



COLEGIO DE POSTGRADUADOS
INSTITUCIÓN DE ENSEÑANZA E INVESTIGACIÓN EN CIENCIAS AGRÍCOLAS

CAMPUS MONTECILLO
POSTGRADO DE RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD
GENÉTICA

**DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE
POBLACIONES NATIVAS DE FRIJOL COMÚN CULTIVADAS
EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ.**

MARIO ROCANDIO RODRÍGUEZ

TESIS
**PRESENTADA COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENER EL GRADO DE**

MAESTRO EN CIENCIAS

MONTECILLO, TEXCOCO, EDO. DE MÉXICO

2008

La presente tesis, titulada: **DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE POBLACIONES NATIVAS DE FRIJOL COMÚN CULTIVADAS EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ**, realizada por el alumno: **Mario Rocandio Rodríguez**, bajo la dirección del Consejo Particular indicado, ha sido aprobada por el mismo y aceptada como requisito parcial para obtener el grado de:

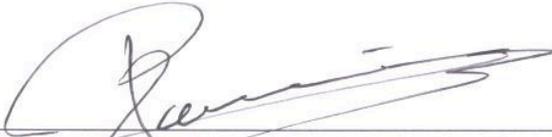
MAESTRO EN CIENCIAS

RECURSOS GENÉTICOS Y PRODUCTIVIDAD

GENÉTICA

CONSEJO PARTICULAR

CONSEJERO:



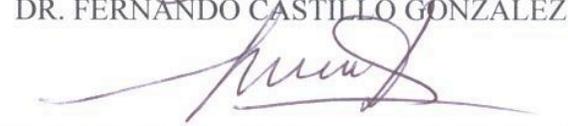
DR. PORFIRIO RAMÍREZ VALLEJO

ASESOR:



DR. FERNANDO CASTILLO GONZÁLEZ

ASESOR:



DR. SALVADOR MIRANDA COLÍN

ASESOR:



MC. JULIO ARTURO ESTRADA GÓMEZ

Montecillo, Texcoco, Estado de México, Octubre de 2008

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA Y AGRONÓMICA DE POBLACIONES NATIVAS DE FRIJOL COMÚN CULTIVADAS EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ.

Mario Rocandio Rodríguez, M. en C.

Colegio de Postgraduados, 2008

México es centro de origen, domesticación y diversificación del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y maíz (*Zea mays* L.). Ambas especies han sido importantes desde la época prehispánica, y la diversidad fenotípica y genética de ambos cultivos es conservada en forma de poblaciones nativas cultivadas por los agricultores en la actualidad. En la región suroriental del estado de México, el sistema de producción “milpa” se practica en la actualidad, con base en una gran diversidad de poblaciones nativas de frijol común de crecimiento indeterminado cultivadas en asociación con maíz. La diversidad morfológica y genética han sido estudiadas, mostrando amplia variación en formas de planta y semilla. Sin embargo, el potencial de producción de estas poblaciones nativas así como su habilidad competitiva no se conocen suficientemente. Esta investigación se desarrolló para contribuir el conocimiento de la diversidad de características morfológicas de interés agronómico en variedades nativas de frijol común en el suroriente del estado de México. Se caracterizaron 100 poblaciones nativas de frijol común cultivadas en asociación con maíz. Ensayos de rendimiento y de caracterización morfológica se realizaron en el Campus Montecillo, del Colegio de Postgraduados, y en Ayapango, ambos sitios localizados en el estado de México. Se evaluaron los días a floración (54.3 a 120.7 días), el número de vainas por planta (6.0 a 61.6), el peso de semilla por planta (10.0 a 96.2 g), la materia seca por planta (7.1 a 112.8 g), el número de semillas por vaina (2.8 a 7.0), la longitud (7.4 a 13.1 cm) y la anchura de la vaina (0.7 a 1.5 cm), la longitud (0.9 a 1.4 cm), anchura (0.5 a 1.0 cm) y grosor (0.4 a 0.7 cm) de la semilla, el peso de cien semillas (16.9 a 61.4 g), la incidencia de *Epilachna varivestis*, *Uromyces phaseoli*, *Colletotrichum lindemuthianum* y *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli*. Se aplicaron análisis multivariados de componentes principales y conglomerados; las características morfológicas, fenológicas, fisiológicas y componentes de rendimiento, se evaluaron con análisis de varianza simples por localidad, y combinados con dos localidades; y se aplicaron pruebas de normalidad con el promedio de las características en ambas localidades. Los resultados mostraron una gran diversidad de frijol común en el área. Se observó variación amplia en características de interés agronómico asociadas con el rendimiento entre y dentro de poblaciones, con la presencia de formas útiles para el mejoramiento de frijol. Los sistemas de producción complejos como la “milpa” han conservado la variación genética de frijol y son una fuente dinámica de variabilidad. El intercambio de semilla en mercados regionales, la utilización de las poblaciones en los sistemas de producción con maíz-frijol asociado, la diversidad ecológica y las preferencias locales y regionales son factores importantes para mantener la diversidad en esta región,

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mays*, milpa, poblaciones nativas.

MORFOLOGICAL AND AGRONOMICAL DIVERSITY OF COMMON BEAN LANDRACES CULTIVATED IN ASSOCIATION WITH MAIZE

Mario Rocandio Rodríguez, M. C.

Colegio de Postgraduados, 2008

México is center of origin, domestication and diversification of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and maize (*Zea mays* L.), both species have been important since prehispanic times, and phenotypic and genetic diversity of both species are conserved in landraces grown by farmers at present. In the southeast region of the State of México, the system of production “milpa” is practiced currently, based on a large diversity of indeterminate common bean landraces, cultivated in association with maize. The morphological and genetic diversity have been studied, showing a large variation in forms of both plant and seed. However, the yield potential of these landraces and well as their ability to compete are not sufficiently known. This investigation was carried out to contribute to the knowledge of diversity of morphological and agronomical traits in common bean landraces from the southeast of the Estate of México. Were characterized 100 landraces of common bean growing in association with maize. Yield trials and morphological characterization were performed at the Campus Montecillo, Colegio de Postgraduados, and Ayapango, both places located at the State of México. Days to flowering (54.3 a 120.7 days), number of pods per plant (6.0 a 61.6), seed weight per plant (10.0 a 96.2 g), dry weight per plant (7.1 a 112.8 g), number of seeds per pod (2.8 a 7.0), length (7.4 a 13.1 cm) and width of pods (0.5 a 1.0 cm), length (0.9 a 1.4 cm), width (0.5 a 1.0 cm) and thickness of seed (0.4 a 0.7 cm), weight of 100 seeds (16.9 a 61.4 g), incidence of *Epilachna varivestis*, *Uromyces phaseoli*, *Colletotrichum lindemuthianum* and *Xanthomonas axonopodis* pv. *Phaseoli* were evaluated. Principal components and conglomerated multivariate analysis were applied; morphological and physiological characteristics, and yield components were assessed with analysis of variance for each location, as well as with combined analysis for two locations; and normality test were applied with the two location average of characteristics. The results showed a great diversity of common bean. A wide diversity in characteristics related to yield, within and between populations, was observed, with the presence of useful forms for the improvement of common bean. Complex systems of production such as “milpa” have conserved the genetic variability of common bean, and they are a dynamic source of variability. Seed exchange in regional markets, the use of populations in production systems with maize and common bean associated, the ecological diversity and both local and regional preferences are important factor to maintain the diversity of common bean in this region.

Key words: *Phaseolus vulgaris*, *Zea mayz*, milpa, landrace.

AGRADECIMIENTOS

Al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) por el financiamiento económico otorgado para los estudios de maestría.

Al Colegio de Postgraduados, en particular a la especialidad de Genética del Instituto de Recursos genéticos y Productividad por haberme brindado la oportunidad de realizar mis estudios.

Al Dr. Porfirio Ramírez Vallejo, por su apoyo en la dirección de la investigación y el tiempo dedicado en la revisión de la tesis.

Al consejo particular, por su dirección y sugerencias para mejorar la calidad del trabajo de investigación.

A Yolanda del Roció Moreno, Edwin Barrios, Cesar Del Ángel, Ángel Rojas, Patricia Guerrero, Juan Manuel Pichardo, Fernando Utrera, Jaime Canul y Juan Carlo Zaragoza por su amistad y apoyo durante la maestría.

Al personal de campo, por su apoyo en las actividades de preparación, mantenimiento y toma de información de los experimentos realizados durante la investigación.

DEDICATORIA

A mi madre Remedios Rodríguez, que es el ser más maravilloso del mundo, por su apoyo moral, su cariño y comprensión que desde pequeño me ha brindado, por guiar mi camino y estar siempre junto a mí en los momentos más difíciles.

A mi padre Benito Solano, porque desde pequeño ha sido para mí un hombre grande y maravilloso que siempre he admirado.

A mis hermanos Elisa, Rosa, José, Rubén y Cecilio, por ser siempre mi ejemplo a seguir; con cariño, admiración y respeto.

A Yolanda del Roció Moreno, por todo el apoyo, cariño y amistad que me ha brindado.

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN GENERAL.....	1
Hipótesis	10
Objetivos.....	10
Literatura citada.....	11
CAPÍTULO 2. DIVERSIDAD MORFOLÓGICA EN POBLACIONES NATIVAS DE <i>P. vulgaris</i> CULTIVADAS EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ.....	14
Introducción.....	14
Revisión de literatura.....	16
Materiales y métodos.....	17
Material genético.....	17
Localización del sitio experimental.....	17
Conducción de experimentos.....	19
Diseño y unidades experimentales.....	19
Características evaluadas.....	19
Análisis estadístico.....	20
Resultados y discusión.....	20
Frecuencia por tipo de frijol.....	20
Características agronómicas.....	23
Agrupamiento de la diversidad.....	24
Conclusiones.....	28
Literatura citada.....	29
CAPÍTULO 3. DIVERSIDAD EN CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS AGRONÓMICO EN POBLACIONES NATIVAS DE <i>P. vulgaris</i> CULTIVADAS EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ.....	31
Introducción.....	31
Materiales y métodos.....	34
Material genético.....	34
Localización del sitio experimental.....	34
Conducción de experimentos.....	35
Diseño y unidades experimentales.....	35
Características evaluadas.....	35
Análisis estadístico.....	36
Resultados y discusión.....	36
Localidades.....	37
Características morfológicas.....	37
Hábito de crecimiento.....	37
Acumulación de biomasa.....	37
Características fenológicas.....	37
Características fisiológicas.....	38

Componentes de rendimiento.....	39
Poblaciones a través de localidades.....	40
Características morfológicas.....	40
Hábitos de crecimiento.....	40
Acumulación de biomasa.....	41
Características fenológicas.....	41
Características fisiológicas.....	42
Componentes de rendimiento.....	43
Comportamiento de poblaciones en Montecillo.....	45
Características morfológicas.....	45
Acumulación de biomasa.....	45
Características fenológicas.....	45
Características fisiológicas.....	46
Componentes de rendimiento.....	48
Comportamiento de poblaciones en Ayapango.....	49
Características morfológicas.....	49
Acumulación de biomasa.....	49
Características fenológicas.....	49
Características fisiológicas.....	50
Componentes de rendimiento.....	51
Distribución de la diversidad morfológica.....	52
Conclusiones.....	54
Literatura citada.....	57
CAPÍTULO 4. DISCUSIÓN GENERAL.....	59
Literatura citada.....	62
APÉNDICE.....	73

ÍNDICE DE CUADROS

		Pág.
Cuadro 1	Hábitos de crecimiento de frijol (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	1
Cuadro 2	Procedencia, identificación y nombre regional de 100 poblaciones de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.).....	18
Cuadro 3	Intervalos de variación, media, desviación estándar (D.E) y coeficiente de variación (CV) de 94 poblaciones nativas de frijol común. Montecillo y Ayapango, estado de México, 2006.....	23
Cuadro 4	Proporción de la varianza total, vectores y valores propios de los dos primeros componentes principales, en 94 poblaciones nativas de <i>P. vulgaris</i> en la región oriental del estado de México, 2006.	24
Cuadro 5	Proporción de días a floración, madurez fisiológica y de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.....	38
Cuadro 6	Promedio de índices de cosecha y tasa de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.....	39
Cuadro 7	Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.....	39
Cuadro 8	Promedio de días a floración, madurez fisiológica y de llenado de grano en 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.....	42
Cuadro 9	Promedio de índice de cosecha, tasa de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.....	43
Cuadro 10	Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.....	44
Cuadro 11	Promedio de días a floración, madurez fisiológica y periodo de llenado de grano en 94 poblaciones nativas de frijol común. Montecillo, estado de México, 2006.....	46
Cuadro 12	Promedios de índice de cosecha y tasa de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol común. Montecillo, estado de México, 2006...	47
Cuadro 13	Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol. Montecillo, estado de México, 2006.....	48
Cuadro 14	Días a floración, madurez fisiológica y periodo de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol común. Ayapango, estado de México, 2006...	50
Cuadro 15	Promedios de índices de cosecha y de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol común. Ayapango, estado de México, 2006.....	51
Cuadro 16	Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango, estado de México, 2006.....	52

ÍNDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Frecuencia de hábitos de crecimiento de poblaciones nativas de frijol común de la región oriental del estado de México, evaluadas en el ciclo primavera-verano de 2006.....	21
Figura 2	Frecuencia en color y nombre regional de 94 poblaciones nativas de frijol común evaluadas en el ciclo primavera-verano de 2006.....	22
Figura 3	Dispersión de 94 poblaciones nativas de frijol común con base en los dos primeros componentes principales y 15 variables morfológicas cuantitativas. <i>AV</i> =Ancho de vaina; <i>AS</i> =Ancho de semilla; <i>P100S</i> =Peso de cien semillas; <i>LV</i> =Largo de vaina; <i>NVP</i> =número de vainas por planta; <i>PMSP</i> =Peso de materia seca por planta; <i>DF</i> =Días a 50% floración; <i>CONCH</i> =Incidencia de conchuela.....	26
Figura 4	Dendograma de 94 poblaciones nativas de frijol común (<i>Phaseolus vulgaris</i> L.) con base en 15 variables morfológicas cuantitativas. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.....	27
Figura 5	Frecuencia de hábitos de crecimiento en poblaciones nativas de la región oriental del estado de México, Montecillo y Ayapango, estado de México, 2006.....	40
Figura 6	Distribución de la frecuencia para longitud de la vaina en 94 poblaciones nativas de frijol común, del oriente del estado de México, 2006.....	53
Figura 7	Distribución de la frecuencia para el peso de 100 semillas en 94 poblaciones nativas de frijol común, del oriente del estado de México, 2006.....	54

INTRODUCCIÓN GENERAL

Características generales

El frijol común pertenece a la familia *Leguminosae*, subfamilia *Papilionoidae*, Tribu *Phaseolae*, subtribu *Phaseolinae*, género *Phaseolus* y especie *vulgaris* L. (Graham y Ranalli, 1997); Las plantas de las especies son anuales con hábitos de crecimiento determinado o indeterminado (Cuadro 1), raíz fibrosa y cotiledones epigeos; las flores son zigomórficas, con una quilla en forma de espiral muy cerrada con dos alas, 10 estambres y un ovario con muchos óvulos. La forma de las semillas puede ser redonda, elíptica, arriñonada o alargada (Miranda, 1990).

Cuadro 1. Hábitos de crecimiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) (Schoonhoven y Pastor-Corrales, 1987).

Tipo	Hábito de crecimiento	Descripción
I	Determinado arbustivo	Ia- Tallo y ramas fuertes y erectas Ib- Tallo y ramas débiles
II	Indeterminado, arbustivo: tallos y ramas erectas	IIa- Tallo erecto sin guías IIb- Tallo erecto con pequeñas guías
III	Indeterminado, arbustivo postrado (con tallos y ramas débiles de consistencia rastrera)	IIIa- Guías cortas sin habilidad de trepar IIIb- Guías largas con habilidad para trepar
IV	Indeterminado trepador (con tallos y ramas débiles, largos y torcidos)	Su tallo desarrolla doble capacidad de torsión, favoreciendo su capacidad trepadora

Es una planta con metabolismo C3; diploide ($2x = 2n = 22$). Es principalmente autógama, aunque llega a presentar polinización cruzada en un grado variable (Ibarra-Pérez *et al.*, 1997).

Origen y domesticación del frijol

Miranda (1967) señala que el frijol común es originario del área occidental de la región México-Guatemala, cuya distribución geográfica es la misma que la del teocintle (*Zea mays*),

que ambas especies tienen el mismo ciclo biológico y que cuando crecen juntas el teocintle sirve de soporte a las plantas de frijol.

La especie *Phaseolus vulgaris* L. fue considerada por Linneaus (1753), de origen Asiático, con la India como posible centro de diversificación, debido a su gran variedad de tipos; posteriormente, con base en el estudio de un gran número de muestras de frijol de México, Guatemala, Colombia, Perú, Chile y Bolivia se propuso a la región que ocupa actualmente México y Guatemala como el centro de mayor diversificación de la especie *Phaseolus vulgaris* L. (Miranda, 1967); el origen americano del frijol común ha sido confirmado con base en estudios arqueológicos, botánicos, históricos, lingüísticos y moleculares (Debouck e Hidalgo, 1985; Gepts y Debouck, 1991).

Kaplan y Lynch (1998) mencionan que hace miles de años varias especies de frijol se domesticaron en el trópico americano, las que se combinaron con el maíz y otras plantas en un sistema de producción agrícola exitoso y particular del Nuevo Mundo; se han encontrado frijoles domesticados en lugares arqueológicos de México y Perú con una edad de 10 000 años.

