14	Sinaloa	25
Chihuahua	111	San Luis Potosí	163
Chiapas	628	Sonora	46
Durango	179	Tabasco	1
Guerrero	86	Tamaulipas	15
Guanajuato	232	Tlaxcala	139
Hidalgo	105	Veracruz	207
Jalisco	290	Yucatán	2
México, Estado de	345	Zacatecas	179
Michoacán	239	No determinado	429
Morelos	81		
Nayarit	52	Total	5 135

**Cuadro 3. Especies silvestres de *Phaseolus* colectadas en México, en el periodo 1940-1980.**

Especie	Número de accesiones
<i>P. acutifolius</i> var. <i>acutifolius</i>	138
<i>P. coccineus</i> subsp. <i>coccineus</i>	259
<i>P. grayanus</i>	4
<i>P. leptostachyus</i> var. <i>leptostachyus</i>	216
<i>P. lunatus</i> var. <i>silvester</i>	168
<i>P. maculatus</i>	47
<i>P. micranthus</i> var. <i>micranthus</i>	3
<i>P. microcarpus</i>	2
<i>P. neglectus</i>	5
<i>P. nelsonii</i>	1
<i>P. oligospermus</i>	13
<i>P. parvulus</i>	2
<i>P. pedicellatus</i> var. <i>pedicellatus</i>	4
<i>P. pluriflorus</i>	4
<i>P. polymorphus</i>	2
<i>P. ritensis</i>	21
<i>P. tuerckheimii</i>	15
<i>P. vulgaris</i> var. <i>mexicanus</i>	145
Total	1 049

nombre común con el que se conoce la colecta; latitud, longitud y altitud del sitio de colecta; nombre del sitio de colecta, del municipio y la entidad federativa. En algunos casos se consignaba información proporcionada por el donante, relativa a la antigüedad del uso de la variedad, si ésta se introdujo de otro lugar, así como también información relativa a cómo conducía sus siembras.

En 1945 y 1949 se estudió la variación existente en 500 colectas de *P. vulgaris*, con relación a las características del grano de las plantas y de las vainas, así como también de algunos caracteres fisiológicos como la floración, la reacción a los patógenos causantes de la roya, la antracnosis y la bacteriosis, y la reacción al picudo del ejote. En todos los caracteres estudiados se observó una gran variación (Cuadro 4).

Miravete (1945) con base en la forma de la semilla, ordenó las colectas estudiadas en seis grupos: *compresus*, *gonospermus*, *carinatus*, *oblongus*, *ellipticus* y *sphaericus*. Posteriormente, Francisco Cárdenas R., tomando en cuenta características morfológicas de las semillas y de las plantas, así como características fisiológicas relativas a la fenología de la planta y la reacción a patógenos e insectos, concentró las colectas estudiadas en seis grupos: Grupo I-Tipo Canario; Grupo II-Tipo Redondos; Grupo III-Tipo Reniforme; Grupo IV-Tipo Canelo; Grupo V-Tipo Negros

**Cuadro 4. Rango de variación de 500 colectas de frijol común en los caracteres de grano, planta y vaina\*.**

<b>Caracteres del grano</b>						
Largo (mm)	Ancho (mm)	Grueso (mm)	Peso	Volumen	Densidad	
9-19	6-10	4-7	100 granos (g)	100 gramos (cc)	(g/cc)	
			17.9-59.0	14-49	0.680-1.657	
<b>Caracteres de la planta</b>						
Número ramif.	Longitud ramif.principal (cm)	Número de hojas	Largo folíolo Imp. (cm)	Ancho folíolo Imp. (cm)	Largo (cm)	
					Pecíolo	Raquis
5-18	0-149	9-235	5.7-10.7	4.0-8.4	5.4-13.9	1.8-3.7
<b>Caracteres de la vaina</b>						
Número por planta	Longitud (cm)	Ancho (cm)	Grueso (cm)	Granos por vaina		
8-100	8.0-16.1	0.74-1.56	5.6-10.4	3.6-7.6		

\* Formulado con base en la información de las tablas 8 y 9 de Muñoz y Cárdenas (1950).

Opacos y Grupo VI-Negro Brillantes. Dentro de cada grupo se formaron subgrupos.

## MÉTODOS DE MEJORAMIENTO

El éxito de un programa de mejoramiento depende de la variación genética con que se cuente y la selección del método o métodos más apropiados para resolver el o los problemas que se van a atacar. Por otra parte, el método empleado debe estar acorde con el avance del programa y con la disponibilidad de recursos humanos y económicos.

### Introducción

Este método consiste en la introducción de materiales de otras zonas del país o del extranjero, a la región en la cual se llevan a cabo los trabajos de mejoramiento.

El primer año, los materiales introducidos se sembraban en una parcela de dos surcos de 6 metros de largo y a una distancia de 0.92 m, sin repeticiones. Se consideró conveniente, sembrar cada 10 parcelas, una parcela con la variedad o variedades más ampliamente sembradas en la región. Además del rendimiento, se hacían observaciones sobre el tipo de planta, etapas fenológicas, ataque de insectos y patógenos, y uniformidad de la parcela.

Al principio del programa, los lotes de observación e introducción se sembraban solamente en Chapingo,

Veracruz y Guanajuato; posteriormente se conducían en los sitios donde se iniciaban programas de mejoramiento.

Sin aplicar propiamente un análisis estadístico, la información recabada permitía discriminar el material sembrado en tres clases: bien adaptado, mal adaptado y un grupo en el cual los resultados no estaban bien definidos. Con el primer grupo, se iniciaban pruebas en el siguiente ciclo para conocer la capacidad de rendimiento y de otros caracteres. El segundo grupo ya no se sembraba en esa región, y el tercer grupo, por segundo año, se incluía en el lote de observación y selección. Dentro de sus limitaciones, este método de mejoramiento rindió buenos frutos.

Un análisis de los datos de todos los lotes de introducción hechos en el país, permitió conocer que los frijoles de origen tropical -con plantas tipo II- prosperaban bien en los Valles Altos y en zonas de altitud media y que, por el contrario, los materiales del Altiplano no se adaptaban bien al Trópico; por otra parte, se determinó que Canario 101 y 107, provenientes de una colecta hecha en un sitio de altura intermedia, prosperaban bien en los Valles Altos del Estado de México, Puebla, Chihuahua y Durango, así como en las tierras bajas de los Valles del Fuerte, Culiacán e Iguala.