Debido al interés del hombre por esta leguminosa, las selecciones realizadas durante el proceso de domesticación originaron un gran número de formas diferentes, a las que actualmente se les conoce con diversas denominaciones comunes, como poroto, alubia, judía, frijol, habichuela, vainita, caraota y feijoo, sin contar las denominaciones en diversos lenguajes dependiendo de la región y el país (Singh, 1989). El proceso de domesticación ha dado a lugar a múltiples formas de planta y semilla, así como a una gran diversidad de colores; además de una amplia adaptación a múltiples condiciones ambientales, ecológicas y de sistemas de producción.

Diversidad y conservación de los recursos genéticos

México es el cuarto país en el mundo con mayor diversidad biológica; en él se encuentran todos los tipos de diversidad vegetal descritos, así como una alta frecuencia de especies endémicas (Palomino, 1991). La diversidad de especies se debe, entre otros factores, a la amplia variación y combinación de condiciones fisiográficas, geológicas y climáticas

(Rzedowski, 1988). Las plantas cultivadas y su diversidad genética, intrínseca y asociada, han constituido un recurso fundamental y estratégico para el desarrollo de la agricultura.

Debido a la gran diversidad vegetal encontrada en el país, México es considerado como parte del centro de origen, diversidad vegetal y domesticación denominado Mesomericano (Vavilov, 1951); del cual se originaron especies cultivadas como: *Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Capsicum annum* L., *Gossypium hirsutum* L., *Agave sisalana* L. y *Cucurbita* spp. (Voyses, 1983 y Colunga *et al.*, 1986).

La diversidad vegetal está constituida por la variedad de formas vegetales existentes en una región, y está estrechamente relacionada con las culturas que las conservan y desarrollan. Esta relación ha sido poco estudiada, descrita, entendida y apreciada, ya que existen pocas investigaciones acerca del conocimiento tradicional, el mantenimiento local de la diversidad y de las interrelaciones biodiversidad-hombre (Jain, 2000).

La diversidad genética en las especies vegetales se ha estudiado principalmente con base en la caracterización morfológica en la que juega un papel importante la variación de los órganos reproductivos y la determinación de sus patrones de variación permite conocer su proceso evolutivo, detectar materia prima para los programas de mejoramiento genético y diseñar estrategias para la conservación (Simpson y Withers, 1986).

La conservación de la diversidad genética es de importancia ecológica, agrícola y económica. En el aspecto ecológico, dicha diversidad está ligada al manejo de sistemas de producción tradicionales, en los que se maximiza el aprovechamiento del ambiente mediante la interacción entre diferentes especies y morfotipos de una misma especie. La importancia agrícola radica en su utilización en diversos sistemas de producción que se sustentan en el uso de variedades nativas locales o regionales, que han sido conservadas y desarrolladas por los agricultores, y que en la mayoría de los casos satisfacen sus necesidades específicas.

Una estrategia para la conservación de los recursos genéticos de los sistemas de producción tradicionales, conocida como conservación *ex situ*, consiste en coleccionar muestras representativas de germoplasma de cada cultivo de manera intensiva, para mantenerlas en bancos de germoplasma fuera del área de producción (Hernández y Zarate, 1991).

Otra forma de preservar la diversidad de una región es la conservación *in situ*, que permite la evolución dinámica de la biodiversidad (Hernández y Zarate, 1991); ya que es realizada por las comunidades, tiene como ventajas el mantenimiento de la intervención cultural de los usuarios del germoplasma y la selección natural (Brush y Perales, 2007).

La conservación *in situ* se percibe como un complemento de gran valor para la conservación *ex situ* de especies nativas, debido a que las poblaciones se pueden preservar bajo los efectos de los procesos biológicos y sociales de la evolución del cultivo (Altieri y Merrick, 1987). En el frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) se desconoce el potencial agronómico en la mayoría de las especies silvestres de este género, así como de muchas formas intraespecíficas (Acosta *et al.*, 1991).

Los agroecosistemas tradicionales representan siglos de experiencia acumulada por los campesinos, obtenida por su conocimiento y convivencia con el ambiente (biótico y abiótico); el conocimiento y manejo de las especies y formas dentro de especies en los agroecosistemas tradicionales representa una opción para la conservación y el mantenimiento sostenible de la diversidad (Altieri y Merrick., 1987).

Diversidad genética del frijol

El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es originario de América; se reconocen dos centros principales de domesticación, Mesoamérica para cultivares de semilla pequeña y la región andina de América del Sur para cultivares de semilla grande (Singh, 1989).

El frijol se cultiva ampliamente en el mundo en una gran diversidad de zonas, con altitudes que van desde el nivel del mar hasta los 3000 m (Singh, 1989). Considerando su tipo de crecimiento, los frijoles arbustivos se cultivan en zonas de climas cálidos o medios y los volubles en zonas frías; estos últimos tienen un mayor potencial de rendimiento, tipos de semilla de mucha demanda y precios altos en los mercados (Davis, 1981).

Las primeras clasificaciones en razas o grupos de frijol común se hicieron con base en el reconocimiento de sus diferencias morfológicas, agronómicas, fisiológicas y fenológicas (Andrade y Hernández, 1988; Solórzano y Engleman, 1988). Los descriptores varietales se agrupan en caracteres constantes y caracteres variables. Los constantes caracterizan al taxón,

es decir la especie o la variedad, y son caracteres altamente heredables. Los caracteres variables de la morfología del frijol reciben la influencia de las condiciones ambientales y pueden ser considerados como el resultado de la acción del ambiente sobre el genotipo (CIAT, 1984).

En frijol común se han identificado seis razas, tres originarias de Mesoamérica (M, D, J) y tres de los Andes (C, N, P).

Acervo genético Mesoamericano

Raza Mesoamericana (M). Incluye poblaciones con semillas pequeñas (<25 g/100 semillas), de todos los colores y de todos los hábitos de crecimiento. El tamaño de la hoja y la longitud de entrenudos pueden ser pequeños, intermedios o largos. El grupo se caracteriza por presentar el foliolo terminal oval y corto y bractéolas gruesas ovaladas. El estandarte de las flores presenta marcas rayadas en la base. Las vainas son de 8 a 15 cm de longitud, delgado, fibroso, dehiscentes y con 6 a 8 semillas. Esta raza se encuentra distribuida en tierras bajas tropicales y altitudes intermedias de Mesoamérica, Colombia, Venezuela, y Brasil.

Raza Durango (D). Los cultivares y poblaciones nativas son predominantemente de hábito de crecimiento indeterminado postrado de los tipos III y IV. Se caracterizan por tener hojas relativamente pequeñas a medianas; el tallo, ramas y entrenudos son cortos, y la fructificación se concentra en los nudos basales. Las vainas son de tamaño medio (5 a 8 cm) con cuatro a cinco semillas de forma romboédrica o elíptica y de tamaño medio (25 a 40 g/100 semillas). El color predominante de la semilla es el crema grisáceo o con fondo rosa. El tipo de faseolina es predominantemente “S” y “Sd”. Esta raza está distribuida en las zonas centrales semi-áridas y tierras altas del norte de México y el sureste de Estados Unidos.

Raza Jalisco (J). Esta raza se caracteriza por presentar un hábito de crecimiento indeterminado trepador tipo IV. Las plantas son altas y pueden alcanzar hasta 3 m. de altura. El foliolo terminal de la hoja trifoliada es ovalado y relativamente largo. El tallo y las ramas son débiles y presentan entrenudos largos. La fructificación ocurre principalmente en la parte superior de la planta, aunque pueden presentarse a todo lo largo de ella. Las vainas son de 8 a 15 cm de longitud y tiene de cinco a ocho semillas de tamaño mediano (25 a 45 g/100 semillas), en las que predominan las formas redondas, ovales o ligeramente alargadas. El

patrón de faseolina que presentan es de tipo “S”. Su hábitat natural son las tierras húmedas del centro de México y Guatemala, en donde se encuentra su máxima diversidad.

Acervo genético Andino

Raza Chile (C). Esta raza se localiza en los Andes meridionales, es predominantemente de hábito de crecimiento indeterminado tipo III. Posee hojas alargadas, relativamente pequeñas y romboides; entrenudos cortos; vainas de tamaño medio (5 a 8 cm.) con poca fibra, de tres a cinco semillas por vaina y semillas redondas u ovaladas.

Raza Nueva Granada (N). En esta raza se encuentran variedades con hábito de crecimiento tipo I, II y III, con tamaño de semilla de intermedio a grande (>40 g/100 semillas) en forma de riñón y cilíndricas, las cuales varían de color. Las hojas tienden a ser pubescentes, con folíolos centrales de forma romboide. Los entrenudos son intermedios y largos. Las bractéolas son delgadas, alargadas o lanceoladas. Las vainas secas son fibrosas, duras, de tamaño mediano a grande (10 a 20 cm) y poseen de cuatro a seis semillas. Los cultivares se localizan principalmente en las alturas intermedias de los Andes.

Raza Perú (P). Esta raza se caracteriza por presentar poblaciones con hábito de crecimiento tipo IV. Tiene hojas grandes romboides, entrenudos largos y débiles con semilla de tamaño intermedia a grande. Las vainas son a menudo largas (10 a 20 cm) y duras. La fructificación ocurre a lo largo de todo el tallo o sólo en la parte superior de la planta. Es muy sensible al fotoperiodo y se adapta a temperaturas moderadamente húmedas y frescas.

Importancia del cultivo de frijol en México

En México se distribuye la mayor diversidad del género *Phaseolus* (García *et al.*, 1977); de las 126 especies originarias del continente americano 70 se encuentran en México (Hawkes, 1991). Del género *Phaseolus*, cinco especies son domesticadas en América Latina: *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común), *Phaseolus coccineus* L. (frijol ayocote), *Phaseolus lunatus* L. (frijol lima), *Phaseolus acutifolius* G. (frijol tepari) y *Phaseolus polyanthus* (frijol gordo) (Kaplan y Linch, 1998). En México las especies de mayor importancia agrícola y alimenticia por superficie sembrada y producción son *P. vulgaris* y *P. coccineus* (Zavala *et al.*, 2000).

El cultivo del frijol forma parte importante de la dieta de los mexicanos, en el país se consumen 50 g de grano por persona por día en promedio (Lumen, 1990). El grano de frijol destaca por su contenido de proteínas (20 a 28 %), además de su contenido de fibras naturales y carbohidratos (Engleman, 1991). Estos factores, además de las múltiples formas de aprovechamiento y usos, así como su amplia adaptación, hacen que el cultivo de frijol sea uno de los de mayor importancia después del maíz (Acosta *et al.*, 2002).

En México, en el 2003, se sembraron 1,828,397.37 ha de las cuales 212,103.24 ha correspondieron al sureste de México. La producción nacional fue de 1, 414, 900 toneladas de las cuales el 44.65% provino de la región Centro Occidente del país; el Suroeste aportó 123,867.60 toneladas lo que representa el 8.7% de la producción nacional. El 82% de la producción nacional anual se obtiene en el ciclo primavera-verano y el 18% restante en el ciclo otoño-invierno (SIACON, 2005). La región Norte-Centro, a pesar de la sequía intermitente y los bajos rendimientos unitarios es exportadora de esta leguminosa a otras regiones del país (Acosta *et al.*, 2002).

Sistema de producción de frijol

Cultivos múltiples

Los sistemas agrícolas pueden ser extensivos como es el caso de cultivos simples o únicos e intensivos como es el caso de cultivos múltiples como la asociación, la imbricación, el intercalado, la sucesión o el relevo, que involucran dos o más especies (Turrent, 1979). Bajo esta perspectiva, se trata de minimizar la competencia y maximizar la complementación entre las especies, ya que existen muchas posibles combinaciones de cultivos y cada una puede tener diferentes efectos sobre el suelo (Flor y Francis, 1975).

Los cultivos múltiples involucran el desarrollo simultáneo de dos o más cultivos sobre el mismo terreno con suficiente proximidad espacial, para dar como resultado una competencia intraespecífica y complementaria (Altieri, 1983). Entre las ventajas de los policultivos o cultivos múltiples se encuentra el mejor uso equivalente de la tierra, menor uso de insumos, más fijación de nutrientes en el suelo, mayor producción de materia seca, menor pérdida de suelo, mayor protección contra ataque de plagas y rendimientos más estables a largo plazo (Peairs y Carballo, 1987).

Francis *et al.* (1976) mencionan que las características deseables de los cultivos que se han de considerar para los sistemas de cultivo intercalados, incluyen la sensibilidad fotoperiódica, la madurez, la precocidad y la uniformidad, la baja estatura y la resistencia al acame, la plasticidad poblacional, la resistencia a plagas y enfermedades, la respuesta eficiente a la fertilidad del suelo y el alto potencial de rendimiento.

Algunas razones por las que se utilizan los cultivos asociados (Bradfield, 1979; Moreno, 1975 y Altieri, 1983), son las siguientes:

1. Mayor disponibilidad de nitrógeno para los cereales cuando se asocia con una leguminosa y un mejor reciclaje de nutrientes.
2. Mejor aprovechamiento de la radiación solar en tiempo y espacio y seguridad contra heladas y sequías.
3. Uso más eficiente de la humedad del suelo y nutrientes.
4. Menor crecimiento de arvenses y menor erosión del suelo.
5. Efecto compensatorio de un cultivo cuando el otro está sometido a condiciones ambientales inadecuadas.
6. Menor daño de algunas plagas y enfermedades y menor diseminación de patógenos y enfermedades, debido a diferencias en la susceptibilidad de las plantas y por la abundancia y eficiencia de los enemigos naturales.
7. Más altos rendimientos por unidad de superficie y menor uso de insumos que en los monocultivos.
8. Mejor uso equivalente de la tierra, ya que hay más entrada de nutrientes, menor riesgo de pérdida de cosecha, adaptación del cultivo a las exigencias de luz y sombra y mayor producción de materia seca total.

Entre las desventajas de los cultivos múltiples se mencionan las siguientes (Lépiz, 1978).

1. Reducción del rendimiento por especie.
2. Incremento de la labor total, por dificultades en la aplicación de las labores manuales y la mecanización.

Cultivos asociados (“sistema milpa”)

Entre los sistemas de producción de mayor importancia en México destaca la “milpa”, en el que se asocian variantes de especies de frijol y calabaza con el maíz como eje del sistema (Lépiz, 1974).

La asociación maíz-frijol ha sido una forma de cultivar estas dos especies, debido a que son complemento a nivel de cultivo en condiciones de temporal. En México, en 1969 se sembraron aproximadamente 500 mil hectáreas en asociación, en 1977 bajó a 200 mil, y en 1996 aproximadamente sólo 50 mil (Núñez, 1996). Sin embargo, es posible que estas cantidades estén subestimadas debido a que estos sistemas son ampliamente utilizados en regiones de altura intermedia y tiene profundas raíces tradicionales sobre todo en regiones indígenas.

Lépiz en 1984 estimó que la asociación maíz-frijol de variedades nativas se practicaba en por lo menos 600 000 ha anuales en el centro y sur del país.

El cultivo en asociación se ha practicado principalmente en la zona templada húmeda; entre los estados más importantes se encuentran: Jalisco, Michoacán, Guanajuato, Puebla y México (Núñez, 1996); sin embargo, en la actualidad es importante en las zonas tropicales de la península de Yucatán, Guerrero, Tabasco, Veracruz, Oaxaca y Chiapas.

De acuerdo con la clasificación de hábitos de crecimiento de Singh (1982), los frijoles volubles agresivos son de hábito IVb, que son los que se asocian con maíz en el altiplano de México y que pertenecen a la raza Jalisco. Estos son muy diferentes a las otras dos razas (Durango y Mesoamérica) también de origen mesoamericano y aun más diferente a las de origen Andino. Los frijoles asociados con maíz en Jalisco y Michoacán son fundamentalmente del tipo Garbancillo Zarco, Flor de Mayo, Rosa de Castilla, Cejita, Morado de Agua y negros brillantes (Singh *et al.*, 1991). En el caso de los frijoles utilizados en la asociación en Puebla y estado de México predominan los de semiguía (hábito IIIb) de color negro, tipo negro 150 y Negro Puebla (Lépiz, 1978).

En México, la asociación de cultivos de maíz-frijol es un sistema variable, ya que en él se pueden observar diferentes prácticas culturales, como fechas y métodos de siembra,

densidades de población de una y otra especie, así como de variedades de frijol y maíz utilizados en la asociación (Lépiz, 1978). Además de otras variantes específicas.

En México se encuentra una amplia diversidad entre y dentro de especies del género *Phaseolus* empleados como parte del sistema, siendo la especie *Phaseolus vulgaris* L. la de mayor importancia económica, social y biológica, ya que se encuentra una amplia diversidad de formas de planta, así como de hábito de crecimiento, color y tamaño de la semilla que en general se adecuan a las necesidades regionales, y que han sido el resultado de un prolongado proceso de domesticación que aún continúa hasta nuestros días (Lépiz, 1984)

En la región oriental del estado de México, el sistema de producción “milpa” se practica en la actualidad, y se siembra una gran diversidad de poblaciones de crecimiento indeterminado con capacidad para trepar, adaptados a las condiciones de suelo y clima de la región y que son cultivados en asociación con maíz, principalmente. La diversidad morfológica y genética han sido estudiadas, encontrando un alto grado de variación y diversidad de formas de planta y semilla (Castillo *et al.*, 2006). Sin embargo, se desconoce el potencial productivo de variedades de frijol así como su habilidad competitiva de las poblaciones establecidas en esta región.

Con base en estos antecedentes se realizó esta investigación con la hipótesis y objetivos que se describen a continuación.

Hipótesis

Existe una amplia variación morfológica y agronómica de poblaciones nativas de frijol común, adaptadas al cultivo en asociación con maíz (sistema “milpa”), en el oriente del estado de México.

Objetivos

1. Evaluar la variación morfológica en un conjunto de 100 poblaciones nativas de frijol común, cultivadas en asociación con maíz (sistema “milpa”), en el oriente del estado de México.