### Selección

La selección es uno de los procedimientos de mejoramiento más antiguo y se puede considerar como la base del mejoramiento de todas las especies cultivadas; el estado

actual de éstas es el resultado acumulativo de las selecciones hechas durante muchos siglos. La selección es un proceso natural, o bien guiado por el hombre. La efectividad de la selección depende fundamentalmente de la presencia de la variabilidad genética. En el Programa de Mejoramiento del Frijol se emplearon dos métodos: selección en masa y selección individual.

**Selección en masa.** Si un grupo de plantas fenotípicamente iguales se seleccionan y se cosechan mezclando su semilla, la mezcla resultante es una selección masal.

Fundamentalmente, las parcelas de los lotes de observación e introducción presentaban variaciones en precocidad, hábito de crecimiento, color de flor, reacción a insectos y patógenos, etc. Si la variación era favorable y se presentaba en una pequeña parte de la población, se hacía una selección en masa.

Una variante de este método de selección fue empleada en el Programa y consistía en hacer un número determinado de selecciones individuales, que se sometían a pruebas de rendimiento por dos o tres años; aquéllas que tenían rendimientos similares —la misma precocidad, igual reacción a enfermedades y patógenos y el mismo tipo de semilla— se mezclaban. Este procedimiento dio origen a la variedad de frijol Jamapa.

**Selección individual.** Si una selección individual proviene de una introducción o una colecta homocigota, se le considera una línea pura. La variedad obtenida por este procedimiento es más uniforme que una variedad lograda por selección masal, ya que teóricamente todas las plantas son exactamente iguales, pues se estima que es homocigota para todos los pares de genes que posee; los fitomejoradores consideran que esta condición rara vez, más bien nunca, es una realidad. Por medio de la selección individual se han producido en México el mayor número de cultivares de frijol.

En el Cuadro 5 se presentan datos de la información generada en 1949, en donde se observa que el porcentaje de aumento en rendimiento entre la colecta original y la mejor selección individual varió desde 3 hasta 64%.

Con el fin de evaluar el efecto de la selección masal y la selección individual, se llevó a cabo un ensayo en el que se incluían siete familias compuestas de la colección original, una selección masal y la selección individual que

**Cuadro 5. Comparación de rendimiento entre la colecta original y su mejor línea seleccionada\*.**

Designación	Rendimientos/parcela (kg ha <sup>-1</sup> )		% aumento línea/ colecta
	Colecta	Línea	
Hgo 48-A	1 384	2 273	64
Dgo 2	1 258	1 765	40
Hgo 39-A	1 467	1 867	27
Méx 49	1 400	1 762	25
Gto 53	1 545	1 906	23
Gto 59	1 526	1 719	12
Gto 65	1 620	1 781	10
Hgo 37-A	1 808	1 874	3
Hgo 43-A	1 664	1 722	3

\* Información tomada de Tabla 3 de Muñoz y Cárdenas (1950).

se había comportado mejor, obteniéndose los siguientes resultados:

	kg ha <sup>-1</sup>	%
Colecciones originales	1 166	100
Selecciones en masa	1 296	111
Selecciones individuales	1 429	122

Cuando esta prueba se llevó a cabo en San Rafael, Ver., 150 km al norte de Cotaxtla, Ver., donde se hicieron las selecciones, los resultados mostraron que las selecciones masales y las individuales produjeron igual, y que los rendimientos de ambos fueron 10% mayores que las de las colecciones originales. Esto confirma que una selección rígida trae como consecuencia una adaptación más limitada.

Un número considerable de cultivares fueron producidos por el método de selección individual.

### Hibridación

Este método consiste en el cruzamiento de dos o más variedades, a fin de combinar en una o más líneas puras los caracteres deseables de los progenitores.

El Programa de Mejoramiento del Frijol —por medio de hibridaciones— estuvo dirigido a la producción de variedades de frijol resistentes a las enfermedades prevalentes en esa época: antracnosis, bacteriosis, roya

o masaico común, y que a la vez tuvieran características agronómicas deseables: alto rendimiento, precocidad adecuada, plantas con un tipo de crecimiento que no permitiera el contacto de las vainas con el suelo, resistencia al desgrane y que el grano tuviera buena calidad alimenticia, aceptación comercial y amplia adaptación.

En el año de 1949 se hicieron los primeros cruzamientos en el Campo Experimental El Horno, localizado en Chapingo, Estado de México; se hizo la cruce Mich 68-1 (Canario 101), como progenitor común, que es precoz, con plantas de mata, resistentes a roya y antracnosis, susceptible a bacteriosis y al ataque del picudo del ejote, semilla aceptable comercialmente y de amplia adaptación, con Hgo-14-A-3 (Pinto 162), Pue-47, Zac-4-A-2 (Negro 152), los cuales tienen un periodo vegetativo de 125 a 135 días, de semi-guía, susceptibles a antracnosis y roya, tolerantes a bacteriosis, resistentes al picudo del ejote, con un tipo de semilla medianamente aceptable y con una adaptación limitada.

El sistema empleado fue el de una combinación de selección masal y una selección individual. Se optó por esto, ya que en la selección individual, cuando se hacen selecciones muy rigurosas en poblaciones pequeñas en la  $F_2$ , existe el peligro de perder genotipos valiosos. Se hacían selecciones masales generalmente en  $F_2$  y  $F_3$ , y ocasionalmente en  $F_4$ , eliminando aquellas plantas susceptibles a enfermedades, tardías, susceptibles al *Apion*, etc., fundamentalmente en caracteres que dependen de pocos genes.

En  $F_4$  ó  $F_5$  se hacían selecciones individuales y se continuaba el proceso, hasta la generación en la cual se consideraba que el grado de homocigosis era aceptable. Se llevaban a cabo pruebas preliminares de rendimiento en  $F_5$  ó  $F_6$ , de las líneas sobresalientes seleccionadas visualmente.

Durante todo el proceso de selección, las plantas -tanto las sembradas bajo condiciones de campo como las sembradas bajo condiciones de invernadero- se sometían a epifitias inducidas de los patógenos problema, para así facilitar el proceso de selección. Cuando el número de líneas se había reducido considerablemente, aquéllas que no se eliminaban por ser prometedoras para convertirse en variedades, eran sometidas a pruebas de laboratorio, a fin de conocer el porcentaje de proteína y triptofano, así como también el tiempo de cocción.

Después de hacer las primeras selecciones individuales en  $F_4$  ó  $F_5$ , el resto de las plantas de una cruce se cosechaba masalmente, y se guardaba una muestra de alrededor de 20 kilogramos de semilla, una pequeña cantidad de la cual se sembraba en los sitios donde se iniciaban trabajos de mejoramiento. Por medio de hibridaciones, se obtuvo un gran número de cultivares (Cuadro 6).

Los trabajos de fitopatología, entomología, herencia, etc. que se describirán más adelante, hicieron posible desarrollar más eficientemente el mejoramiento vía hibridaciones.

### Irradiación

Desde 1928, se sabía que pueden inducirse mutaciones en las plantas mediante irradiaciones. Por lo tanto, se pensó que sería de interés ver la posibilidad de emplear los rayos X, con el fin de aumentar la frecuencia de mutaciones y recombinaciones que fueran de interés en el mejoramiento genético del frijol.

La OEE, con la cooperación del Laboratorio Nacional de Brookhaven, irradió semillas de la variedad Canario 101, con dosis de 7500, 10 000, 15 000, 20 000, 30 000 y 40 000 r de rayos X. Se observó que con dosis mayores de 15 000 r, la germinación de la semilla se redujo drásticamente. Desde la generación  $R_2$  hasta la  $R_5$ , se observó el material buscando plantas mutantes resistentes al mosaico severo del frijol; al no encontrarse ninguna, el trabajo se discontinuó. Sería conveniente explorar el uso de las radiaciones, a fin de incrementar las recombinaciones de caracteres deseables fuertemente ligados a caracteres indeseables.

## OTRAS INVESTIGACIONES

### Enfermedades

**Chahuixtle.** El agente causal de esta enfermedad es el hongo *Uromyces phaseoli-typica*, que prácticamente se encuentra distribuido en todo el país en las zonas donde se cultiva frijol; ataca las hojas de la planta y cuando se presenta con intensidad se le encuentra en los tallos y vainas. Este hongo ataca solamente las especies del género *Phaseolus*.

En 1953 se llevó a cabo el primer trabajo, con el fin de

**Cuadro 6. Variedades mejoradas de frijol producidas en el periodo 1949 a 1980.**

Variedad	Origen	Institución que la produjo*	Año de liberación	Regiones de recomendación	Condición de cultivo**
Rocamex 1	Mex-38-1	OEE	1949	Mesa Central	T
Rocamex 2	Hgo-48A-1	OEE	1949	Mesa Central	T
Rocamex 3	Pue-20B-2	OEE	1949	Mesa Central	T
Amarillo 153	Pue-3D-2	OEE	1949	Mesa Central	T
Bayo 164	Ags-12	OEE	1954	Mesa Central	T-R
Bayomex	(Canario x pue 47) x Canario	OEE	1955	Mesa Central	T-R
Blanco 157	Zac-9A-7	OEE	1956	Bajío y Mesa Central	T-R
Canocel	(Zac.4-A-2) x Canario	OEE	1956	Bajío y Mesa Central	T-R
Negro Mecentral	(HGO-14-A-3) x Canario	OEE	1956	Mesa Central	T-R
Pinto 133	Mex-133	IIA	1957	Bajío y Región Semiárida	T-R
Dgo-664	Dgo-664	IIA	1958	Dgo., Zac., Chih. y Sin.	T
Pinto 162	Hgo-14-A-3	OEE	1958	Valles Altos	T-R
Jamapa	Compuesto Multilineal	OEE	1958	Trópico, alturas medias	T-R
Dgo-225	Dgo-225	IIA	1958	Región Semiárida	T
Canario 101	Mich-68	IIA	1958	Bajío, Sin. y Nay.	BT-R
Dgo-222	Bayo Gordo-Dgo.	IIA	1958	Región Semiárida	T
Ver-268	Ver-268	IIA	1960	Trópico del Golfo	T
Canario-107	Can-101-Sel. Ind.	INIA	1961	Amplia	BT-R
Agrarista	Agrarista-Sel. Ind.	INIA	1962	Norte de Tamaulipas	R
Mor-6-A-1	Mor-6A	INIA	1962	Norte Tamps. y Coah.	T-R
Bayo 107	107-3-8-M	INIA	1963	Valle de México	T-R
Puebla 152	Pue-152	INIA	1965	Puebla	T
Negro 66	Negro 151 x Canario o Canocal	INIA	1966	Mesa Central	BT-R
Bayo 66	Can x (Bayo Gordo x Ejotero)	INIA	1966	Mesa Central	T-R
Villa Guerrero	Mex-325-Sel. Ind.	INIA	1969	Mor., Gro. y Valles Altos	T
Flor de Mayo	Flor de Mayo-Gto	INIA	1970	Amplia	T-R
Delicias 71	Pue-776	INIA	1971	Chih., Coah. y Tamps.	T-R
Cacahuete 72		INIA	1972	Gro., Jal., Mor. y Pue.	T-R
Azufrado 200	Azufrado de Sin. x Bayomex	INIA	1972	B.C.S. y Sin.	R
Canario 72	Canario 107 x Cacahuete Largo	INIA	1972	Sin., Nay., Jal. y Bajío	T-R
Ojo de Cabra 73	CCM-IM-M	INIA	1973	Chih., Zac. y Dgo.	T
Azufrado Amarillo 33	Azufrado Regional-Sel.Mas.	INIA	1973	B.C.S., Son. y Sin.	R
Sataya 425	(Ver-1-A-6 x Perry Marrow) x (Jamapa x Canario 101)	INIA	1973	Jal., Nay. y Sin.	T-R
Pinto Nacional 74	Regional Zacatecas-Sel.	INIA	1974	Ags., Dgo. y Zac.	T-R



**Cuadro 6. Variedades mejoradas de frijol producidas en el periodo 1949 a 1980. (Continuación)**

Variedad	Origen	Institución que la produjo*	Año de liberación	Regiones de recomendación	Condición de cultivo**
Azufrado 100	Azufrado x Canocel	INIA	1974	B.C.S. y Sin.	R
Rio Grande	Qro-183-1	INIA	1975	Dgo. y Zac.	T-R
Bayo Calera	Dgo-664-23-9	INIA	1975	Zacatecas	T
Bayo Durango	Canario 101 x Dgo-225	INIA	1976	Chih., Dgo., Zac. y Ags.	T
Negro Queretaro 43	Regional-Gto. Sel. Ind.	INIA	1977	Gto. y Gro.	R-T
Toche 400	L-11T-A-Y-67 x K-131-A-V-67	INIA	1977	Valle de Culiacán	R
Canario Guanajuato 43	Regional-Gto-Sel. Mas.	INIA	1978	Gto., Qro. y Mich.	T
Canario 78	Canario 107 x Peruano	INIA	1978	Valles del Fuerte y Culiacán	R
Azufrado Pimono 78	Canario 107 x Peruano	INIA	1978	Sin., Nay., Jal. y Mor.	R
Ojo de Cabra 400	C-14-46-2-2-2 x Bayo 107	INIA	1978	Mesa Central y Altos Jal.	T
Pinto Laguna	Canario 101 x Pinto Nacional	INIA	1980	La Laguna	R
Pinto Mexicano 80	C-12-159-2-4-1-31-3 x Garbancillo	INIA	1980	Chihuahua	R
Negro Puebla	Pue-338, Sel. Mas.	INIA	1980	Mesa Central	T-R

\* OEE = Oficina de Estudios Especiales; IIA = Instituto de Investigaciones Agrícolas; INIA = Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas.