2. evaluar el grado de variación en características de la planta de interés agronómico en un conjunto de 100 poblaciones nativas de frijol común, adaptadas al cultivo asociado con maíz, en el oriente del estado de México.

LITERATURA CITADA

- Acosta G., J. A., J. S. Muruaga M. y F. Cárdenas R. 1991. Utilización y disponibilidad de recursos de *Phaseolus* en México. *In*: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el Estudio de Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. Pp: 187-196.
- Acosta G., J. A., S. H. Guzmán, G. Esquivel E. y R. Rosales S. 2002. El mejoramiento del frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en México: avances y perspectivas. *In*: J. M. Martínez R, F. Rincón S., G. Martínez (eds). Memoria del Simposio “El Fitomejoramiento ante los avances científicos y Tecnológicos”. XIX Congreso Nacional de Fitogenética. UAAAN-SOMEFI. Buenavista, Saltillo, Coah. Pp: 20-27.
- Altieri, M. A. 1983. The question of small Farm Development; Who teaches who?. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 9: 101-405.
- Altieri, M. A. and L. Merrick. 1987. *In situ* conservation of crop genetic resources through maintenance of traditional farming systems. *Economic Botany*. 41: 86-96.
- Andrade A., J. A. y E. Hernández X. Comparación del germoplasma germinal de frijol *Phaseolus vulgaris* L. de Aguascalientes, México 1940-1984. *Agrociencia* 71: 257-273.
- Bradfield, R. 1979. Increasing food production in the tropics by multiple cropping. *In*: Research for the World Food Crisis: A symposium. Washington, D. C. American Association for the Advancement of science. Publication 92: 229-242.
- Brush, S. B. and H. Perales R. 2007. A maize landscape: Ethnicity and agro-biodiversity in Chiapas, México. *Agriculture, Ecosystems and Environment* 121: 211-221.
- Castillo M. M., P. Ramírez V., F. Castillo G., y S. Miranda C. 2006. Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol ayocote del oriente del estado de México. *Rev. Fitotecnia Mexicana* 29 (2): 111-119.
- Colunga G., P., E. Hernández X. y A. Castillo M. 1986. Variación morfológica, manejo agrícola y grado de domesticación de *Opuntia* en el Bajío Guanajuatense. *Agrociencia* 65: 7-44.
- Davis, J. H. C. 1981. Orientación del mejoramiento de frijoles volubles. *In*: VIII Curso Intensivo de Adiestramiento. Post-grado en Investigación para la Producción de Frijol. CIAT, Cali, Colombia.
- Debouck D. y R. Hidalgo. 1985. Morfología de la planta de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). *En*: M López; F. Fernández y A. Schoonhoven. Frijol: Investigación y Producción. CIAT. Cali. Colombia. p. 7-60.
- Engleman, M. E. 1991. Contribuciones al Conocimiento del Frijol (*Phaseolus*) en México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. 140 p.

- Flor C. A. y A. Francis 1975. Propuesta de estudio de algunos componentes de una metodología para estudiar los cultivos asociados en el trópico Latinoamericano. Programa cooperativo Centroamericano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios. San Salvador, El Salvador. Memoria XXI. Reunión Anual. Pp. 54-61.
- Francis, C. A., C. A. Flor and S. R. Temple. 1976. Adapting varieties for intercropped systems in the tropics. In: Multiple Cropping. R. I. Papendick, Chairman, P. A. Sanchez, and G. B. Triplett (eds). American society of Agronomy, Special Publication 27, Madison, Wisconsin. 378 P.
- García, E. H., C. B. Peña Valdivia, R. R. Aguirre J. y S. Muruaga J. 1977. Morphological and Agronomic Traits of a Wild Population and Improved Cultivar of Common Bean (*Phaseolus vulgaris*). *Annals of Botany* 79: 207-213.
- Gepts, P. and D. G. Debouck. 1991. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). In: A. Schoonhoven, and O. Voyset (eds.). Common Beans: Research for Crop Improvement C. A. B. International, and Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp: 7-53.
- Graham, P. H. and P. Ranalli. 1997. Common beans (*Phaseolus vulgaris*). *Field Crops Research* 53: 131-146.
- Hawkes, J. G. 1991. Centros de diversidad genética vegetal en Latinoamérica. *Diversity* 7 (1y2): 7-9.
- Hernández X., E. y M. A. Zárate A. 1991. Agricultura tradicional y conservación de recursos genéticos *in situ*. En: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera, M. (eds). Avances en el estudio de los recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. Chapingo, Méx. pp. 7-28.
- Ibarra-Pérez, F., B. Ehdaié and G. Waines. 1997. Estimation of out crossing rate in common bean. *Crop Sci.* 37:60-65.
- Jain, S. K. 2000. Human aspects of plant diversity. *Economic Botany* 54 (4): 459-470.
- Kaplan, L. and T. Lynch F. 1998. *Phaseolus* (Fabaceae) in archeology AMS radiocarbon dates and their significance for pre-colombian agriculture. *Economic Botany* 53 (3): 261-272.
- Lépiz I., R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol (Folleto técnico Núm. 48). Secretaria de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Chapingo, México, 46 p.
- Lépiz I. R. 1978. La asociación maíz-frijol y el aprovechamiento de la luz solar. Tesis de Doctorado. Colegio de Postgraduados, centro de Genética. Chapingo, México. 251 p.
- Lépiz I. R. 1984. Avances de investigación en sistemas de producción que involucran frijol en México. *Germen* 2(2): 1-46.
- Lumen, B. O. 1990. Molecular approaches to improving the nutritional and functional properties of plant seeds as food sources: Developments and comments. *J. Agric. Food Chem.* 38: 1179-1188.
- Miranda C., S. 1967. Origen de *Phaseolus vulgaris* L. (frijol común). *Agrociencia* 1:99-109.
- Miranda C., S. 1990. Infiltración genética de *Phaseolus vulgaris* en *P. Coccineus*. Colegio de Postgraduados. 58 p.
- Moreno R., A. 1975. Diseminación de *Ascochyta phaseolorum* en variedades de frijol de costa, bajo sistemas de cultivo. *Turrialba* 25:361-364.
- Núñez G. S. 1996. Taller de mejoramiento de frijol para el siglo XXI. Bases para una estrategia para América Latina, Cali, Colombia. 550 p.

- Palomino H., G. 1991. La importancia del enfoque interdisciplinario en el conocimiento de los recursos vegetales de México. *In*: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. Pp: 63-82.
- Peairs, F. B. and Carballo. 1987. Effect of cropping system and insecticide protection on insects associated with cassava (*Manihot sculenta* Crantz). And maize (*Zea mays* L). Turrialba 37 (2): 147-154.
- Rzedowsky, J. 1988. Vegetación de México. 4ª. Edición. Ed. Limusa. México, D. F. 432 p.
- Schoonhoven, A. and M. A. Pastor-Corrales. 1987. Standard system for the evaluation of bean germoplasm. CIAT, Cali Colombia. 53 p.
- Simpson, M. J. and L. A. Withers. 1986. Characterization of plant genetic resources using isozymes electrophoresis: a guide to the literature. International Board for plant Genetic Resources, Rome. 102 Pp.
- SIACON. 2005. Sistema de Información Agropecuaria de Consulta. SAGARPA. México, D. F. <http://www.sagarpa.gob.mx>
- Singh, S. P. 1982. A key for identification of different growth habits of *Phaseolus vulgaris* L. Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 25:92-95.
- Singh, S. P. 1989. Patterns of variation in cultivated common bean (*Phaseolus vulgaris*, Fabaceae). Econ. Bot. 43(1): 39-57.
- Singh, S. P., P. Geps, and D. Debouck G. 1991. Races of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L. Fabaceae). Econ. Bot. 45:379-396.
- Solórzano V. R. y E. Engleman M. 1988. Clasificación de hábitos de crecimiento en *Phaseolus vulgaris*. Agrociencia 71: 33-42.
- Turrent F. 1979. El sistema agrícola, un marco de referencia necesario para la planeación de la investigación agrícola en México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México.
- Vavilov, N. I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Translated from the Russian by K. Starr Chester. The Ronald Press Co. New York. 94 p. 13:1-366.
- Voysest, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Centro Internacional de agricultura Tropical., Cali, Colombia. 87 pp.
- Zavala O. J. A., P. Vargas V. y J. Muruaga M. 2000. Comparación del desarrollo de tres variedades de frijol común (*Phaseolus vulgaris*) y una de frijol ayocote (*P. coccineus*). Agricultura Técnica en México 26 (2): 173- 181.

DIVERSIDAD MORFOLÓGICA EN POBLACIONES NATIVAS DE *P. vulgaris* DEL ORIENTE DEL ESTADO DE MÉXICO CULTIVADAS EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ

INTRODUCCIÓN

La diversidad agrícola está constituida por múltiples formas vegetales que coexisten en una región determinada, satisfaciendo necesidades locales y ajustándose a los sistemas de producción, donde han sido desarrolladas (Jain, 2000). Siendo el resultado de complejas interacciones ecológicas y culturales que han dado lugar a las actuales poblaciones nativas de diferentes especies cultivadas (Voyses *et al.*, 1994).

Entre las especies vegetales de importancia económica originarias de México, se encuentran las pertenecientes al género *Phaseolus*, de las que se encuentra una amplia diversidad (García *et al.*, 1997); no obstante, se desconoce el potencial agronómico de la mayoría de las especies silvestres y de muchas formas intra específicas del género (Acosta *et al.*, 1991), así como de múltiples formas cultivadas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.).

La diversidad de *Phaseolus* se manifiesta en una amplia gama de especies silvestres y domesticadas, así como de numerosos cultivares nativos y criollos (Singh *et al.*, 1991). Estas poblaciones son el resultado de la selección empírica aplicada por el hombre para modificar la morfología, la fisiología y la composición bioquímica de las formas silvestres, así como una variedad de hábitos de crecimiento, tamaños, formas y colores de semillas, además de múltiples niveles de adaptación a factores bióticos, abióticos y sistemas de producción (Gleissman, 2002).

La conservación de la diversidad genética tiene importancia ecológica, agrícola y económica, ya que la variación genética en una región está asociada con sistemas de producción tradicionales, en los que se maximiza el aprovechamiento de los recursos naturales, por la interacción de diferentes especies cultivadas en tiempo y espacio en forma integrada, y que se sustentan en el uso de poblaciones nativas (Hernández y Zarate, 1991).

Entre los sistemas tradicionales de producción destaca la “milpa” por la diversidad de ambientes y regiones en que se practica y las múltiples modalidades desarrolladas, por la combinación de variantes poblacionales de frijol y calabaza, además de otras especies de interés agrícola y alimenticio, en el que el maíz es el eje del sistema (Lépiz, 1974).

La asociación maíz-frijol con poblaciones nativas se practicaba en 1984 en unas 600,000 ha anuales, en el centro y sur del país (Lépiz, 1984). Actualmente, la importancia relativa de este sistema de producción, es menor debido a la sustitución de sistemas de producción y de variedades cultivadas y a factores sociales asociados con la migración y el abandono de tierras agrícolas. Sin embargo, se encuentran variantes del sistema en diferentes regiones ecológicas, donde se asocia a etnias con amplio conocimiento tradicional del sistema (Bellon y Berthaud, 2006).

Los estudios de diversidad del frijol en México en su mayoría han sido enfocados a la clasificación de especies (Delgado *et al.*, 2004); sin embargo, en años recientes se ha ampliado hacia el conocimiento de la diversidad morfológica y genética dentro de *P. vulgaris*. Avendaño *et al* (2004), estudiaron el polimorfismo isoenzimático en poblaciones de frijol negro, de diferentes regiones del país. Castillo *et al* (2006), estudiaron la diversidad morfológica de frijol común y ayocote (*Phaseolus coccineus* L.) en la región oriental del estado de México.

En dicha región, así como en otras, se percibe una disminución de la superficie cultivada en forma asociada. Castillo *et al.* (2006) en la exploración de poblaciones de frijol común y frijol ayocote en el municipio de Ayapango, estado de México, encontraron que sólo siete de 106 hogares visitados cultivaban frijol. No obstante, en la actualidad, se encuentran unidades de producción cultivadas con la asociación maíz-frijol, que constituyen las principales formas de producción de ambas especies.

Con la finalidad de generar estrategias para optimizar la conservación *in situ* es necesario estudiar la diversidad morfológica inter e intra específica de diferentes especies cultivadas de *Phaseolus*. Castillo *et al.*, (2006) evaluó la amplitud de la variación morfológica de las especies de *P. vulgaris* y *P. coccineus* en el oriente del estado de México y norte del estado de Morelos.

En esta investigación para ampliar el conocimiento en características morfológicas relacionadas con el rendimiento y de interés agronomico en poblaciones nativas de frijol común en el oriente del estado de México, se evaluaron 100 poblaciones nativas de frijol común cultivadas en asociación con maíz en el sistema “milpa”.

REVISIÓN DE LITERATURA

A nivel mundial, México es el cuarto país con mayor diversidad biológica, en el que se encuentran todos los tipos de diversidad vegetal descritos, así como una alta frecuencia de especies endémicas (Toledo, 1988; Palomino, 1991). La amplia diversidad de especies tiene su origen, entre otros factores, en la amplia variación y combinación de condiciones fisiográficas, geológicas y climáticas (Rzedowsky, 1988); asimismo, la variación genética de una especie depende del número de eventos que la favorecen, como la recombinación entre especies filogenéticamente relacionadas, las tasas de mutación, la presencia de alelos polimórficos y la selección, tanto la natural como la inducida por el hombre (McClintock *et al.*, 1981; Mapes, 1991).

Por la diversidad vegetal existente, México es considerado como parte del centro de origen y diversidad vegetal denominado Mesoamericano (Vavilov, 1951); entre las especies originarias de esta área destacan algunas de importancia económica mundial como *Zea mays* L., *Phaseolus vulgaris* L., *Capsicum annum* L., *Agave sisalana* L. y *Cucurbita* spp. (Zohary, 1970; Voysest, 1983).

En particular, el género *Phaseolus* comprende más de 30 especies (Debouck, 1999; Singh, 2001), de las que sólo cinco son cultivadas *P. vulgaris*., *P. lunatus* L., *P. acutifolius* Grey, *P. coccineus* L. y *P. polyanthus* (Gepts y Debouck, 1991).

En el género *Phaseolus* existen diferentes acervos genéticos, principalmente tomando en cuenta su compatibilidad de cruzamiento. El acervo primario, de cruza e intercambio de genes sin ninguna barrera genética, está constituido por *P. vulgaris* cultivado y *P. vulgaris* silvestre; el acervo genético secundario incluye a *P. vulgaris*, *P. coccineus*, *P. costaricensis* y *P. polyanthus*; y el acervo terciario está constituido por *P. acutifolius* y *P. parvifolius*, entre otras especies (Gepts y Debouck, 1991).

La diversidad genética del frijol común está separada en dos grandes acervos genéticos: el Mesoamericano y el Andino (Singh, 2001), que integran numerosas especies silvestres y cultivadas que han sido agrupadas y clasificadas en seis razas. Tres de las cuales se originaron en Mesoamérica (Durango, Jalisco y Mesoamérica) y otras tres en los Andes (Chile, Nueva Granada y Perú) (Singh *et al.*, 1991).

Las características morfológicas han sido de gran importancia para el estudio de la diversidad en *Phaseolus vulgaris* L; algunos ejemplos de estos estudios fueron los realizados por Arrieta (1994) quien estudió los parámetros genéticos de caracteres de frijol común y su uso en la selección para el rendimiento de grano, y mostró que 90 % de la variación total observada en el rendimiento era explicado por los componentes primarios del rendimiento como el número de vainas, el número de semillas por vaina y el peso de 100 semillas; en tanto que, Avendaño (2002) encontró que el grado de variación fenotípica estaba relacionada con los componentes de rendimiento, como forma y tamaño de la vaina y semilla; y que el agrupamiento de las poblaciones estuvo determinado principalmente por el tamaño de la semilla, el hábito de crecimiento y la precocidad; otros estudios similares han sido los realizados por Vidal (2006), quién caracterizó la diversidad morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol común del trópico húmedo, encontrando amplios rangos de variación en caracteres morfológicos.

MATERIALES Y METODOS

Material genético

Estuvo constituido con 95 poblaciones nativas de frijol común (Cuadro 2) colectadas principalmente en los mercados regionales de Ozumba y Chalco, en el estado de México, en el periodo de 2002 a 2005; además de 5 poblaciones de la región de Etna, Oaxaca.

Localización del sitio experimental

Las evaluaciones se realizaron en el Colegio de Postgraduados Campus Montecillo, (19° 30' LN, 98° 53' LO y 2250 m de altitud), y en Ayapango, (19° 07' 35'' LN y 98° 48' 10'' LO y altitud de 2440 m), ambos en el estado de México.

Cuadro 2. Procedencia, identificación y nombre regional de 100 poblaciones nativas de frijol común (*Phaseolus vulgaris*.L.)

Procedencia	Identificación de las poblaciones	Tipo color ó nombre regional
Amecameca, Méx	3D, 4D y 5D	Rojo, coconita y revuelto.
Atlautla, Méx.	10A, 11B, 2B, 12B, 6B, 14B, 14D, 17D, 6D y 13D	Apetito, cocona, amarillo, revuelto, negro bola, garrapato o moro (2), amarillo grande, franciscano y frijol crema.
Chalco, Méx.	3C, 16E, 1C, 11E, 15E, 1E, 12E, 13E, 17E, 18E, 2E, 7E, 3E, 4E, 14E, 8E, 9E, 5E, 6E, 10E y 19E	Amarillo (2), garrapato o moro (3), negro (5), frijol crema (2), torito, flor de mayo (2), vaquita (2), rojo, cacahuete bola (2) y apetito.
Ixtapaluca, Méx.	19A y 20A	Mantequilla, alubia chiquita criolla.
Juchitepec, Méx.	6A, 18D, 16B, 7A, 18B, 8A, 9A, 15B, 23B, 19B, 17B, 24B y 1B	Coconita (3), garrapato (2), rosita, cenitle, frijol crema (2), flor de mayo, revuelto, negro y amarillo.
Nepantla, Méx.	5B y 15D	Cocona y rojo.
Ozumba, Méx.	5A, 1D, 7D, 16D, 19D, 9D y 10D	Ensaladilla o revuelto (2), amarillo chico (3), amarillo grande y garrapato.
Tepetlixpa, Méx.	2A, 12A, 8B, 2D, 12D, 9B, 10B, 33B, 13B, 8D, y 11D	Rosita, rojito, coconita (3), amarillo (2), revuelto, apetito bola, torito y franciscano.
Cocotitlán, Méx.	21A, 11A y 7B	Garbancillo criollo, amarillo grande y negro enredador.
Tlalmanalco, Méx.	16A, 17A y 2C	Moro, amarillo y ojo de liebre.
Atlalahuacán, Mor.	3A, 4A, 30B, 21B y 22B	Negro, revuelto, flor de mayo, apetito y negro bola
Jumiltepec, Mor.	1A	Vaquita.
Ocuituco, Mor.	26B y 27B	Bola palacio y amarillo.
Tetela del Volcán, Mor.	3B	Ensaladilla.
Tlaltetelco, Mor.	18A	Apetito o yacapaxtle.
Yecapixtla, Mor.	25B, 31B, 29B, 32B, 20B, 4B y 28B	Amarillo (2), flor de mayo (2), coloradito y bola palacio (2).
Etla, Oax.	5F, 2F, 3F, 4F y 1F	Ensaladilla, rojito, crema (2) y negro.
Nealtican, Pue.	13A, 14A y 15A	Mantequilla, parraleño bajo acerado y parraleño chico.

Conducción de experimentos

Las poblaciones de frijol común se establecieron asociadas con el tercer ciclo de selección masal visual estratificada de un compuesto de maíz tipo Ancho. Las siembras se realizaron el 8 y 17 de mayo de 2006 en Ayapango y Montecillo, respectivamente, depositando en el fondo del surco tres semillas de maíz y frijol cada 0.80 m, entre plantas y surcos. Después de la germinación se ajustó la población a una planta de frijol por dos de maíz en Montecillo, a los 60 días; en Ayapango, 65 días después de la siembra se dejó una planta de frijol por cada mata de maíz debido a que éste mostró baja emergencia por el endurecimiento de la superficie del suelo después de una fuerte precipitación. La fertilización se realizó con la dosis $80\text{N}_2\text{-}40\text{P}_2\text{O}_5\text{-}00\text{K}_2\text{O}_5$, aplicando la mitad del nitrógeno y el total de fósforo al momento de la siembra, y el resto de nitrógeno, antes del primer cultivo. La conchuela (*Epilachna varivestis*) se controló con Karate x1[®] (ingrediente activo lambda-cialotrina, 8 %) en dosis de 250 mLha^{-1} , 80 días después de la siembra. La maleza se controló de manera manual. La cosecha se realizó en diciembre del 2006 y enero del 2007, después de ocurrida la primera helada el 22 de noviembre de 2006.

Diseño y unidades experimentales

En el campo, las poblaciones de frijol se distribuyeron con base en diseños de látice triple 10x10. Las unidades experimentales consistieron en 2 surcos de 5 m de longitud. La densidad de población de frijol correspondió a $15,625 \text{ plantas ha}^{-1}$ y de maíz, a $31,250 \text{ plantas ha}^{-1}$.

Características evaluadas

Los días a floración (DF) se registraron cuando 50% de las plantas presentaron una o más flores. El número de vainas (NVP), peso de semilla (PSP) (g) y materia seca (PMSP) (g) de cada planta se registraron en cinco plantas de cada parcela. El número de semillas por vaina (NSV), lo mismo que la longitud (LV) (cm) y la anchura de la vaina (AV) (cm), se midieron en tres frutos del estrato medio, de cinco plantas por parcela. La longitud (LS) (cm), la anchura (AS) (cm) y el grosor (GS) (cm) de la semilla se registraron en tres repeticiones de 10 semillas cada una, y el peso de cien semillas (P100S) se determinó en tres muestras por parcela. La incidencia de conchuela (*Epilachna varivestis*), roya (*Uromyces phaseoli*), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) y tizón común (*Xanthomonas axonopodis* pv.

phaseoli), se evaluaron en campo con la escala visual (CIAT, 1991), en tres etapas cada 15 días, a partir de los 85 días después de la siembra en ambas localidades.

Análisis estadístico

Debido a la pérdida de seis tratamientos en Ayapango, los análisis estadísticos se ajustaron a 94 poblaciones en ambas localidades, con base en un modelo de bloques completos al azar con tres repeticiones.

Se realizó un análisis de componentes principales con base en la matriz de correlaciones de los promedios de las características cuantitativas y se graficó la distribución de las poblaciones con base en los dos primeros componentes principales. Las relaciones de similitud entre las 94 variedades nativas de frijol común, se establecieron con base en un análisis de conglomerados con datos estandarizados a la distribución normal (0, 1), en el que las distancias euclidianas se emplearon como coeficientes de disimilitud, la agrupación jerárquica se obtuvo con el método de ligamiento promedio (UPMGA). Los análisis se realizaron con los paquetes estadísticos SAS v. 8.1 (SAS, 2000) y NTSYS® (Rohlf, 1993).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Frecuencia por tipo de frijol

La frecuencia de las poblaciones por hábito de crecimiento fue diversa, encontrando poblaciones de tipo de mata y de crecimiento indeterminado (Figura 1). La mayor proporción de germoplasma correspondió a tipos indeterminados, principalmente enredadores con capacidad para trepar; la proporción encontrada es un reflejo, de alguna manera, de la frecuencia de este tipo de hábitos en el área, en la que se utilizan diferentes tipos de crecimiento y precocidades para cubrir diferentes épocas en la larga estación de crecimiento disponible en esta región, que va de abril a noviembre en ausencia de heladas. Los tipos indeterminados asociados con maíz presentan ventajas respecto a los tipos de mata, en la competencia con malezas, además las altas humedades relativas dificultan el desarrollo y cultivo de los tipos determinados, dificultando las labores de cultivo, encareciendo el costo de producción y demeritando la calidad comercial del grano de frijol.

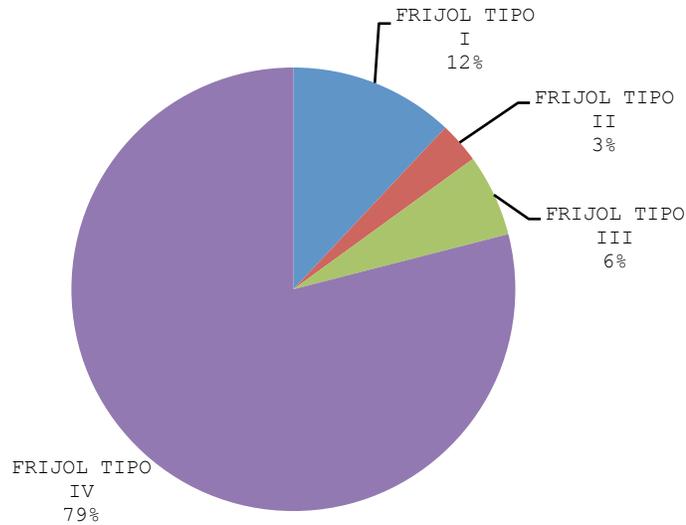


Figura 1. Frecuencia de hábitos de crecimiento entre poblaciones nativas de frijol común de la región oriental del estado de México, evaluadas en el ciclo primavera-verano de 2006.

La diversidad observada en hábitos de crecimiento está asociada con niveles de precocidad, formas y tamaño de grano, proporcionando al agricultor una poderosa herramienta para el manejo de sus recursos genéticos y ambientales para satisfacer las necesidades de consumo.

Se encontró amplia diversidad en forma, tamaño, color y variegado de la semilla; además, en las poblaciones evaluadas los nombres regionales están asociados con las características de la semilla. Los tipos de semilla más frecuentes fueron amarillo pequeño (11 %), revuelto ó ensaladilla (10 %), coconita (9 %) y moro ó garrapato (9 %), que en conjunto representan 39 % de las poblaciones evaluadas (Figura 2). La preponderancia de estos tipos podría explicarse debido a su valor comercial, culinario y cultural regional (Miranda, 1991), como fue el caso particular de las variedades amarillas, de las que se encuentran diferencias en tamaño, color y forma de la semilla. Las mezclas de tipos y colores de semilla, denominadas ensaladillas (10 %), en las que se integran diferentes variedades, muestran ser ventajosas para los agricultores, porque les brindan un margen de seguridad ante los riesgos climáticos, ya que “si no se da una se da otra” (Castillo *et al.*, 2006), debido a que los diferentes tipos de semilla están asociados con diferentes hábitos de crecimiento y precocidades, proporcionando al cultivo una ventaja adaptativa ante plagas y enfermedades, y factores abióticos adversos.

Otra característica que presentó amplia variación son los días a floración con un intervalo de 54 a 120 días, esta amplitud representa un factor importante en el uso de la diversidad ya que se puede aprovechar toda la estación de crecimiento con el uso de poblaciones precoces como tardías, también se encuentra que DF se correlaciona con la LV ($r^2=0.64^{**}$), NVP ($r^2=0.57^{**}$), NSV ($r^2=0.24^*$), PSP ($r^2=0.48^{**}$), PMSP ($r^2=0.88^{**}$), LS ($r^2=0.20^*$) y GS ($r^2=-0.39^{**}$); (ver Cuadro 5A).

La amplia diversidad encontrada en la región puede tener su origen en la selección practicada por los productores sobre la variación dada por cruzamientos aleatorios entre variedades de diferente precocidad y características morfológicas; estos eventos son promovidos por la variación ecológica de múltiples microrregiones, así como por la movilización e intercambio de semilla en los mercados regionales.

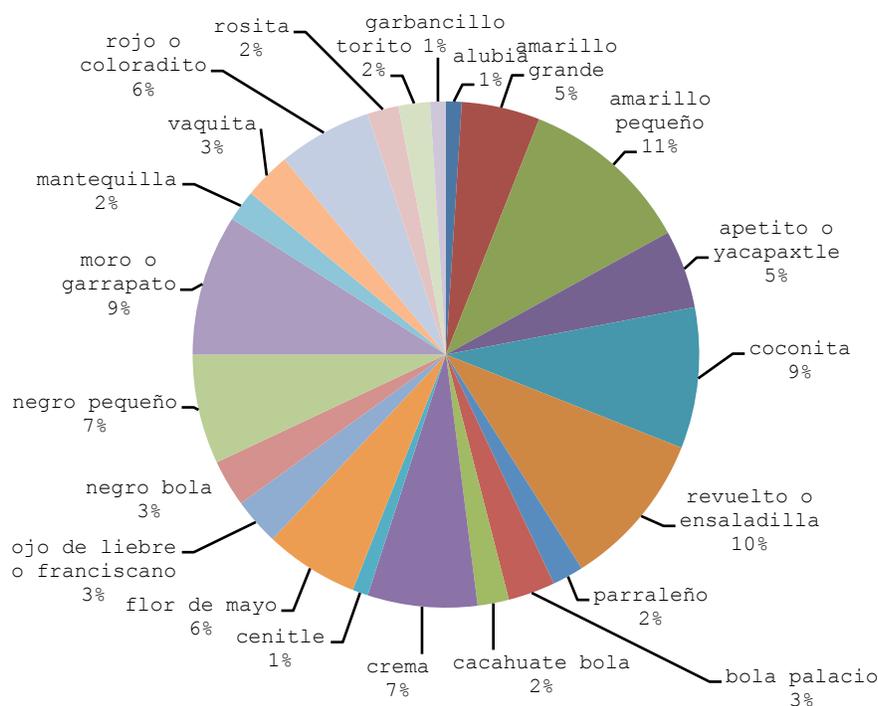


Figura 2. Frecuencia en color y nombre regional de 94 poblaciones nativas de frijol común evaluadas en el ciclo primavera-verano de 2006.

La mayor variación, en características cuantitativas agronómicas, se observó en el peso de la materia seca por planta, peso de la semilla por planta, número de semillas por vaina, días a la floración y peso de 100 semillas, con coeficientes de variación de 41.79 a 18.37 % (Cuadro 3).

Los intervalos de variación en el ancho, largo y grosor de la semilla, y en días a la floración son similares a los encontrados por Castillo *et al.* (2006); sin embargo, el intervalo en la longitud de la vaina fue menor al encontrado por Miranda (1967) y Castillo *et al.* (2006).

Cuadro 3. Intervalos de variación, media, desviación estándar (D.E) y coeficiente de variación (CV) de 94 poblaciones nativas de frijol común. Montecillo y Ayapango estado de México, 2006.

Característica	Intervalo	Media	D.E.	CV
Longitud de Vaina (cm)	7.42 – 13.12	10.40	1.15	7.76
Ancho de Vaina (cm)	0.7 – 1.50	1.02	0.12	9.05
Número de Vainas por Planta	6 – 61.65	28.36	9.62	41.26
Número de Semillas por Vaina	2.82 – 7.02	4.61	0.82	16.73
Peso de Semilla por Planta, (g)	10.07 – 96.27	42.58	16.92	41.55
Peso de Materia Seca por Planta (g)	7.13 – 112.80	65.99	27.58	31.98
Ancho de Semilla (cm)	0.58 – 1.09	0.83	0.07	2.89
Largo de Semilla (cm)	0.91 – 1.49	1.28	0.10	3.43
Grosor de semilla (cm)	0.39 – 0.73	0.54	0.07	4.17
Peso de 100 semillas (g)	16.90 – 61.42	39.35	7.23	4.49
Días a 50% de floración	54.33 – 120.17	98.39	21.46	10.52
Conchuela	3.65 – 8.16	6.60	0.83	23.13
Antracnosis	2.71 – 5.75	4.71	0.54	20.11
Tizón común	4.91 – 9.27	7.68	0.89	19.15
Roya	3.36 – 8.63	6.58	0.76	16.58

Características agronómicas

La duración del ciclo biológico es importante para determinar la variación, así como por su asociación con los daños ocasionados por plagas y enfermedades; en este estudio las variedades de ciclo corto presentaron menor daño por estos factores debido a que cuando éstas se presentaron, tales poblaciones ya estaban en madurez fisiológica.

Las poblaciones nativas procedentes de Etna, Oaxaca, fueron tardías, con floración a los 94 días; semilla pequeña (32.25 g/100 semillas), con vainas largas (9.08 a 10.50 cm) y el mayor número de semillas por vaina (5.60 a 7.02); estas poblaciones mostraron buena adaptación a las condiciones de los Valles Altos.

Agrupamiento de la diversidad.

El análisis de componentes principales (CP) se realizó con 15 características cuantitativas de planta, vaina y grano. Los dos primeros componentes explicaron 60 % de la varianza total, y ocho características fueron las de mayor importancia. En el CP1 las características de mayor importancia en la explicación de la variación fueron largo de la vaina, número de vainas por planta, incidencia de la conchuela, peso de materia seca por planta, peso de semilla por planta y días al 50% de la floración; en el CP2 el ancho de la vaina, el ancho de la semilla y el peso de cien semillas fueron las de mayor importancia en la determinación de la variación observada (Cuadro 4).

Cuadro 4. Proporción de la varianza total, vectores y valores propios de los dos primeros componentes principales, en 94 variedades nativas de *P. vulgaris* en la región oriente del estado de México, 2006.

Característica	CP1	CP2
Largo de la vaina (cm)	0.344602	0.120276
Ancho de la vaina(cm)	-0.09839	0.429225
Número de vainas por planta	0.307222	0.174075
Número de semillas por vaina	0.247377	-0.157686
Peso de semillas por planta (g)	0.286593	0.206328
Peso de materia seca por planta (g)	0.335829	0.194797
Ancho de la semilla (cm)	-0.112724	0.480197
Largo de la semilla (cm)	0.104004	0.314055
Grosor de la semilla (cm)	-0.204799	0.297288
Peso de 100 semillas (g)	-0.130658	0.47979
Días a 50% de floración	0.334945	0.096581
Incidencia de la conchuela	0.326355	-0.010477
Incidencia de la antracnosis	0.275514	-0.032213
Incidencia del tizón común	0.281396	0.026568
Incidencia de la roya	0.254452	-0.081469
Valor propio	5.588308	3.431882
Varianza explicada (%)	37.26	22.88
Varianza acumulada (%)	37.26	60.13

La dispersión de las poblaciones con base en los dos primeros componentes principales y el dendograma derivado del análisis de conglomerados (Figura 3) permitieron distinguir cinco grupos. Los grupos 1, 3 y 4 estuvieron claramente separados y fueron definidos principalmente por precocidad, y tamaño de vaina y semilla.

El grupo 1 se integró con 69 poblaciones distribuidas en tres cuadrantes y mostró la mayor heterogeneidad, también fueron los más tardíos, con hábitos de crecimiento III y IV.

Las poblaciones 9D y 17D, amarillos grandes, se ubican en la parte superior de los cuadrantes I y II, y presentan el mayor tamaño de semilla (61.42 y 58.64 g/100 semillas, respectivamente), contrastando con la población 20B (Coloradito) que pertenece al mismo grupo, ubicada en la parte inferior del cuadrante IV, que tiene semilla pequeña (28.04 g/100 semillas) y vainas cortas (8.30 cm); dentro de este grupo se encuentran poblaciones nativas con vainas largas como la 5B (Coconita) de (13.12 cm) y otras que contrastaron en tamaño de semilla y vaina; sin embargo, las poblaciones fueron tardías, con floraciones de 100 a 113 días. El tamaño de la semilla no guardó relación directa con la precocidad, ya que fue posible encontrar poblaciones tardías con diferente tamaño de semilla (amarillo grande vs amarillo mediano; amarillo grande vs coloradito).