\*\* T = Temporal; R = Riego; BT = Buen Temporal. Sel. Ind. = Selección Individual, Sel. Mas. = Selección Masal

conocer la variabilidad del patógeno, para ello se colectaron muestras de hojas enfermas en varias regiones frijoleras del país. Se inocularon, bajo condiciones de invernadero, ocho "variedades diferenciales" y fue posible identificar 16 razas fisiológicas o patotipos.

Posteriormente, en 1962 se colectaron hojas enfermas en una extensión de mayor amplitud que en el caso anterior. Se emplearon nueve variedades diferenciales, una más que en el trabajo antes mencionado, las cuales fueron: Ags-13, Gro-6, Gro-9, Gto-10-A-5, Méx-6, Méx-12, Ver-10, Canario 101 y Negro 150; fue posible diferenciar 31 patotipos. Además se estudió la distribución geográfica de las razas fisiológicas, observándose que del material colectado en el Campo Experimental El Horno, se aisló un gran número de patotipos, muy probablemente debido a la heterogeneidad del material sembrado. También se observó que Canario 101 fue susceptible solamente a cinco razas, y que los patotipos más ampliamente distribuidos fueron los siguientes: 7, 15, 17, 18 y 28. Desafortunadamente las razas identificadas no fueron conservadas.

Posteriormente se estudió la asociación entre el tipo de crecimiento de las plantas de frijol y su resistencia al chahuixtle, se encontró que no hubo relación entre los genes que determinaban el hábito de crecimiento y los que gobernaban la reacción al patógeno.

### Antracnosis

El patógeno causante de esta enfermedad es el *Colletotrichum lindemuthianum*, que se encuentra ampliamente distribuido en México, y constituye un problema serio en las partes templadas y semi-templadas, donde reduce el rendimiento y la calidad del grano cosechado; ataca todas las partes aéreas de la planta, principalmente hojas, vainas y semilla.

En 1951 se llevaron a cabo trabajos a fin de conocer la reacción de algunas variedades mexicanas de frijol a tres razas fisiológicas del patógeno, predominantes en Estados Unidos de Norteamérica (EUA). Los resultados mostraron que había una gran variabilidad en la reacción al patógeno.

Posteriormente se estudió la variabilidad del patógeno; para ello se colectaron vainas enfermas en los estados de México, Puebla, Querétaro, Michoacán y Guanajuato. Se obtuvieron 28 aislamientos; éstos, más los patotipos alfa, beta y gama, se emplearon para inocular 18 variedades mexicanas de frijol, más tres variedades diferenciales de los EUA. La información obtenida permitió distinguir 10 razas diferentes a alfa, beta y gama, y una igual a beta. Las variedades Canario 101, Canario 102 y Canario 103 fueron atacadas solamente por dos razas, y Bayo 164 por tres. Las variedades diferenciales empleadas fueron: Negro 150, Negro 152, Amarillo 155, Bayo 164, Canario 101, Michelite, Dark Red Kidney y Perry Marrow.

También se estudió el efecto de la edad de la planta en la expresión de los síntomas, cuando se inocula aquélla con el agente causal de la enfermedad. Para ello, se inocularon plantas de siete variedades de frijol, a los 12, 18, 28 y 37 días después de nacidas, con la raza MA-18. Los resultados mostraron que en cuatro variedades no hubo cambio y en el resto ¿al aumentar la edad? incrementó el grado de resistencia. Por lo tanto, en los trabajos de mejoramiento, el material se debe observar en el invernadero a los 12 días, y en el campo a edades mayores.

En el cruzamiento entre una variedad de frijol con flor blanca, hipocotilo verde y susceptible a la raza alfa de antracnosis, y una variedad con flor rosa, tallo verde y resistente a la antracnosis, se estudió si había ligamiento entre la resistencia a la enfermedad y el color de la flor, se encontró que los genes de estos dos caracteres se presentaban en cromosomas diferentes; resultados similares se observaron al analizar los datos del color del hipocotilo y la reacción al patógeno. En F1 la población fue resistente a la enfermedad y en F2 se tuvieron tres resistentes por un susceptible.

En un estudio de la viabilidad de la semilla y la de *Colletotrichum lindemuthianum* en semillas de 12 años de edad, almacenadas bajo condiciones ambientales en el Campo Experimental El Horno, fue posible recuperar el hongo viable.

El principal medio de transmisión de la enfermedad es la semilla infectada. Por tal motivo, se llevaron a cabo experimentos con tres grupos de semillas: sana, moderadamente infectada y severamente infectada, las cuales fueron sembradas en el invierno en Progreso, y Jalostoc, Mor.; ambos sitios, en esa época del año, tienen

temperaturas altas y humedad ambiental baja. Cuando se cosechó la semilla, se vio que ninguna de ellas, no importando el grupo de donde provinieron, estaba infectada por el patógeno. De estos experimentos se concluyó que es posible "limpiar" la semilla infectada por el agente causal de la antracnosis, si se siembra en sitios con altas temperaturas y baja humedad ambiental.

**Tizón de halo.** Esta enfermedad es causada por la bacteria *Pseudomonas phaseolicola*, la cual se encuentra presente en México y causa pérdidas económicas de consideración. Cuando se llevó a cabo este estudio no era económico el control de la enfermedad por medios químicos. Por lo tanto, era importante conocer la herencia de la resistencia del frijol al ataque del patógeno y contar con bases para tener un programa de mejoramiento más eficiente. Para ello se llevó a cabo un cruzamiento entre la variedad Canario 101 que es susceptible, con la variedad Sinaloa que es resistente.