El grupo dos se ubicó en los cuadrantes II y III, e integró 21 poblaciones, que fueron las más precoces (54.33 a 81.83 días a floración), y tuvieron peso de 100 semillas de 28 a 45 g.

La población 13A (Coloradito) y 15E (Moro o garrapato) fueron las más alejadas dentro de este grupo, debido a que fueron las más precoces (54.33 y 59 días a floración).

La distribución de las poblaciones con base en los dos componentes principales, mostró una dispersión continua, que se distribuyó a lo largo y ancho de la figura, debido a la variación en precocidad y tamaño de la semilla, principalmente.

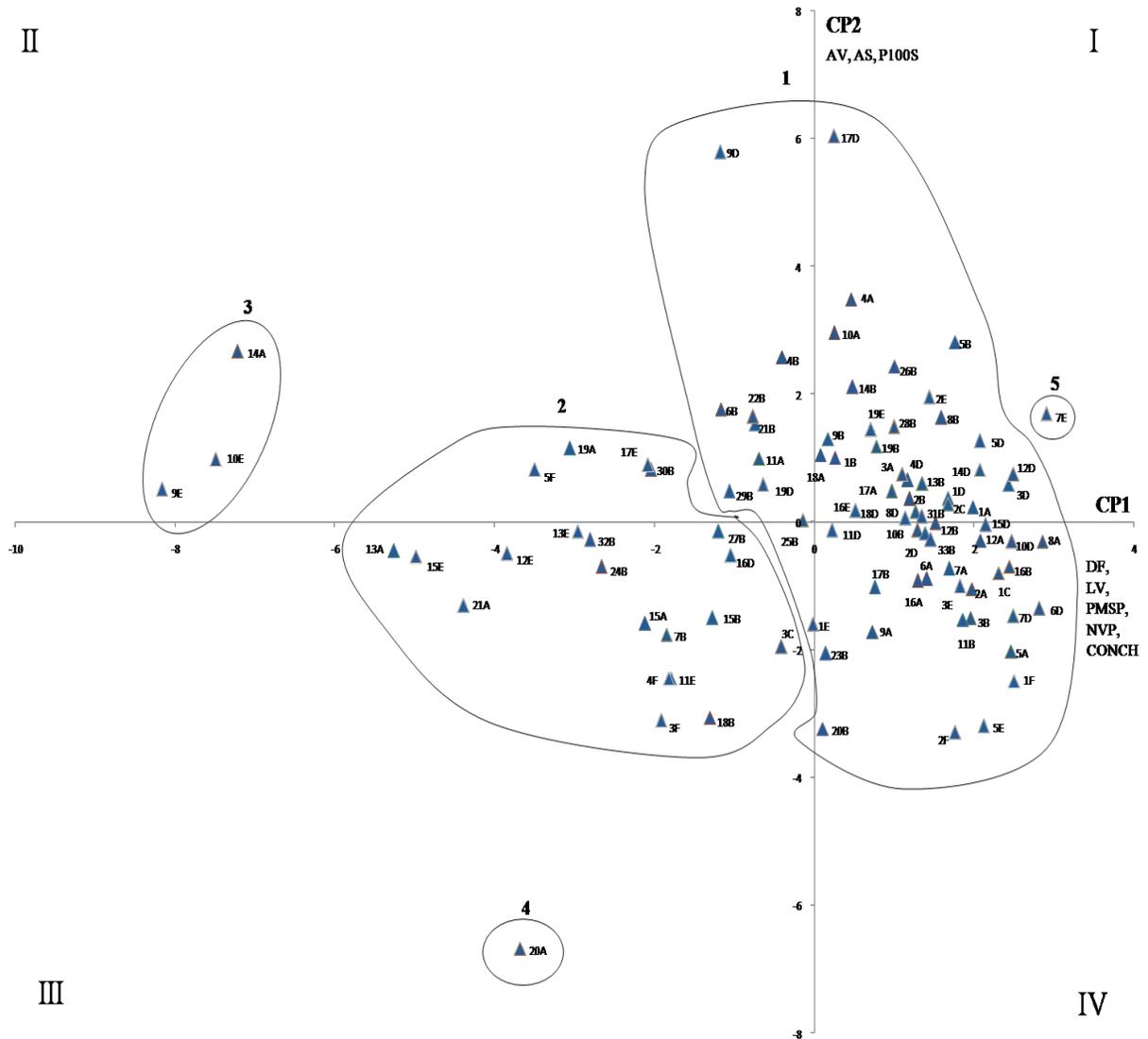


Figura 3. Dispersión de 94 poblaciones nativas de frijol común con base en los dos primeros componentes principales y 15 variables morfológicas cuantitativas. *AV*=Ancho de vaina; *AS*=Ancho de semilla, *P100S*=Peso de cien semillas; *LV*=Largo de vaina; *NVP*=Número de vainas por planta; *PMSP*=Peso de materia seca por planta; *DF*=Días a 50% de floración; *CONCH*=Incidencia de la conchuela.

El grupo tres se localizó en el sector negativo del primer componente principal y se integró con tres variedades de guía corta 14A (Parraleño bajo acerado), 10E (Cacahuete bola) y 9E (Vaquita), que fueron precoces (55 a 66.33 días a floración), con pocas vainas por planta (6 a 9.80), semilla grande (48.43 a 57.78 g/100 semillas) y menor incidencia de conchuela.

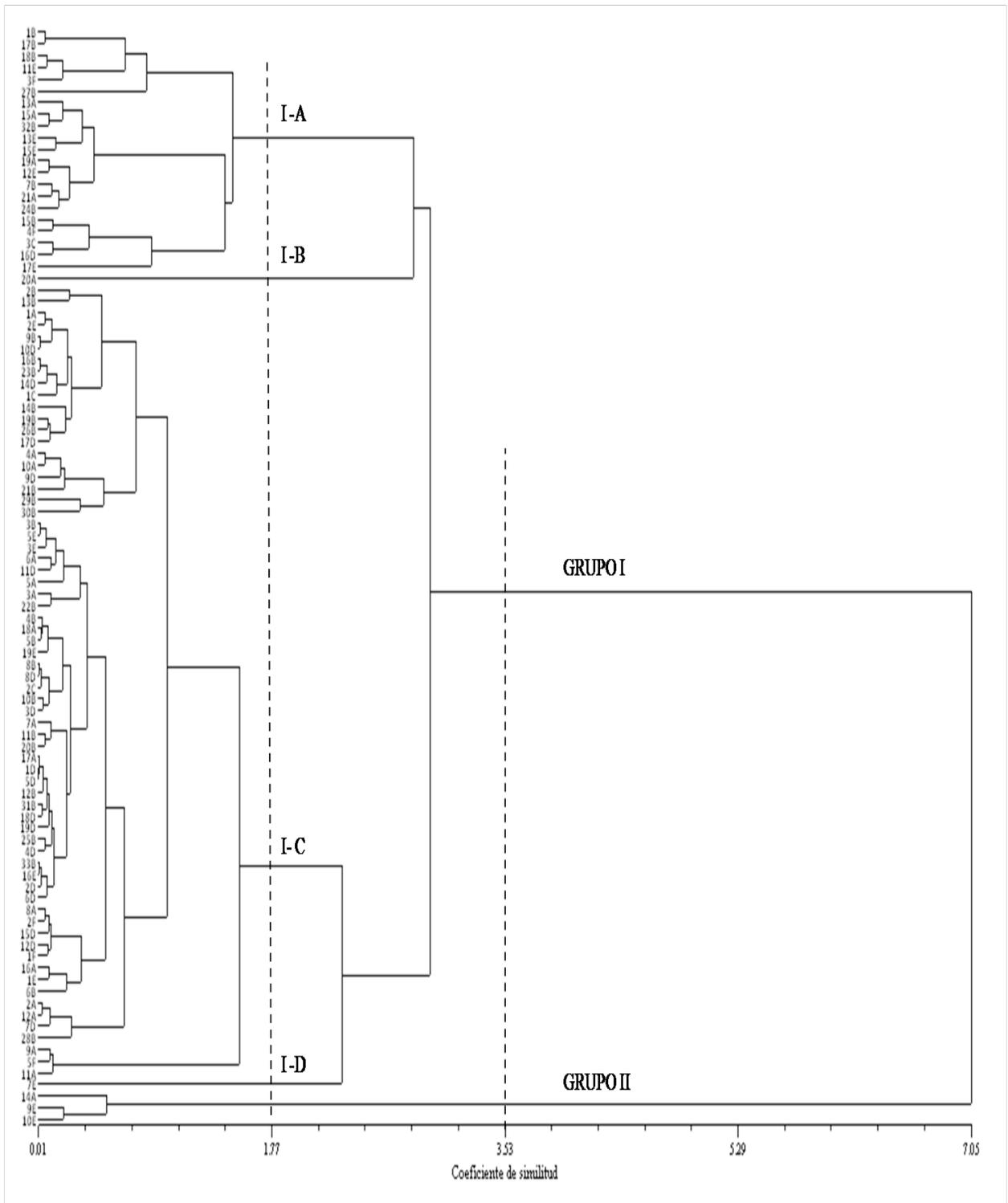


Figura 4. Dendrograma de 94 poblaciones nativas de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) con base en 15 variables morfológicas cuantitativas. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.

El grupo cuatro se integró únicamente con la población 20A (alubia chiquita criolla), que presentó tamaño de semilla pequeño (16.90 g/100 semillas), hábito de crecimiento determinado y fue precoz (66.17 días a floración). La población 7E (Mantequilla) integró el grupo 5, sobresaliendo en el cuadrante I, con mayor cantidad de vainas por planta (61.65), vainas largas (11.27 cm), semillas grandes (42.04 g/100 semillas), hábito de crecimiento enredador y tardía (113.33 días a floración).

El agrupamiento con base en los componentes principales concuerda con el análisis de conglomerados (Figura 4), el que a la distancia euclidiana de 3.53 unidades separa dos grandes grupos. En la parte superior en el grupo I, se agrupan las poblaciones de hábitos de crecimiento III y IV, con mayor daño de enfermedades. En el grupo II (parte inferior del diagrama) se ubican las variedades nativas con hábito de crecimiento tipo I, de semilla redonda, pocas vainas por planta y menor daño de enfermedades.

A una distancia de 1.37 unidades se identificaron 4 subgrupos en el grupo I, que mostró la mayor diversidad morfológica de las poblaciones evaluadas y, por lo tanto, la mayor diferenciación entre grupos.

CONCLUSIONES

Las variedades de frijol común del oriente del estado de México tienen amplia diversidad genética en precocidad (65.84 días de diferencia), en tamaño (16.90 a 61.42 g/100 semillas), colores y variegado de semilla; además, tres de las cinco poblaciones de Oaxaca (1F, 2F Y 4F) mostraron buena adaptación, por las características sobresalientes de planta, semilla y vaina.

La evaluación de las poblaciones tiene un alto valor biológico y agronómico, ya que permite el conocimiento de la diversidad genética, así como incrementar la eficiencia en la conservación, utilización y mejoramiento de poblaciones de frijol, y en un futuro cercano la obtención de variedades más productivas y con mayor adaptación, apropiadas para sistemas asociados tradicionales de cultivo.

La diversidad de frijol en el área podría estar influenciada, entre otros factores, por el intercambio de semilla en mercados regionales, la utilización de las poblaciones en los sistemas de asociación maíz-frijol, la diversidad ecológica regional y las preferencias

regionales, entre otros factores. Las formas de aprovechamiento, como la milpa, han permitido que la variación genética de frijol se conserve y sea una fuente dinámica de variabilidad, conservando y manteniendo la riqueza genética de la especie.

LITERATURA CITADA

- Arrieta M., M. P. 1994. Parámetros genéticos de caracteres de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y su uso en la selección para el rendimiento de grano. Tesis de maestría. Colegio de Postgraduados. Montecillo, Texcoco, Edo de México. 83 p.
- Acosta G. J., J. S. Muruaga M. y F. Cárdenas R. 1991. Utilización y disponibilidad de recursos de *Phaseolus* en México. *In*: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el Estudio de Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. pp. 187-196.
- Avendaño A., C. H., P. Ramírez V, M. González, G. Rincón y S. Cruz. I. 2002. Diversidad de poblaciones nativas de frijol tipo negro: I. Características Morfológicas y Fisiológicas. Memoria del XIX Congreso Nacional de Fitogenética. Saltillo, Coahuila, México. 146 p.
- Avendaño A., C. H., P. Ramírez. V., F. Castillo. G., J. L. Chávez. S., y G. Rincón E. 2004. Diversidad isoenzimática en poblaciones nativas de frijol negro. Rev. Fitotecnia Mexicana. Chapingo, México. Vol. 27. 31-40.
- Bellon, R. M. and J. Berthaud. (2006). Traditional Mexican agricultural systems and the potential impacts of transgenic varieties on maize diversity. *Agriculture and Human Values* 23: 3-14.
- Castillo M., M. P. Ramírez V., F. Castillo G. y S. Miranda C. 2006. Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol ayocote del oriente del estado de México. Rev. Fitotecnia Mexicana. 29 (2): 111-119.
- CIAT. 1991. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Art Van Schoonven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.) Cali, Colombia. 56 p.
- Debouck, D. G. 1999. Diversity in *Phaseolus* species in relation to the common bean. *In*: S. P. Singh (ed.) Common Bean Improvement in the twenty-first Century. Kluwer, Dordrecht, the Netherlands. pp 25-52
- Delgado S., A. R. Bibler., Lavin M. 2004. Molecular phenology of the genus *Phaseolus* L. (Fabaceae). *Ann. Rep. Bean Improv. Coop.* 47:31-32.
- García E. H., C. B. Peña-Valdivia, J. R. Aguirre R. and J. S. Muruaga M. 1977. Morphological and Agronomic Traits of a Wild Population and an Improved Cultivar of common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *Annals of Botany* 79: 207-213.
- Gepts, P., and D. G. Debouck. 1991. Origin, domestication, and evolution of the common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). *In*: A. Schoonhoven, and O. Voysest (eds.). Common Beans: Research for Crop Improvement. C. A. B. International, and Centro Internacional de Agricultura Tropical. Cali, Colombia. pp: 7-53.
- Gleissman, S. R. 2002. Agroecología: Procesos Ecológicos en agricultura Sostenible. LITOCAT, Turrialba, Costa Rica. 359 p.
- Hernández X. E. y M. A. Zárate A. 1991. Agricultura tradicional y conservación de recursos genéticos *in situ*. *En*: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera, M. (eds). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. 7-28 p.
- Jain, S. K. 2000. Human aspects of plant diversity. *Economic Botany* 54 (4): 459-470.
- Lépez I., R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. (Folleto técnico Núm. 48). Secretaria de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Chapingo, México 46 p.

- Lépiz I., R. 1984. Avances de investigación en sistemas de producción que involucran frijol en México. *Germen*. 2(2): 1-46.
- Mapes, S. C. 1991. La importancia de las comunidades campesinas tradicionales de los recursos fitogenéticos. *En*: R. Ortega P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera, M. (eds). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética, A. C. pp. 449.
- McClintock, B., T. A. Kato y A. Blumennschein. 1981. Constitución Cromosómica de las Razas de Maíz. Colegio de Postgraduados, Chapingo, México. 517 p.
- Miranda C. S. 1967. Infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. Colegio de Postgraduados. México. 48 p.
- Miranda C. S. 1991. Evolución de *P. vulgaris* y *P. coccineus* *In*: E. M. Engleman (ed). Contribuciones al conocimiento del frijol (*Phaseolus*) en México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp. 83-99.
- Palomino H., G. 1991. La importancia del enfoque interdisciplinario en el conocimiento de los recursos vegetales de México. *In*: Ortega R. P., G. Palomino H., F. Castillo G., V. A. González H. y M. Livera M. (eds.). Avances en el Estudio de los Recursos Fitogenéticos de México. Sociedad Mexicana de Fitogenética. Chapingo, México. Pp: 63-82.
- Rohlf, J. F. 1993. NTSYS-pc: Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System (ver. 2.2). Exeter Publisher Ptd. Setauket. New York. USA.
- Rzedowsky, J. 1988. Vegetación de México. 4ª Edición. Ed. Limusa. México, D. F. 432 p.
- SAS, Institute Inc. 2000. SAS software release 8.1. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- Singh, P. S. 2001. Broadening the genetic base of common bean cultivars: a review. *Crop Sci.* 41:1659-1675.
- Singh, S. P., R. Nodari and P. Gepts. 1991. Genetic diversity in cultivated common bean: II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Sci.* 31:19-29.
- Toledo M., V. 1988. La diversidad biológica de México. *Ciencia y Desarrollo* 81:17-30.
- Vavilov, N. I. 1951. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. Translated from the Russian by K. Starr Chester. The Ronald Press Co. New York. 94 p. 13:1-366.
- Vidal B. A. 2005. Caracterización de la diversidad morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol común del trópico húmedo. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, H. Cárdenas, Tabasco. 102 p.
- Voysesst, O. 1983. Variedades de frijol en América Latina y su origen. Centro Internacional de agricultura Tropical., Cali, Colombia. 87 pp.
- Voysesst, O., M. C. Valencia y M. C. Amezcuita. 1994. Genetic diversity among Latin American Andean and Mesoamerican common bean cultivars. *Crop Science.* 34(4):1100-1110.
- Zohary, D. 1970. Center of diversity and center of origin. *In*: O. H. Frankel and E. Bennet (eds.). *Genetics Resources in Plants. Their exploration and conservation.* Blackwell Scientific Publ. Oxford and Edinburgh. pp. 33-41.

DIVERSIDAD EN CARACTERÍSTICAS DE INTERÉS AGRONÓMICO EN POBLACIONES NATIVAS DE *P. vulgaris* CULTIVADAS EN ASOCIACIÓN CON MAÍZ

INTRODUCCIÓN

De las 52 especies descritas del género *Phaseolus*, alrededor de 40 son originarias de México (Sousa y Delgado, 1998). El frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) es una de las especies cultivadas del género y junto con el maíz (*Zea mays* L.) han constituido elementos importantes, tanto de los sistemas de producción agrícola como de la alimentación de las poblaciones humanas nativas de América.

Las características biológicas y el amplio grado de adaptación de la especie han dado lugar a múltiples formas, tanto silvestres como cultivadas. El hábito de crecimiento de las diferentes formas está asociado a características morfológicas de la planta (Singh *et al.*, 1991), en tanto que la habilidad de la especie para crecer y reproducirse en múltiples condiciones ambientales ha contribuido a ampliar el intervalo de variación morfológica y fisiológica (Miranda, 1991). Adicionalmente, el hombre ha contribuido a incrementar la variación existente mediante la selección de tipos específicos de planta y semilla, para adecuarlos a los requerimientos de sus hábitats, sistemas de producción y necesidades particulares de alimentación, así como con la movilización de variedades.

Las características morfológicas y fisiológicas de la planta que tienen importancia agrícola directa son considerados caracteres agronómicos, ya que están relacionados con la adaptación y productividad de las plantas y sus poblaciones en los agroecosistemas. Entre las características agronómicas relevantes se encuentran las siguientes: morfológicas, como hábito de crecimiento y acumulación de biomasa; fenológicas, como días a la floración y a la madurez, y periodos de llenado de grano; fisiológicas, como índice de cosecha y tasa de crecimiento de la semilla; características asociadas con las respuestas a factores bióticos y abióticos; y componentes de rendimiento, como la longitud y anchura de vaina, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, tamaño de la semilla, peso de la semilla y materia seca por planta; además color y forma de grano.

Algunos estudios relevantes en relación con la importancia de las características agronómicas en frijol común como los de Castillo *et al.* (2006) mostraron que las poblaciones de frijol común tuvieron mayor variación en forma y color de la semilla, forma y tamaño de la vaina, precocidad a la floración y número de semillas por vaina que las de frijol ayocote; además, que la diversidad de frijol común en el sur-oriente del estado de México y norte de Morelos es amplia y se mantiene por el manejo de los productores mas el intercambio de semillas en los mercados regionales; en tanto que Acquaah *et al.*, (1991) señalan que algunas características morfológicas y los componentes de rendimiento, como tamaño de semilla, hábito de crecimiento, número de vainas en la parte basal, número de semillas por vaina y altura de la planta, pueden ser útiles para describir un ideotipo de planta de frijol de tipo arbustivo. La fenología es una característica importante en la determinación de la adaptación de un genotipo a una región en base al ajuste en la estación de crecimiento específicas, y es modificada por la interacción del fotoperiodo y la temperatura, de tal manera que las variedades altamente sensibles modifican su floración (Wallace *et al.*,1984); además, en los cultivares de hábito IV el mayor rendimiento promedio está asociado con la mayor duración del periodo de floración, en tanto que en los de hábito III esta tendencia es menor (Fernández *et al.*, 2007). En relación con el índice de cosecha, los cultivares de frijol, de hábito indeterminado presentan mayores valores que los de crecimiento determinado, ya que al tener un ciclo biológico más amplio interceptan mayor cantidad de radiación y, por lo tanto, la producción de fotoasimilados se incrementa y estos al ser exportados a los órganos de interés económico incrementan el índice (Davis y García, 1983).

En los cultivos asociados la productividad específica depende de las relaciones de complementación y competencia entre las especies componentes del agrosistema. Los efectos de la competencia pueden ser minimizados mediante la fertilización y las densidades de población, así como con la elección adecuada de las especies involucradas en la asociación (Sarandón y Chamorro, 2003).

Cuando el frijol se asocia con otras especies, la reducción en el rendimiento es función de la habilidad competitiva del cultivar (Davis y García, 1983); las poblaciones de hábito indeterminado trepadoras están mejor adaptadas a las siembras asociadas, el frijol de crecimiento determinado (tipo I) es menos “competidor” que los de crecimiento

indeterminado (tipo II, III y IV) cuando está asociado con otras especies, y por la competencia la reducción de rendimiento es mayor en este tipo de poblaciones (Escalante y Kohashi, 1993). En estas condiciones, la producción de biomasa y el rendimiento de semilla son afectados por la competencia. El rendimiento de semilla y el índice de cosecha de frijol se reducen significativamente cuando éste es asociado con maíz, debido principalmente a la competencia por agua, luz solar, espacio y nutrientes (Stern, 1993; Santalla *et al.*, 1999). El maíz puede ejercer sobre el frijol de tipo arbustivo una fuerte competencia, que puede reducir hasta 67% la biomasa total y 40% la acumulación de materia seca en la vaina (Tsubo y Walker, 2004).

La reducción en el número de vaina es de 53 % en poblaciones de hábito determinado y de 44 % en tipos de hábito indeterminados por efecto de la competencia (Ann y Francis, 1985). Aunque también, se ha observado que las reducciones en la producción de materia seca y rendimiento de semilla, en cultivares de frijol de crecimiento indeterminado pueden ser no relevantes cuando se encuentran asociados con maíz (Tsubo *et al.*, 2003)

Las enfermedades constituyen uno de los problemas más importantes asociados con bajos rendimientos en muchos de los países de Latinoamérica y África.

Las poblaciones de frijol con hábitos de crecimiento indeterminado producen mayor rendimiento de semilla que las poblaciones de tipo determinado; el mayor rendimiento se atribuye a periodos reproductivos más largos y mayor número de días a la madurez fisiológica (Beaver y Nelly, 1994). Un ciclo de cultivo más largo es también conducente a una mayor acumulación de biomasa, lo que combinada con un alto índice de cosecha propiciará mayor rendimiento, que es función de sus componentes, como: número de vainas normales, número de semillas normales por vaina y peso de la semilla (Adams, 1967; Tanaka y Fujita, 1979).

En México, un alto porcentaje de la producción de frijol descansa en la utilización de poblaciones nativas, de donde surge su importancia económica y social. No obstante, la especie *Phaseolus* ha sufrido un proceso continuo de erosión genética, entre otros aspectos, por la sustitución de cultivos y de sistemas de producción, así como por el desplazamiento de las variedades regionales por variedades mejoradas de mayor demanda comercial. Este fenómeno ha sido más severo en las poblaciones de hábito indeterminado debido a la

tendencia para sustituir los cultivos asociados por monocultivos, así como la escases de mano de obra, la mecanización y el uso de herbicidas selectivos, en regiones de alta productividad con recursos naturales abundantes y estaciones de crecimiento largas que favorecen altos rendimientos.

La utilización del germoplasma nativo de frijol en los programas de mejoramiento, tanto con fines de conservación como de aprovechamiento, ha sido limitada por el escaso conocimiento de las similitudes y diferencias entre las poblaciones, de los umbrales de adaptación a diferentes factores bióticos y abióticos; del grado de divergencia genética entre las poblaciones nativas de frijol común, así como de la variación morfológica y genética de las poblaciones nativas.

El objetivo de esta investigación fue evaluar el grado de variación en características de la planta de interés agronómico en un conjunto de 100 poblaciones nativas de frijol común, adaptadas al cultivo asociado con maíz, en el sur este del estado de México.

MATERIALES Y METODOS

Material genético

Se evaluaron 95 poblaciones nativas de frijol común colectadas en los mercados regionales de Ozumba y Chalco, en el estado de México, en el periodo 2002 a 2005; las comunidades de origen correspondieron a municipios del sureste del estado de México y algunos colindantes del estado de Morelos; además se incluyeron 5 poblaciones de la región de Etna, Oaxaca. Las poblaciones nativas se seleccionaron con base en su hábito de crecimiento y adaptación al cultivo de la milpa.

Localización del sitio experimental

Las evaluaciones se realizaron en dos localidades del estado de México: en el Campus Montecillo del Colegio de Postgraduados, en Montecillo, Texcoco ($19^{\circ} 30' \text{ LN}$; $98^{\circ} 53' \text{ LO}$; 2250 m de altitud), con clima templado semiseco, temperatura media anual de 15.9°C y precipitación media anual de 686 mm; y en el Municipio de Ayapango ($19^{\circ} 07' 35'' \text{ LN}$ y $98^{\circ} 48' 10'' \text{ LO}$ y altitud de 2440 m), con clima predominantemente templado subhúmedo,

precipitación media anual entre 700 y 800 mm y temperatura media anual entre 12 y 18 °C) (INEGI, 2001).

Conducción de experimentos

Las poblaciones de frijol común se cultivaron asociadas con el 3er ciclo de selección masal visual estratificada de un compuesto de maíz de la raza Ancho ancho. Las siembras se realizaron el 8 y 17 de mayo de 2006 en Ayapango y Montecillo, respectivamente; se depositaron en el fondo del surco tres semillas de maíz y tres de frijol cada 0.80 m entre plantas y surcos. La población final se ajustó a una planta de frijol y dos de maíz por mata en Montecillo a los 60 días; en Ayapango, a los 65 días después de la siembra se dejó una planta de frijol por cada mata de una o dos plantas de maíz, densidad que por una lluvia pesada después de la siembra en este experimento ocurrieron fallas en la emergencia por el endurecimiento de la superficie del suelo. La fertilización fue con la dosis 80N₂-40P₂O₅-00K₂O₅, aplicando la mitad del nitrógeno y el total de fósforo al momento de la siembra, y el resto de nitrógeno antes del primer cultivo. La conchuela (*Epilachna varivestis*) se controló con Karate x1[®] (ingrediente activo lambda-cialotrina, 8 %) en dosis de 250 mL ha⁻¹, 80 días después de la siembra. La maleza se controló mecánicamente y de forma manual. La cosecha se realizó en diciembre del 2006 y enero del 2007. La primera helada ocurrió el 22 de noviembre de 2006.

Diseño y unidades experimentales

Las poblaciones evaluadas se distribuyeron con base en diseños de látice triple 10 x 10. Las unidades experimentales consistieron en 2 surcos de 5 m de longitud y 0.80 m de separación. La densidad de población de frijol, correspondió a 15,625 plantas ha⁻¹ y de maíz, a 31,250 plantas ha⁻¹.

Características evaluadas

Los días al inicio de la floración se registraron cuando 50% de las plantas presentaron una o más flores. El número de vainas (NVP), peso de semilla (PSP) (g) y materia seca (PMSP) (g) se registraron en cinco plantas de cada parcela. El número de semillas por vaina (NSV), y la longitud (LV) (mm) y la anchura (AV) (mm) de la vaina se midieron en tres frutos del estrato

medio, en cinco plantas por parcela. La longitud (LS) (mm), la anchura (AS) (mm) y el grosor (GS) (mm) de la semilla se registraron en tres repeticiones de 10 semillas cada una, y el peso de cien semillas (P100S) se determinó en tres muestras por parcela.

En cinco plantas individuales con competencia completa en tres repeticiones se evaluaron los componentes de rendimiento: peso de semilla por planta (PSP), número de vainas por planta (NVP); número de semillas por vaina (NSV) y peso de 100 semillas (P100S). Con base en estos datos se calcularon el índice de cosecha (IC) = rendimiento económico/rendimiento biológico y la tasa de llenado de grano (TLLG= PSP/PLLG). La incidencia de conchuela (*Epilachna varivestis*) (CONCH), roya (*Uromyces phaseoli*) (ROYA), antracnosis (*Colletotrichum lindemuthianum*) (ANTRAC) y tizón común (*Xanthomonas axonopodis* pv. *phaseoli*) (XAP), se evaluaron en campo con base en una escala visual (CIAT, 1991), cada 15 días en tres ocasiones, a partir de los 85 días después de la siembra en ambas localidades.

Análisis estadístico

Por la pérdida de algunos tratamientos se consideraron únicamente 94 poblaciones en el análisis. En cada una de las características evaluadas se realizó un análisis de varianza simple por localidad, con base en un modelo de bloques completos al azar con tres repeticiones; también se hizo un análisis combinado con dos localidades y tres repeticiones por localidad. Se aplicaron pruebas de normalidad con el promedio de las características en ambas localidades. La comparación de medias se hizo con base en Tukey al nivel de significancia de $p \leq 0.05$. Los análisis se realizaron con el paquete estadístico SAS v. 8.1 (SAS, 2000).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Las características bajo estudio se analizaron con base en un modelo combinado con dos localidades, Ayapango y Montecillo, en el estado de México. Los análisis de varianza correspondientes se presentan en el Cuadro 6A. Los resultados por localidades, poblaciones nativas y la interacción poblaciones por localidad, por tipo de características se describen a continuación.

Para el ordenamiento de las poblaciones de frijol en los cuadros que se mencionan a continuación se tomó a la variable peso de semilla por planta (PSP) como el indicador de mayor a menor, para ordenar las demás variables.

Localidades

Características morfológicas

Las características morfológicas que se evaluaron fueron los hábitos de crecimiento, y acumulación de biomasa (PMSP).

Hábito de crecimiento

Los hábitos de crecimiento se comportaron de igual manera en ambas localidades, sin respuestas diferenciales a las condiciones climáticas de cada localidad.

Acumulación de biomasa

La acumulación de biomasa (PMSP) presentó diferencias altamente significativas entre localidades, de tal manera que en Ayapango las poblaciones nativas produjeron 41.04 g más materia seca en promedio que en las poblaciones de Montecillo (ver cuadros 2A y 3A). La respuesta observada se debió posiblemente a dos factores. Uno relacionado con la adaptación del germoplasma dado el origen de las poblaciones, ya que la mayoría de ellas fueron colectadas en regiones de altura y condiciones de cultivo similares; otro factor pudo ser el relacionado con las condiciones de menor temperatura y mayor precipitación de Ayapango, que influyen en la duración del ciclo biológico y promoviendo el mayor crecimiento y vigor de tallo y ramas.

Características fenológicas

La comparación de promedios entre localidades (Cuadro 5) encontradas en este estudio para: Los días a la floración (DF) y de llenado de grano (PLLG) presentaron diferencias significativas entre ambas localidades, aunque los días a la madurez fisiológica no mostró estas diferencias. Las diferencias en temperatura y precipitación pudieron ser las responsables de las diferencias fenológicas observadas, ya que el clima es más frío y la precipitación mayor

en Ayapango. Estos resultados concuerdan con los observados por Avendaño (2001); y contrastan con Ron *et al.*, (1999) quienes no observaron diferencias estadísticas en días a la floración, en variedades silvestres y nativas de los Andes, evaluadas en Europa. Las no diferencias en días a la madurez fisiológica se debió a que esta característica estuvo condicionada en la mayoría de las poblaciones por la presencia de la primera helada, que ocurrió el día 22 de noviembre de 2006 y afectó similarmente a las poblaciones nativas provocando su desecación y muerte. Las diferencias en el periodo de llenado de grano fueron las mayores en las características fenológicas, posiblemente debido al efecto acumulado promedio del menor número de días a la floración y mayor número de días a la madurez fisiológica.

Cuadro 5. Promedio de días a floración, madurez fisiológica y de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México 2006.

Localidad	Característica		
	Días a floración	Días madurez fisiológica	Periodo de llenado de grano
Montecillo	100.61	154.02	53.41
Ayapango	96.18	160.62	64.44
Diferencia	4.43	6.60	11.02
%	4.40*	4.11 ^{NS}	17.11*

** =Altamente significativo con un $\alpha = 0.01$, * =Significativo con un $\alpha = 0.05$, NS = No significativo.

Características fisiológicas

En general la respuesta a la incidencia de plagas y enfermedades roya (ROYA), conchuela (CONCH), xanthomonas (XAP) y antracnosis (ANTRAC) no fue significativa en ambas localidades, debido a que no se presentaron las condiciones ambientales de humedad y temperaturas para el desarrollo adecuado de estos patógenos; aunque también es posible la presencia de respuestas genéticas diferenciales de las poblaciones a los patógenos, aunque para poder determinar con más claridad este aspecto debe ser estudiado con mayor cuidado inoculando en varias localidades, para poder establecer con claridad la presencia de factores genéticos de resistencia en las poblaciones.

El índice de cosecha y la tasa de llenado de grano no presentaron diferencias estadísticas significativas entre localidades.

Cuadro 6. Promedio de índices de cosecha y tasa de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.

Localidad	Características	
	Índice de cosecha	Tasa de llenado de grano
Montecillo	0.405	0.620
Ayapango	0.404	0.827
Diferencia	0.001	0.21
%	0.25 ^{NS}	25.39 ^{NS}

** =Altamente significativo con un $\alpha = 0.01$, * =Significativo con un $\alpha = 0.05$, NS = No significativo.

La fenología y la acumulación materia seca de las poblaciones fueron afectadas por la localidad de crecimiento, en tanto que los índices de cosecha y de llenado de grano no resultaron afectados, debido probablemente a que ambos aspectos aumentaron proporcionalmente.

Componentes de rendimiento

Las características de vaina (longitud, anchura y número por planta), de semilla (peso por planta, anchura y grosor) y peso de 100 semillas, mostraron diferencias significativas por efecto de la localidad (Cuadro 7). Todas las características de la vaina y de la semilla mostraron una expresión mayor en Ayapango que en Montecillo. Los componentes de rendimiento que fueron más afectados fueron peso de la semilla por planta (41.6 %), número de vainas por planta (46.7 %), anchura de la vaina (8.2 %) y peso de 100 semillas (P100S). Estos resultados muestran la importancia de la localidad en la determinación del rendimiento por su efecto mayor en las características asociadas con el número y tamaño de la semilla.

Cuadro 7. Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.