El inóculo provenía de un cultivo monobacterial, que había mostrado muy buena patogenicidad. Bajo condiciones de invernadero se inocularon las plantas, inyectando una solución de las bacterias en la parte media del tallo. De 1346 plantas inoculadas en la F2, 735 fueron resistentes y 611 susceptibles, que corresponde a una relación de nueve resistentes a siete susceptibles, lo cual indica que la resistencia depende de un par de factores complementarios. Según esto último, es factible obtener plantas resistentes del cruzamiento de dos progenitores susceptibles.

**Hongos del grano almacenado.** Con el objetivo de conocer la microflora presente en la semilla de frijol, se encontró que en la cosechada recientemente, no se presentaron los hongos de almacén: *Aspergillus* spp. y *Penicillium* spp.

De 1959 a 1962 se estudió el efecto de los hongos sobre las semillas almacenadas. Se almacenó la variedad Canario 101 con los resultados que muestra el Cuadro 7.

Las especies presentes fueron *A. glaucus*, que creció abundantemente cuando la humedad relativa varió de 15.6 a 19.3%, y *A. candidus*, que se desarrolló bien a 19.5% de humedad relativa. A los seis meses de almacenamiento no hubo cambios en el porcentaje de germinación, con 13.7 y 15.6% de humedad en el grano, y en el resto hubo una declinación fuerte en la germinación.

**Cuadro 7. Efecto de los hongos sobre semillas almacenadas de la variedad Canario 101 en el periodo 1959 a 1962.**

% humedad al almacenar	% germinación a los tres meses de almacenamiento	Número colonias hongos
13.7	96	0
15.6	90	266 000
17.4	39	2 900 000
18.5	15	2 380 000
19.5	3	8 800 000

En otra investigación con las variedades Amarillo 153, Bayomex, Canario 101, Jamapa y Negro 150, a las cuales se les ajustó el contenido de humedad, a 16, 17 y 19%, y fueron almacenadas en ambientes con 75, 80 y 85% de humedad relativa, respectivamente, se observó que los hongos presentes fueron *A. restrictus* y *A. repens*. Algunas variedades fueron más atacadas que otras.

Los porcentajes medios de semillas germinadas con plantas normales -a 75, 80 y 85% de humedad relativa- fueron de 64, 14 y 0%, respectivamente; y el de las plantas anormales, fueron de 14, 35 y 0%, respectivamente.

De la información anterior se inferiere que a menor contenido de humedad en la semilla -almacenada a bajas temperaturas y en un ambiente con menos de 70% de humedad relativa- el daño causado por los hongos de almacén se reduce considerablemente y la semilla se puede almacenar por más tiempo, conservando buena viabilidad.

### Plagas insectiles

**Picudo del ejote (*Apion godmani* Wang.).** Este insecto se presenta en casi todas las zonas productoras de frijol, principalmente en el altiplano y en las regiones de altitud intermedia. Los adultos acuden en la época de floración y depositan sus huevecillos en los ejotes tiernos; las larvas se alimentan de las semillas en desarrollo, destruyéndolas; pupan dentro de la vaina y, en el otoño, cuando la planta madura, emergen como adultos.

En 1945 y 1946, se observó que los tipos de frijol Canario y Bayo Gordo eran muy susceptibles al picudo y otros tipos mostraban resistencia. A fin de confirmar lo anterior, en

1947 y 1948 se realizaron una serie de pruebas, para conocer si había diferencias varietales en cuanto a la resistencia al *Apion*. La información obtenida mostró que existía una gran variabilidad, y sobresalieron por su resistencia los siguientes materiales: Hgo-6, Hgo-24, Pue-32, Hgo-28-A-2, Hgo-33-A-1, los cuales tuvieron menos de un picudo por vaina. Las variedades Amarillo 154, Pinto 162, Pinto 168 y Negro 150 mostraron un alto grado de resistencia, mientras que Bayomex, Canario 101, Canario 107 y Canocel fueron muy susceptibles; esta última información fue obtenida al final de la década de los 50.

Las variedades altamente resistentes muestran su capacidad de rendimiento sin ninguna aplicación de insecticidas; en cambio, las muy susceptibles, para rendir bien, requieren de dos a tres aplicaciones.

**Conchuela (*Epilachna varivestis* Muls.).** Es una plaga importante en las zonas frijoleras del altiplano y en zonas de altura intermedia. El daño es una resultante de que los adultos y larvas pasan la mayor parte de su vida en las plantas, alimentándose principalmente de los tejidos entre las nervaduras de las hojas, cuando el ataque es muy severo, de las vainas y tallos tiernos.

Experimentos llevados a cabo en Chapingo y otros sitios, mostraron que era posible combatir esta plaga con la aplicación de insecticidas; además, que era recomendable hacer la primera aplicación cuando los adultos hibernantes aparecían por primera vez en el campo.

Por otra parte, se llevaron a cabo experimentos, en campo y en invernadero, a fin de buscar resistencia o tolerancia, pero los resultados no fueron satisfactorios.

En estudios sobre el control biológico de esta especie con el parasitoide *Aplomyiosis epilachnae* (Aldrich) en varias regiones del altiplano, se encontró que en Chapingo, el parasitismo varió de 0-70%, de 1974 a 1977; en Alpuyeca, Mor. alcanzó el 58%, y en San Andrés Chiautla, Edo. de Méx. varió de 13 a 80%.

En 1975 se introdujo de Estados Unidos una cepa de la especie *Pediolus faveolatus* (Crowford), originaria de la India, en donde ataca a varias especies de *Epilachna*. En trabajos llevados a cabo en Chapingo, en 1975 se obtuvieron parasitismos que variaron entre 2.4 y 18.9%; en 1976, oscilaron entre 0 y 2.5%; y en 1977, entre 3.6 y 23.1%.

Con otras plagas importantes del frijol como las doradillas, (*Diabrotica* spp.), chicharritas (*Empoasca* spp.), y otras, se hizo investigación para su control con insecticidas.

**Maleza.** El no combatir oportunamente las malas hierbas, es uno de los factores que más fuertemente inciden en la reducción de los rendimientos del frijol. Los agricultores que carecen de los medios mecánicos o químicos apropiados para combatir a tiempo la maleza, limitan la superficie sembrada, principalmente bajo condiciones tropicales con buena precipitación pluvial, a la mano de obra disponible. En consecuencia, se concluyeron investigaciones orientadas a conocer los periodos críticos de competencia en Chapingo, Edo. de Méx., Celaya, Gto. y Cotaxtla, Ver.