Localidad	Característica								
	LV(cm)	AV(cm)	NVP	NSV	PSP(g)	AS(cm)	LS(cm)	GS(cm)	P100S(g)
Montecillo	10.3	0.98	19.71	4.57	31.38	8.10	12.72	5.57	40.23
Ayapango	10.5	1.07	37.02	4.66	53.79	8.47	12.74	5.35	37.66
Diferencia	0.20	0.09	17.32	0.09	22.40	0.37	0.02	0.23	2.58
%	1.90 ^{NS}	8.26 ^{**}	46.77 ^{**}	1.85 ^{NS}	41.65 ^{**}	4.40 ^{**}	0.14 ^{NS}	4.26 ^{**}	6.84 [*]

** =Altamente significativo con un $\alpha = 0.01$, * =Significativo con un $\alpha = 0.05$, NS = No significativo, LV=Ancho de vaina (cm), AV=Ancho de vaina (cm), NVP= Número de vainas por planta, NSV=Número de semillas por planta, PSP=peso de semilla por planta (g), PMSP=Peso de materia seca por planta (g), AS=Ancho de semilla (cm), LS=Largo de semilla (cm), GS=Grosor de semilla (cm), P100S=Peso de cien semillas(g).

Poblaciones a través de localidades

Características morfológicas

Hábitos de crecimiento

Los hábitos de crecimiento se comportaron de manera similar en ambas localidades. El análisis combinado de localidades mostró tipos de mata determinados (I) e indeterminados (II y III), así como trepadores (IV) que fue la categoría predominante (79 %) (Figura 5). La proporción encontrada refleja que el cultivo del frijol en el oriente del estado de México se practica de manera asociada (preponderantemente); no obstante se utilizan diferentes tipos de crecimiento y precocidades para cubrir diferentes épocas en la larga estación de crecimiento disponible en esta región, que va de abril a noviembre, en ausencia de heladas. Los tipos indeterminados asociados con maíz presentan ventajas respecto a los tipos de mata, por su mayor habilidad para competir con las malezas, y aspectos prácticos de cultivo; ya que las altas humedades relativas prevalecientes en los estratos inferiores del dosel dificultan el desarrollo y cultivo de los tipos determinados, dificultando las labores de cultivo, encareciendo los costos de producción, además de afectar la calidad comercial del grano de frijol.

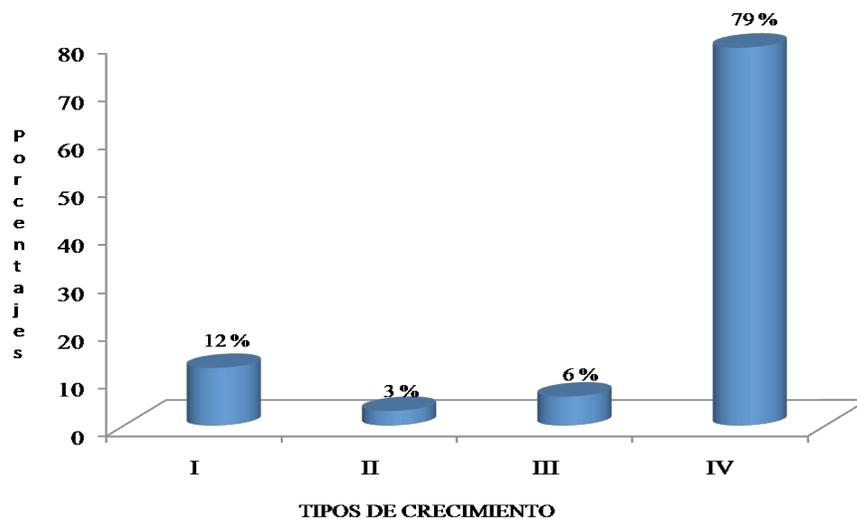


Figura 5. Frecuencia de hábitos de crecimiento en poblaciones nativas de la región oriental del estado de México, Montecillo y Ayapango, estado de México, 2006.

La diversidad en hábitos de crecimiento está asociada con niveles de precocidad, y formas y tamaño de grano; elementos que proporcionan al agricultor una poderosa herramienta en el manejo de sus recursos genéticos y ambientales, en la integración de sus sistemas de producción.

Acumulación de biomasa

La acumulación de biomasa en las poblaciones tuvo un intervalo de variación muy amplio, concordante con la variación en hábitos de crecimiento. Las poblaciones más tardías (28B, 12A, 17D, 2A, 2E) ver (Cuadro 1A) acumularon mayor cantidad de materia seca (112.8, 112.3, 108.4, 106.3, 99.73 g, respectivamente); y las que presentaron menor cantidad de materia seca (14.83, 12.5, 9.97, 8.7, 7 y 13 g) fueron las poblaciones más precoces (13A, 14A, 20A, 10E y 9E, respectivamente).

Características fenológicas

La floración se presentó entre 54.33 y 120.17 días (Cuadro 8); Castillo *et al.*, (2006) observaron poblaciones más precoces aunque fue similar en los más tardíos.

Las poblaciones con mayor precocidad fueron 13A, 14A, 7B, 10E, 19A, 12E, 15E, 17E y 13E cuya floración se presentó en el intervalo de 54.33 a 59.83 días; las variedades de ciclo intermedio presentaron la floración en el intervalo de 60.50 a 99.67, como 13E, 21A, 15A, 16D, 23B, 18B, 2B, 17B, 14D, 1E entre otras; y las poblaciones más tardías fueron 9D, 14B, 10D, 7D, 20B, 2F, 17D, 1F, 1D, 10B y 3A, entre otras, cuya floración se presentó entre 100.33 y 120.17 días (Cuadro 8). Los días a la floración tuvieron una correlación positiva y significativa con largo de vaina, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de semillas por planta y peso de paja (Ver Cuadro 5A). Los resultados concuerdan con Tar'an *et al.* (2002), que encontraron correlaciones altas entre días a la floración y número de vainas y los encontrados por Vidal (2005) quien reporta correlaciones positivas del tiempo a la floración con peso de biomasa, número de vainas por planta, peso de la semilla por planta y número de semillas por vaina.

Cuadro 8. Promedio de días a floración, madurez fisiológica y de llenado de grano en 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.

Población	Característica		
	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Periodo de llenado de grano
3A	120.17	185.33	65.17
10B	119.83	188.17	68.33
12D	119.50	172.83	53.33
1D	119.50	183.83	64.33
11A	118.67	190.50	71.83
.			
.			
.			
19A	58.50	118.33	59.83
10E	58.00	109.83	51.83
7B	55.17	102.92	47.75
14A	55.00	103.67	48.67
13A	54.33	100.08	45.75
DMS	25.8	48.8	37.9
CV	10.5	12.4	25.6

DMS=Diferencia mínima significativa; CV=Coeficiente de variación

Características fisiológicas

La baja incidencia de enfermedades pudo ser debida a que las condiciones de humedad y temperatura no fueron adecuadas para el desarrollo de los patógenos; aunado a posibles respuestas genéticas diferenciales de las poblaciones a los patógenos. Este aspecto se debe estudiar con mayor cuidado mediante evaluaciones en varias localidades y con inoculación para establecer con claridad la presencia de factores genéticos de resistencia en las poblaciones.

El índice de cosecha de las poblaciones se presentó en el intervalo de 0.19 a 0.61. Las poblaciones 9A y 11A, presentaron el IC más bajo, ya que mostró poco amarre de frutos, con abundante acumulación de materia seca en tallos y hojas.

En la tasa de llenado de grano (TLLG) también se presentaron amplias diferencias entre poblaciones, en un intervalo de variación de 0.17 a 1.48.

Las poblaciones 14D, 7E, 26B, 19B y 13B presentaron la mayor TLLG con 1.48, 1.45, 1.32, 1.29 y 1.27 respectivamente. La variación observada puede ser útil para incrementar el rendimiento de éstas y otras poblaciones, ya que este índice se puede incrementar a través del mejoramiento genético (Egli, 2004), lo que permite un mejor uso de los recursos mediante la ampliación del ciclo biológico en ausencia de factores climáticos limitantes.

Componentes de rendimiento

Las poblaciones presentaron longitud de las vainas en el intervalo desde 7.42 hasta 13.12 cm de y anchura desde 0.7 hasta 1.5 cm ver (Cuadro 3 del capítulo 2). El número de semillas por vaina fue de 2.82 hasta 7.02, intervalo que fue menos amplio que el encontrado por Martin y Adams (1987), de 1.93 a 7.07, y más amplio que el reportado por Castillo *et al.*, (2006) de 4.09 a 7.78. El amplio grado de variación en el tamaño de estas características muestra el potencial de las poblaciones para su aprovechamiento en procesos de selección y cruzamientos.

Cuadro 9. Promedio de índice de cosecha, tasa de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México, 2006.

Población	Características	
	Índice de cosecha	Tasa de llenado de grano
10E	0.61	0.26
9E	0.59	0.30
19A	0.58	0.50
13A	0.57	0.42
7E	0.57	1.45
.		
.		
.		
7D	0.26	0.54
27B	0.24	0.19
11A	0.23	0.33
9A	0.19	0.27
5F	0.15	0.17
DMS	0.18	1.02
CV	18.97	23.48

DMS=Diferencia mínima significativa; CV=Coefficiente de variación

Las características de la semilla como peso de 100 semillas; longitud, espesor y número de vainas por planta han sido útiles para evaluar la diversidad genética de *P. vulgaris* (Singh *et al.*, 1991; Torres *et al.*, 2000 y Stoilova y Kiryakov, 2000); estos estudios muestran que las características de la semilla y de la vaina tienen una amplia variación entre poblaciones de *P. vulgaris* de diferente origen y grado de adaptación.

El grado de variación observado en las poblaciones evaluadas es bastante amplio y muestra la existencia de variantes fenotípicas que podrían ser de utilidad en el mejoramiento de frijol para los Valles Altos de México. Estas variantes incluyen diversos grados de precocidad y hábitos de crecimiento, forma y tamaño de la semilla, longitud de vaina y número de semillas por vaina. En general las características analizadas presentaron bajos coeficientes de variación, en su mayoría menores a 10%, lo que indica la escasa influencia entre repeticiones; en contraste, el número de semillas por planta y de vainas por planta muestran elevados coeficientes de variación.

Cuadro 10. Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango y Montecillo, estado de México 2006.

Población	Característica								
	LV(cm)	AV(cm)	NVP	NSV	PSP(g)	AS(cm)	LS(cm)	GS(cm)	P100S(g)
7E	11.27	1.05	61.65	5.81	96.27	8.72	11.9	5.97	42.04
17D	10.83	1.32	43.93	4.21	78.9	10.33	14.95	6.68	58.64
14D	11.08	1.02	39.43	6.1	78.03	8.68	12.35	5.82	41.85
1C	11.2	0.96	38.67	6.31	68.27	7.97	11.65	5.6	35.03
2E	11.25	1.12	45.3	5.04	67.23	9.1	12.52	5.7	41.18
.									
.									
.									
10E	7.42	1.11	9.53	3.69	13.67	9.38	11.9	7.33	49.82
5F	8.99	1.18	17	3.04	12.27	9.33	12.68	5.62	37.55
27B	10.61	1.09	10.7	3.46	12.12	8.97	12.62	5.27	38.83
20A	7.88	0.79	13.83	3.8	10.07	5.87	9.18	4.53	16.9
9E	7.79	1.15	6	2.86	10.07	8.38	12.63	6.52	48.43
DMS	2.01	0.23	29.22	1.93	44.11	0.60	1.09	0.57	4.41
CV	7.76	9.05	41.26	16.73	41.55	2.89	3.43	4.17	4.49

DMS= Diferencia mínima significativa; CV= Coeficiente de variación; LV (cm)=largo de vaina; AV (cm)=Ancho de vaina; NVP=Número de vainas por planta; NSV=número de semillas por vaina; PSP (g)=Peso de semilla por planta; AS (cm)=ancho de semilla; LS (cm)=Largo de semilla; GS (cm)=Grosor de semilla; P100S (g)=Peso de cien semillas.

Comportamiento de poblaciones en Montecillo

Características morfológicas

Los hábitos de crecimiento de las poblaciones evaluadas se comportaron de manera similar en las dos localidades donde se evaluaron, aun cuando las condiciones climáticas que prevalecen son diferentes. La descripción de los hábitos de crecimiento al ser similares en ambas localidades sólo se explicaron en el apartado comportamiento de poblaciones a través de localidades. La localidad de Montecillo se ubica en 19° 30' LN, 98° 53' LO y 2250 m de altitud; y su clima se considera templado semiseco, con una temperatura media anual de 15.9 °C y una precipitación media anual de 686 mm.

Acumulación de biomasa

En esta localidad la acumulación de biomasa entre poblaciones fue muy variable, debido a que los hábitos de crecimiento están asociados con la acumulación de materia seca en cada variedad. Las poblaciones más tardías como 2D, 7D, 17D, 16E y 2A acumularon más materia seca (97.03, 92.47, 89.87, 75.2 y 74.6 g respectivamente); en contraste las poblaciones más precoces como 13A, 14A, 20A, 10E y 9E presentaron menor cantidad de materia seca (18.53, 17.2, 9.13, 9.07, 7.27 g respectivamente) (Cuadro 3A)

Características fenológicas

Los intervalos de variación en días a la floración y días a la madurez fisiológica fueron amplios con una diferencia de 61.67 y 88.34 días respectivamente (Cuadro 11) estos valores muestra mayor variación que la encontrada por Martin y Adams (1987) en poblaciones de Malawi, de 44 a 65 días a la floración. Es probable que la floración se haya presentado más tardía, debido a que las poblaciones provienen, en su mayoría, de climas más fríos y húmedos, y en Montecillo se tiene un clima más seco. A pesar de lo cual el intervalo de precocidad es mucho más amplio en esta región debido a que se encuentran poblaciones de hábitos determinados e indeterminados.

El PLLG en esta localidad varió de 31.67 a 81.67 días, lo que indica una variación amplia en el tiempo de llenado de grano. El corto periodo de llenado de grano que tuvieron algunas

poblaciones, como 19B, 8A, 20A, y 4B de 31.67, 34.33, 36 y 37 días, respectivamente, pudo ser debido a que las poblaciones tienen un ciclo tardío y no les fue posible completarlo por la presencia de heladas tempranas, que se presentaron durante el ciclo biológico. Esto indica la necesidad de tener una estación de crecimiento mayor que se puede lograr mediante siembras más tempranas, que permitan a estas variedades completar satisfactoriamente su ciclo.

Cuadro 11. Promedio de días a la floración, madurez fisiológica y periodo de llenado de grano en 94 poblaciones nativas de frijol común. Montecillo, estado de México, 2006.

Población	Característica		
	Días a la floración	Días a la madurez fisiológica	Periodo de llenado de grano
3B	123.67	177.00	53.33
3A	122.33	176.67	54.33
10B	121.67	182.33	60.67
11D	121.67	182.33	60.67
12D	121.00	162.33	41.33
.			
.			
.			
14A	64.00	112.33	48.33
15E	63.67	133.33	69.67
20A	63.33	99.33	36.00
19A	62.67	115.67	53.00
10E	62.00	99.67	37.67
DMS	32.5	66.6	56.2
CV	9.0	12.3	29.4

DMS=diferencia mínima significativa; CV=Coefficiente de variación

Características fisiológicas

En general, las poblaciones de frijol mostraron incidencias ligeras a las plagas y enfermedades. Como se mencionó anteriormente, la baja presencia de enfermedades pudo ser debida a las condiciones ambientales inadecuadas para el desarrollo de los patógenos.

En el índice de cosecha en las poblaciones presentaron amplias diferencias, desde 0.17 hasta 0.63.

La población 5F, colectada en la región de Etna, Oax., presentó un IC bajo en ambas localidades, ya que ésta población no se adaptó a las condiciones climáticas, ya que presentó aborto de flores y poco amarre de frutos, con abundante acumulación de materia seca en tallos y hojas.

En la tasa de llenado de grano (TLLG) también se presentaron amplias diferencias entre variedades, en un intervalo de variación de 1.6 a 1.63.

Las poblaciones 14D, 7E, 26B y 19B son las que presentaron la mayor TLLG con 1.18, 1.45, 1.32 y 1.29 respectivamente. Dado que el desarrollo de la planta es fuertemente influenciado por el ambiente, hubo poblaciones que expresaron mayores tasas en Ayapango que en Montecillo; debido a que en Ayapango el periodo de lluvias es más amplio que en Montecillo, el periodo de llenado de grano se extendió. La variación observada puede ser útil para incrementar el rendimiento de éstas y otras poblaciones, ya que este índice puede ser incrementado a través del mejoramiento genético (Egli, 2004), lo que permite un mejor uso de los recursos mediante la ampliación de la estación de crecimiento en ausencia de factores climáticos limitantes.

Cuadro 12. Promedios de índice de cosecha y tasa de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol común. Montecillo, estado de México, 2006.

Población	Características	
	Índice de cosecha	Tasa de llenado de grano
17D	0.4	1.0
14D	0.5	1.6
2F	0.5	1.6
16A	0.5	1.1
2B	0.4	1.5
.		
.		
.		
9A	0.2	0.2
7D	0.2	0.4
5F	0.1	0.2
2D	0.1	0.3
12B	0.1	0.1
DMS	0.3	1.4
CV	20.5	60.1

DMS=diferencia mínima significativa; CV=Coefficiente de variación.

Las poblaciones más tardías como la 3B, 19D, 28B, 12A, 33B, 3A, 6A, 5E, 17D, 12B, 1B, 7E de 175.67 a 177 días a madurez fisiológica, detuvieron su periodo de llenado de grano el 26 de noviembre cuando se presentó la primera helada, lo que ocasionó la disminución del rendimiento al quemarse la planta y las vainas.