En el Cuadro 8 se presenta la información de los experimentos llevados a cabo en Cotaxtla, Ver. en 1960 y 1961; quienes realizaron los trabajos, indican que en 1960 la precipitación fue escasa, mientras que en 1961 fue abundante y frecuente. En el primer caso, el desarrollo de la maleza fue limitado y tardío, y en el segundo, rápido y abundante.

De lo antes citado, se concluye que existe la necesidad de eliminar temprano la maleza del frijol; en las zonas tropicales, ya que la mayor competencia se da durante los

primeros 30 días de desarrollo del cultivo después de la emergencia, y dentro de este lapso, el periodo crítico de competencia está dentro de los 10 y 30 días.

Mantener sin competencia al frijol entre los 10 y los 30 días, con la debida frecuencia, no es posible hacerlo mecánicamente, por lo cual se llevaron a cabo trabajos para determinar qué herbicidas -económicamente y con el menor daño posible al ambiente- eran los más apropiados para combatir las malezas.

### CALIDAD ALIMENTICIA

En México, el frijol ha sido considerado como la principal fuente de proteínas de origen vegetal en la dieta de su población. Para conocer la variabilidad existente en el contenido de proteínas de los tipos de frijol colectados en nuestro país, en 1956 se determinó el contenido proteico de 110 materiales provenientes de 17 estados del país; además, se observó la forma, tamaño y color de la semilla; el hábito de crecimiento de la planta; el color de la flor y el tamaño, y la forma de las brácteas. Al relacionar las principales características de la semilla, el hábito de crecimiento y la altitud donde se colectó el material, con el contenido de proteínas, se tuvieron las siguientes tendencias generales:

**Cuadro 8. Rendimiento de frijol obtenido en parcelas con y sin maleza en diferentes periodos. Cotaxtla, Ver. Otoño 1961 y 1962.**

Tratamientos	No. de cultivo	Días libres de competencia	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )		Promedio	% Tratam. siempre limpio
			1960	1961		
10 A	1	Los primeros 10	911	1 050	981	55
20 A	2	Los primeros 20	1 065	1 480	1 273	72
30 A	3	Los primeros 30	1 403	1 564	1 484	84
40 A	4	Los primeros 40	1 825	1 702	1 764	99
50 A	5	Los primeros 50	1 995	1 647	1 821	103
Limpio	6	Todo el ciclo	1 902	1 637	1 770	100
Días de competencia						
10 D	5	Los primeros 10	1 706	1 685	1 725	97
20 D	4	Los primeros 20	2 014	508	1 261	71
30 D	3	Los primeros 30	1 321	463	892	50
40 D	2	Los primeros 40	1 697	232	964	54
50 D	1	Los primeros 50	1 098	405	752	42
Enhierbado	0	Todo el ciclo	715	383	549	31

Proteína elevada	Proteína baja
Semilla esférica	Semilla alargada
Semilla pequeña	Semilla grande
Semilla negra o blanca	Semilla café
Hábito de guía	Hábito de mata
Procedencia tropical	Procedencia templada

En 1965, se estudió el contenido de proteínas y de triptofano de algunas variedades mejoradas, y se corroboró que existía una gran variación en el contenido de proteínas (19.69-28.35%); igual ocurrió con el contenido de triptofano (0.130-0.357%). También se hicieron las mismas determinaciones en las especies: *P. vulgaris*, *P. lunatus*, *P. acutifolius* y *P. coccineus*, y dos híbridos naturales entre esta última especie y *P. vulgaris*. En el Cuadro 9 se aprecia que *P. coccineus* tiene el contenido más bajo de proteínas y el más alto en triptofano; en las otras tres especies es más o menos igual el porcentaje de proteína. En los híbridos, los porcentajes de ambos compuestos fueron superiores al de los progenitores.

**Cuadro 9. Porcentaje medio de proteína y triptofano de cuatro especies de frijol y dos híbridos interespecíficos\*.**

Especie	Proteína (%)	Triptofano (%)
<i>P. vulgaris</i> L.	24.61	0.232
<i>P. lunatus</i> L.	24.74	0.294
<i>P. acutifolius</i> Gray	25.82	0.224
<i>P. coccineus</i>	22.30	0.505
<i>P. coccineus</i> x		
<i>P. vulgaris</i> (Ver-112-A)	28.03	0.355
<i>P. coccineus</i> x		
<i>P. vulgaris</i> (Chis-234)	26.04	0.339

\* Información tomada de: Crispín (1967).

## ASOCIACIÓN MAÍZ-FRIJOL

Desde la época prehispánica, este sistema de producción era practicado por los nativos de diversas regiones del país.

Linton (1948) llevó a cabo un trabajo sobre los cultivos asociados de maíz y frijol, empleó una densidad de 20 000 plantas por hectárea de cada especie. Concluyó que los rendimientos de ambos cultivos eran menores al

compararlos con los rendimientos de los unicultivos. No obstante, no calculó que la suma de las ganancias económicas de los dos cultivos en asociación fue superior al de las siembras solas.

En el periodo de 1968 a 1973, Lépiz I (1974) llevó a cabo investigaciones sobre este sistema de producción, y encontró que:

1. Los rendimientos de cada una de las especies asociadas son menores en relación al rendimiento de los unicultivos.
2. Los frijoles de mata asociados producen menos que los de guía.
3. A fin de facilitar la aplicación de insecticidas y la cosecha, los tipos de media guía que no enredan son superiores a los de guía.
4. Los rendimientos de maíz asociado son proporcionales al número de plantas de frijol, en densidades de 20 000 a 60 000 plantas de maíz por hectárea.
5. Los rendimientos del frijol en asociación son proporcionales al número de plantas de maíz cuando se siembran entre 40 000 y 110 000 plantas de frijol por hectárea.
6. Para el Valle de México, en áreas de temporal, en una primera aproximación, se recomendaron 40 000 plantas de maíz, 80 000 de frijol, y fertilizar con 120 80 00.
7. Las plantas de frijol mostraron una mayor sanidad en asociación, que en unicultivo.
8. Los efectos negativos de granizadas y heladas en el frijol, fueron menores en la asociación que en el unicultivo.

También se hicieron investigaciones preliminares sobre la asociación de caña de azúcar y otros cultivos, se encontró que el frijol es la especie que menos redujo los rendimientos de la caña y que los rendimientos económicos de la asociación son superiores al de los unicultivos.

La información presentada en este trabajo es el fruto de un numeroso grupo de investigadores, que en diferentes épocas dedicaron su esfuerzo a la investigación en frijol, para beneficio de los cultivadores de este grano y del país.

## LITERATURA CONSULTADA

- Agundis M., O.; Valtierra, A. y Castillo, B. 1962. Periodos críticos de competencia entre frijol y malezas. *Agr. Téc. Méx.* 2(2):87-90.
- Alvarado A., D. y Velo F., G. 1974. El cultivo del frijol en la zona temporalera de Zacatecas. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Campo Agrícola Experimental Calera. Calera., Zac., México. 6p. (Circular CIANE Núm. 58).
- Andrade A., E. 1966. El cultivo del frijol en el Valle de Culiacán. *Bol.* 10(5): 21-24.
- Barnes, D. y Pacheco M., F. 1954. La producción comercial de frijol bajo riego. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. 21 p. (Folleto de Divulgación Núm. 14).
- Barrera S., J. y Hernández R., F. 1976. El cultivo de frijol de temporal en el estado de Nayarit. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Campo Agrícola Experimental Santiago Ixcuintla. Santiago Ixcuintla, Nay., México. 5 p. (Circular CIAS Núm. 6, Bis).
- Barreto, A. 1970. Competencia entre frijol y malas hierbas. *Agr. Téc. Méx.* 2(11):519-526.
- Cárdenas R., F. A. 1957. Causas del bajo rendimiento del frijol en el trópico. *Agr. Téc. Méx.* 1(4):30-35.
- Cárdenas R., F. A. 1961. Herencia de la resistencia a tres razas fisiológicas de *Colletotrichum lindemuthianum*. Actas V Reunión ALAF. Buenos Aires, Argentina. p. 446-447.
- Cárdenas R., F. A. 1961. La densidad de siembra influye en el rendimiento del frijol. *Agr. Téc. Méx.* 1(12): 6-8.
- Cárdenas R., F. A. 1961. Los métodos de mejoramiento del frijol. Actas V Reunión ALAF. Buenos Aires, Argentina. p. 441.
- Cárdenas R., F. A. 1963. Herencia de tres caracteres del frijol. *Agr. Téc. Méx.* 2(3): 107-111.
- Cárdenas R., F. A. 1964. Jamapa: una variedad mejorada de frijol para el trópico. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. (Publicación Miscelánea Núm. 22).
- Cárdenas R., F. A. 1964. Importancia de las colecciones e introducciones en el mejoramiento del frijol. Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas. Turrialba, Costa Rica. (Publicación Miscelánea Núm. 22).
- Cárdenas R., F. A. 1968. Las leguminosas de grano. *In: Memorias III Congreso Nacional de Fitogenética. Sociedad Mexicana de Fitogenética* p. 340-360.
- Cárdenas R., F. A. y Serrano, J. L. 1968. Cómo cosechar más frijol en el trópico. *El Campo (México)* 44: 18-20.
- Cárdenas R., F. A. s. a. Sistema parásito-hospedero en relación a la patogenicidad. *Campo Agrícola Experimental Cotaxtla. Cotaxtla, Ver., México.* 7 p. (Mimeografiado).
- Cárdenas R., F. A.; Muruaga M., J. S. y Acosta G., J. A. 1996. Catálogo: Banco de Germoplasma de *Phaseolus* spp. del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales y Agropecuarias. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias y Comisión Nacional para el Conocimiento y Uso de la Biodiversidad. Toluca, Edo. de Méx., México. 421 p.
- Carrillo S., J.L. 1976. Control biológico de la conchuela *Epilachma varivestis* Mulsant en México. *Agr. Téc. Méx.* 4(1): 63-71.
- Crispín M., A. 1960. Cruzamiento natural en frijol. *Agr. Téc. Méx.* 1(11):38-39.
- Crispín M., A. 1967. El frijol como fuente de proteína. *Agr. Téc. Méx.* 2(7): 299-302.
- Crispín M., A. 1968. Variedades de frijol con amplio grado de adaptación. *Agr. Téc. Méx.* 2(9): 412-416.
- Crispín M., A. 1970. La viabilidad de un patógeno del frijol. *Agr. Téc. Méx.* 3(1): 3-6.
- Crispín M., A. 1974. Logros obtenidos en las investigaciones sobre el cultivo del frijol en México. *Agr. Téc. Méx.* 3(8): 277-282.
- Crispín M., A. y Yerkes, W. D. 1956. Los virus del frijol. *Agr. Téc. Méx.* 1(3): 19.
- Crispín M., A. y Cárdenas R., F. A. 1962. Aumente su producción de frijol. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Dirección General de Agricultura. México, D.F., México. 11 p. (Serie Extensión, Boletín Núm. 354).
- Crispín M., A.; Ortega C., A. y Gallegos B., C.C. 1964. Enfermedades y plagas del frijol en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Chapingo, Edo. de Méx., México. 41 p. (Folleto de Divulgación Núm. 33).
- Christensen, C.M. y López F., L. C. 1962. Daños que causan en México los hongos de granos almacenados.

- Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, México, D.F., México 30 p. (Folleto Técnico Núm. 44).
- Dongo D., S.L. y Crispín M., A. 1962. El chahuixtle del frijol en México. *Agr. Téc. Méx.* 2(1):26-29.
- Freitag, G.F.; Cravioto, R. O.; Guzmán G., J. y Massieu H., G. 1956. Estudio sobre las propiedades nutritivas del frijol: I. El contenido total de proteínas de los tipos de frijol. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. 31 p. (Folleto Técnico Núm. 19).
- Gallegos B., C.C. 1963. La edad de la planta y su resistencia a la antracnosis. *Agr. Téc. Méx.* 2(4): 165-167.
- Gallegos B., C.C.; Campos T., A. y Crispín M., A. 1966. Estudio genético de la resistencia del frijol a *Pseudomonas phaseolicola* (Burk.). *Dows. Agrociencia (México)* 1(1): 56-66.
- Guevara C., J. 1960. Variedades de frijol resistentes a plagas. *Boletín Técnico (México)* 2(6): 17-27.
- Guevara C., J. 1961. El combate del picudo del ejote mediante la combinación de variedades resistentes e insecticidas. *Agr. Téc. Méx.* 1(12): 17-19.
- Guevara C., J.; Patiño, G. y Casas, E. 1960. Selección de variedades de frijol resistentes al picudo del ejote. *Agr. Téc. Méx.* 1(10): 10-12.
- Hernández X., E y otros. 1959. El origen de *Phaseolus coccineus* L. *darwinianus* Hdez. X Miranda C. subespecie nova. *Soc. Mex. Hist. Nat.* 20(1-4): 99-121.
- Hernández X., E. 1947. Los frijoles y otras leguminosas cultivadas en Chiapas. Sociedad Botánica Mexicana. México, D.F., México. p. 46. (Boletín 5).
- Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). 1955. Frijol Canario 107: nueva variedad para la región sureste del estado de Jalisco. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D.F., México. 20 p. (Serie IIA).
- Instituto de Investigaciones Agrícolas (IIA). 1958. Experimentos de frijol en el Campo Agrícola Experimental de Cd. Guzmán, Jal. Secretaría de Agricultura y Ganadería. México, D. F., México. 14 p. (Serie IIA).
- Izquierdo L., M. y Téliz O., M. 1968. Ensayo sobre el control químico del tizón de halo del frijol causado por *Pseudomonas phaseolicola* (Burks.) Dows. *Agrociencia (México)* 3(1): 87-96.
- Lépiz I., R. 1972. Herencia de la resistencia al ataque de roya (*Uromyces phaseolitypica* Arth.) en relación al hábito de crecimiento. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- Lépiz I., R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F., México. 47 p. (Folleto Técnico Núm. 58).
- Linton, C. 1948. Ensayo experimental sobre el cultivo de asociación de maíz y frijol en el Campo El Horno. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- López F., L.C. y Crispín M., A. 1971. Resistencia varietal del grano de frijol almacenado al ataque de hongos. *Agr. Téc. Méx.* 3(2): 67-69.
- López F., L.C. y Christensen, C. M. 1962. Efectos del ataque de hongos en el frijol almacenado. *Agr. Téc. Méx.* 2(1): 33-37.
- López F., L.C. 1963. Influencia del contenido de humedad, microflora y tiempo de almacenamiento sobre la viabilidad y el aspecto exterior de la semilla de frijol. *Agr. Téc. Méx.* 2(3):112-115.
- López G., H. 1972. Nuevas variedades de frijol para el estado de Sinaloa. *Agr. Téc. Méx.* 3(4): 150-152.
- López G., H. 1974. Cahita 100: cultivar de frijol resistente a chahuixtle. *Agr. Téc. Méx.* 5(1): 55-63.
- Martínez R., T. y Elizarrarás O., R. 1965. El cultivo del frijol en el Valle del Río Fuerte. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Campo Agrícola Experimental Los Mochis. Los Mochis, Sin., México. 8 p. (Circular CIANO Núm. 23).
- McKelvey, J. J.; Smith, A. C.; Guevara C., J. y Cortés I., A. 1951. Biología y control de los picudos del género *Apion* que atacan el frijol en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. 42 p. (Folleto Técnico Núm. 8).
- Meléndez de la G., M.A. 1951. Reacción del frijol en México a tres razas de *Colletotrichum lindemuthianum*. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. 29 p. (Folleto Técnico Núm. 9).
- Miranda C., S. 1965. Herencia y evaluación de la forma del estigma de *Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus coccineus* L. *Agr. Téc. Méx.* 2(5): 194-196.
- Miranda C., S. 1966. Herencia del tipo de raíz en *Phaseolus vulgaris* L. y *Phaseolus coccineus* L. *Agr. Téc. Méx.* 2(6): 255-257.
- Miranda C., S. 1966. Mejoramiento del frijol en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería Instituto

- Nacional de Investigaciones Agrícolas. México, D.F., México. 36 p. (Folleto Misceláneo Núm. 13).
- Miranda C., S. 1970. Herencia de la posición de los cotiledones en las plantas de dos especies de *Phaseolus*. Agr. Téc. Méx. 3(1): 23-30.
- Miranda C., S. 1971. Cruzamiento natural en frijol. Agr. Téc. Méx. 3(2): 48-52.
- Miravete, R. 1945. Clasificación del frijol en México. Tesis de licenciatura. Escuela Nacional de Agricultura. Chapingo, Edo. de Méx., México.
- Munoz J., M. y Cárdenas R., F. A. 1950. Variación genética de los frijoles de México. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. p. 62-71. (Folleto Misceláneo Núm. 3).
- Muñoz J., M. 1950. Ensayo de densidad de siembra en dos variedades de frijol. Agronomía 10:5.
- Muñoz M., E. 1963. Más frijol por hectárea: recomendaciones para el norte de Tamaulipas. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Campo Agrícola Experimental Río Bravo. Río Bravo, Tamps., México. 5 p. (Circular CIANE Núm. 1).
- Ochoa M., R. 1974. Pinamerpa: nueva variedad de frijol pinto para el área de Aguascalientes. Agr. Téc. Méx. 3(8): 283-285.
- Oviedo L., J. 1974. El cultivo del frijol en el estado de Durango: recomendaciones generales. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas, Campo Agrícola Experimental Valle del Guadiana. Durango, Dgo., México. 5 p. (Circular CIANE Núm. 56).
- Ramírez G., M.; Casas, E. y Rubio del C., A. 1958. Susceptibilidad de algunas variedades de frijol al picudo del ejote en la Mesa Central. Agr. Téc. Méx. 1(7): 6.
- Serrano P., J.L. 1963. Algunas diferencias fisiológicas y morfológicas de especies y variedades de frijol tolerantes a sequía. Agr. Téc. Méx. 2(4): 161-164.
- Turrent F., A. y Ordaz, O. F. 1963. Fertilization of corn and beans in Centro de Investigaciones del Sureste. Día de Demostración para Agricultores y Ganaderos, 1963. Centro de Investigaciones Agrícolas de Sinaloa. Culiacán, Sin., México. p. 5-8.
- Wellhausen, E.J.; Roberts, L. M. ; Muñoz, J. M. y Linton S., C. 1949. Frijol Rocamex 1, 2, 3: tres variedades mejoradas para siembras de temporal en la Mesa Central. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. 19 p. (Folleto de Divulgación Núm. 8).
- Yerkes Jr., W.D.; Niederhauser, J. S. y Crispín M., A. 1954. Enfermedades del frijol en México. Secretaría de Agricultura y Ganadería, Oficina de Estudios Especiales. México, D.F., México. 29 p. (Folleto de Divulgación Núm. 15).
- Yerkes Jr., W.D. y Crispín M., A. 1955. Antracnosis del frijol. Agr. Téc. Méx. 1(2): 12-14, 46.
- Yerkes Jr., W.D. y Téliz O., M. 1956. Razas de antracnosis en México. Agr. Téc. Méx. 1(3): 8-9, 34-35.
- Young, W.R. y Ortega C., A. 1958. Combate de plagas del frijol en Cotaxtla. Agr. Téc. Méx. 1(6): 12, 45.