Componentes de rendimiento

Se observó que entre las poblaciones se presentó amplia diversidad, con promedios de: LV de 7.97 a 13.54; AV de 0.71 a 1.23; NVP de 7 a 37.40; NSV de 2.27 a 7.47; PSP de 9.13 a 71.33; PP de 7.27 a 97.07; AS de 0.5 a 1.07; LS de 0.91 a 1.55; GS de 0.4 a 0.73 y en P100S de 18.91 a 68.40 (Cuadro 13). La LV tuvo un intervalo de variación menor que lo reportado por Castillo *et al.*, (2006) y Miranda (1967). El grado de variación de estas características está relacionado con el hábito y forma de crecimiento de las poblaciones evaluadas. De esta manera se observó una amplia variación en estas características que en combinación dan lugar a una gran diversidad fenotípica, con gradientes bien definidos de tamaño de semilla.

Cuadro 13. Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol común. Montecillo, estado de México, 2006.

Población	Característica								
	LV(cm)	AV(cm)	NVP	NSV	PSP(g)	AS(cm)	LS(cm)	GS(cm)	P100S(g)
17D	10.6	1.0	37.4	4.5	71.3	10.5	15.5	6.9	68.4
14D	11.0	1.0	35.6	6.4	71.0	8.9	12.4	6.1	46.9
2F	10.6	0.7	27.4	7.4	64.1	6.8	10.6	5.2	31.9
16A	11.5	0.9	32.2	6.7	61.6	7.7	11.8	5.7	40.8
2B	10.9	0.9	22.5	5.4	61.5	8.0	12.3	5.8	42.9
.									
.									
.									
20A	7.9	0.8	19.8	4.7	13.9	5.8	9.1	4.6	18.9
5F	8.2	1.0	18.0	2.9	13.4	9.0	12.6	5.4	35.9
27B	9.8	1.0	9.0	2.3	12.2	8.7	12.3	5.4	41.4
12B	9.6	0.9	14.1	4.3	10.5	7.2	12.9	4.3	35.0
9E	8.2	1.1	7.0	3.0	9.1	8.5	12.5	6.6	52.4
DMS	3.0	0.3	27.6	3.0	46.9	0.8	1.6	0.8	5.2
CV	8.2	7.5	39.1	18.5	41.8	2.7	3.6	3.9	3.6

DMS= Diferencia mínima significativa; CV= Coeficiente de variación; LV (cm)=largo de vaina; AV (cm)=Ancho de vaina; NVP=Número de vainas por planta; NSV=número de semillas por vaina; PSP (g)=Peso de semilla por planta; AS (cm)=ancho de semilla; LS (cm)=Largo de semilla; GS (cm)=Grosor de semilla; P100S (g)=Peso de cien semillas.

Comportamiento de poblaciones en Ayapango

Características morfológicas

Los hábitos de crecimiento de las poblaciones evaluadas se comportaron de manera similar en las dos localidades, aun cuando las condiciones climáticas que prevalecen son un tanto diferentes. Las características de la localidad de Ayapango, estado de México son las siguientes: ubicada geográficamente a 19⁰ 07' 35'' LN y 98⁰ 48' 10'' LO, y altitud de 2440 m; con condiciones de clima templado subhúmedo; la precipitación media anual fluctúa entre 700 y 800 mm; y la temperatura media anual oscila entre 12 y 18 °C.

Acumulación de biomasa

La acumulación de biomasa mostró amplias diferencias entre poblaciones, en parte debido a las diferencias en hábitos de crecimiento que están relacionados con la acumulación de materia seca. Las poblaciones más tardías como 28B, 12A, 19D, 9D y 2A acumularon mayor cantidad de materia seca (171.5, 153.7, 141.5, 138.4 y 137.4 g respectivamente); en contraste, las poblaciones 13A, 20A, 10E, 14A y 9E que presentaron menor cantidad de materia seca (11.3, 10.8, 8.33, 7.8 y 7.0 g, respectivamente) fueron las más precoces.

Características fenológicas

Las diferencias en días a la floración y a la madurez fisiológica entre las poblaciones (Cuadro 14) muestran variación amplia, como resultado de los diferentes hábitos de crecimiento y de precocidad de las mismas poblaciones. Los días de floración se encontraron entre 44.6 (13A) y 118.0 (7E) días, y en la madurez fisiológica entre 88.5 (13A) y 194.0 días (6A, 5B, 5A, 3E y 3^a, entre otras). La variación observada muestra que se ha mantenido una diversidad amplia en precocidad entre poblaciones, lo que permite diversas opciones para manejar como parte de sus sistemas de producción.

El periodo de llenado de grano también mostró variación amplia entre las poblaciones, con una diferencia de 54.33 días entre el mayor y el menor número de días de llenado; esta diferencia fue ligeramente mayor a la observada en Montecillo (50 días).

Cuadro 14. Días a floración, madurez fisiológica y periodo de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol común. Ayapango, estado de México, 2006.

Población	Característica		
	Días a floración	Días a madurez fisiológica	Periodo de llenado de grano
7E	118.0	183.3	65.3
10B	118.0	194.0	76.0
12D	118.0	183.3	65.3
17D	118.0	183.3	65.3
2E	118.0	183.3	65.3
.			
.			
.			
12E	53.0	92.0	59.5
21A	48.0	90.0	42.0
7B	46.0	92.5	46.5
14A	46.0	95.0	49.0
13A	44.6	88.5	43.8
DMS	40.7	72.7	52.0
CV	11.9	12.7	22.5

DMS=Diferencia mínima significativa; CV=Coefficiente de variación

Características fisiológicas

En general las poblaciones de frijol mostraron daño ligero provocado por los patógenos como la conchuela, xhantomonas, antracnosis y roya.

Otro factor importante, además de los ya mencionados anteriormente, en relación con la baja incidencia de estos patógenos en el cultivo, fue la diversidad de hábitos de crecimiento de las poblaciones, pues poblaciones precoces escaparon a las plagas y enfermedades durante la época de llenado de grano.

En esta localidad se observó también amplitud en el intervalo de variación entre poblaciones que en este caso alcanzó valores de 0.12 a 0.61. Las poblaciones con índices de 0.5 a 0.61 fueron 10E, 9E, 19A, 13A y 20A y otras 25 poblaciones, lo que muestra una eficiencia alta para acumular biomasa en el grano; en contraste, se encontraron poblaciones con IC bajo, como 5F, 12B, 2D, 9A y 11A, que presentan limitada eficiencia en la redistribución de biomasa hacia estructuras de interés antropocéntrico. Dado que este índice puede ser

incrementado y maximizado a través del mejoramiento genético (Boyer, 1996), las poblaciones con altos índices de cosecha pueden ser útiles para mejorar poblaciones con IC bajo, con otras características de interés.

La tasa de llenado de grano presentó diferencias altamente significativas, con valores de 0.11 a 2.0. La población 7E fue la de mejor tasa de llenado de grano.

Cuadro 15. Promedios de índices de cosecha y de llenado de grano de 94 poblaciones nativas de frijol común. Ayapango, estado de México, 2006

Población	Características	
	Índice de cosecha	Tasa de llenado de grano
9E	0.6	0.39
7E	0.6	2.07
10E	0.6	0.18
15B	0.6	0.76
19D	0.6	0.33
.		
.		
.		
27B	0.3	0.18
11A	0.2	0.36
20B	0.2	0.42
9A	0.2	0.33
5F	0.1	0.15
DMS	0.2	1.5
CV	17.2	48.2

DMS=diferencia mínima significativa; CV=Coefficiente de variación.

Componentes de rendimiento

Como se mencionó en secciones anteriores, las poblaciones presentan diferencias amplias en hábitos de crecimiento, forma y tamaño de la semilla, longitud de la vaina, número de semillas por vaina y peso de semilla por planta. Los valores medios inferiores y superiores fueron para longitud de la vaina 6.44 y 12.95 cm; para anchura de la vaina 0.78 a 1.85 cm; para número de vainas por planta 5 a 97.43; número de semilla por vaina 2.33 a 7.02; peso de semilla por planta 6.20 a 134.93 g; para anchura de la semilla 0.56 a 0.16 cm; para longitud de la semilla 0.9 a 1.6 cm; para grosor de la semilla 0.36 a 0.71 cm y para peso de 100 semilla 15.53 a 65.1

g (Cuadro 16). Por su potencial de rendimiento las poblaciones 7E, 9B, 28B y 14B, con producciones por planta, en promedio de 134.93, 108.1, 101.28 y 100.87 g, respectivamente, tienen un alto valor como material genético.

Las principales diferencias entre las localidades de Montecillo y Ayapango, en características productivas asociadas con el rendimiento se encuentran en el número de vainas por planta (97.43) y peso de semilla por planta (134.93 g), así como en el tamaño y peso de semilla, ya que los valores más altos se encontraron en Ayapango, México.

Cuadro 16. Promedio de nueve componentes de rendimiento de 94 poblaciones nativas de frijol. Ayapango, estado de México 2006.

Población	Característica								
	LV(cm)	AV(cm)	NVP	NSV	PSP(g)	AS(cm)	LS(cm)	GS(cm)	P100S(g)
7E	11.0	1.0	97.4	6.0	134.9	8.5	12.0	5.5	37.1
9B	11.1	1.1	62.5	5.5	108.1	9.0	12.0	5.4	43.7
28B	10.1	1.2	60.6	5.0	101.3	8.7	12.5	5.6	36.5
14B	10.9	1.2	53.0	4.9	100.8	8.8	11.7	5.4	40.6
9D	9.6	1.4	46.7	3.5	95.4	11.6	15.0	6.7	65.1
.									
.									
.									
5F	9.8	1.4	16.0	3.2	11.1	9.6	13.0	6.0	38.5
9E	7.4	1.2	5.0	2.6	11.0	8.0	12.5	6.2	45.6
13A	7.33	1.0	11.2	3.4	9.9	8.9	12.7	5.7	42.0
14A	7.83	1.1	7.6	2.3	9.6	9.4	13.2	6.0	52.8
20A	7.79	0.8	7.8	2.9	6.2	5.6	9.0	4.4	15.5
DMS	2.7	0.4	52.1	2.4	75.7	0.9	1.5	0.8	7.2
CV	7.3	10.1	39.6	14.7	39.6	3.1	3.2	4.4	5.2

DMS=diferencia mínima significativa; CV=Coefficiente de variación.

Distribución de la diversidad morfológica

Otra forma de visualizar la diversidad en las poblaciones es mediante la prueba de normalidad de la distribución. En este caso se analiza la diversidad en las características que determinan el rendimiento que se distribuye normalmente, ya que está determinado por numerosas características de la planta, de la vaina, del grano y fisiológicas. De las características de interés agronómico evaluadas son: el peso de 100 semillas (K-S, $d=.07391$, $p>.20$), periodo de

llenado de grano (K-S, $d=.06987$, $p>.20$), número de vainas por planta (K-S, $d=.07193$, $p>.20$), peso de la semilla por planta (K-S, $d=.05918$, $p>.20$), anchura de la semilla (K-S, $d=.06842$, $p>.20$), longitud de la semilla (K-S, $d=.08315$, $p>.20$), longitud de la vaina (K-S, $d=.110522$, $p>.20$), anchura de la vaina (K-S, $d=.09958$, $p>.20$), grosor de la semilla (K-S, $d=.06814$, $p>.20$), número de semilla por vaina (K-S, $d=.09494$, $p>.20$) presentaron distribución normal. En tanto que días floración (K-S, $d=.18824$, $p<.01$), madurez fisiológica (K-S, $d=.15392$, $p<.05$) y peso de materia seca por planta (K-S, $d=.16821$, $p<.01$) no mostraron distribuciones normales, debido a que los materiales evaluados fueron de diferentes hábitos de crecimiento, con las precocidades contrastantes, de tal manera que las poblaciones se agruparon en clases bien definidas. De esta forma con los resultados obtenidos de la amplia gama de información sobre la variación morfológica y agronómica de las poblaciones nativas de frijol común se realizaron gráficos de normalidad.

La gráfica de normalidad para la longitud de la vaina (Figura 6) muestra que aproximadamente 75 de las 94 poblaciones evaluadas presentó vainas medianas de 9 a 12 cm de longitud, y en menor proporción (menos de 10 poblaciones) presentaron vainas largas de 12 a 14 cm de longitud. En la cola negativa se presentaron las poblaciones con vainas cortas de 7 a 9 cm de longitud. Con base en el tamaño de la vaina de las poblaciones, las situadas en el extremo derecho de la distribución tienen alto potencial de producción de semilla, con posibilidades para la producción de ejote.

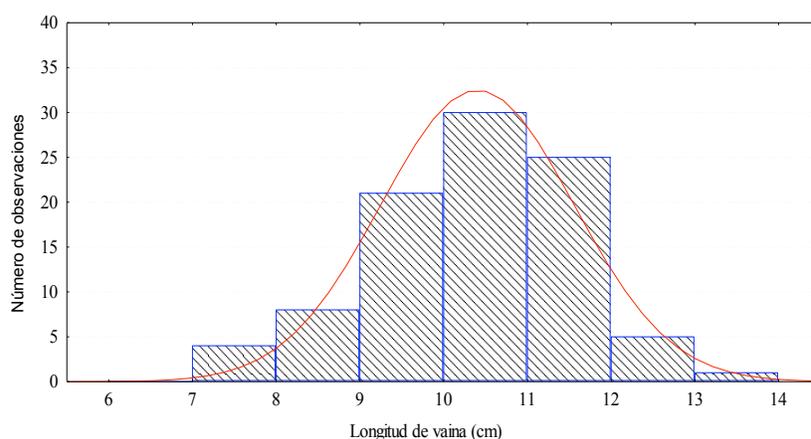


Figura 6. Distribución de la frecuencia para longitud de la vaina en 94 poblaciones nativas de frijol común, del oriente del estado de México, 2006.

La amplitud de la diversidad de las poblaciones nativas de frijol se ve claramente reflejada en el tamaño y peso de la semilla, ya que en las poblaciones evaluadas se encuentran distintos tamaños y formas de la semilla. Con base en su distribución, las poblaciones evaluadas encontramos que la mayoría son de tamaño medio (30 a 50 g/100 semillas) (Figura 7). Y en una menor proporción se encuentran las semillas de tamaño pequeño (15 a 20 g/100 semillas), y los materiales de semilla grande (55 a 65 g/100 semillas) en las colas de la gráfica.

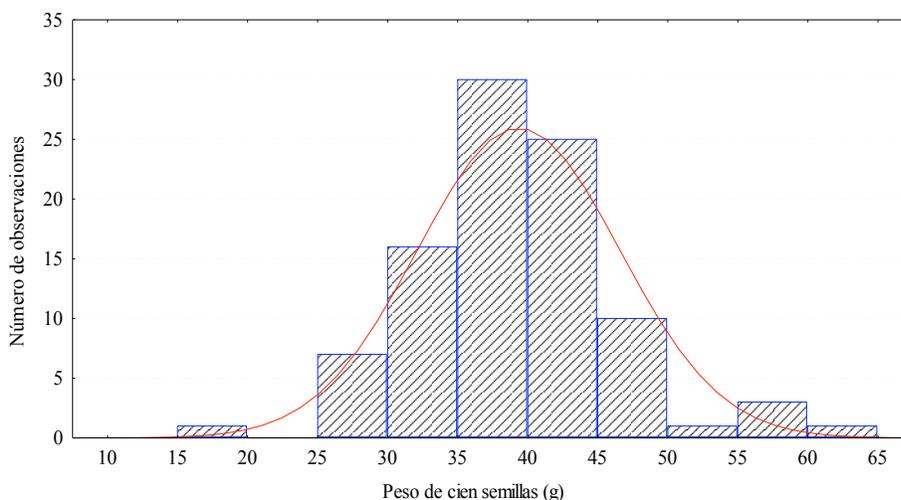


Figura 7. Distribución de la frecuencia para el peso de 100 semillas en 94 poblaciones nativas de frijol común, del oriente del estado de México, 2006.

El rendimiento es el resultado de la combinación de características como periodo de llenado de grano, número de vainas por planta, peso de semilla, anchura, grosor y longitud de semilla y longitud, anchura y número de semillas por vaina, y en plantas que presentan mayor tolerancia a plagas y enfermedades. La determinación de la distribución de las poblaciones con base en cada una de estas características ayudaría en la selección de germoplasma con características superiores de interés agronómico.

CONCLUSIONES

La variación entre poblaciones observada para las características morfológicas de interés agronómico como longitud y anchura de la vaina, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de semilla por planta, longitud y anchura de la semilla, grosor de la

semilla y peso de cien semillas asociadas con el rendimiento entre poblaciones es amplia y muestra variantes que son útiles para el mejoramiento de frijol en los Valles Altos de México

Las poblaciones con la expresión mayor en peso de semilla por planta, en la localidad de Ayapango, fueron CP MEX 05B-26 frijol de color crema, procedente de Chalco, Méx. clave 7E con promedio de 134.93 g; CP MEX 03-22, frijol color amarillo, procedente de Tepetlixpa, Méx. clave 9B, con un promedio de 108.1 g; CP MEX 03-66, frijol bola palacio, procedente de Yecapixtla, Mor, clave 28B con promedio de 101.28 g; CP MEX 03-29, frijol moro ó garrapato, procedente de Atlautla, Méx. clave 14B con promedio de 100.87; CP MEX 05A-24, frijol amarillo grande, procedente de Ozumba, Méx. clave 9D con promedio de 95.47 g y la población CP MEX 03-24 frijol amarillo procedente de Tepetlixpa, Méx. clave 10B con promedio de 94.1 g,

En Montecillo las poblaciones con mejor expresión en rendimiento de semilla por planta fueron CP MEX 05A-7, frijol amarillo grande, procedente de Atlautla , Méx. clave 17D con promedio de 71.33g; CP MEX 05A-30, frijol moro ó garrapato, procedente de Atlautla Méx. clave 14D con promedio de 71.07 g; CP OAX 05-3, frijol rojito, procedente de Etlá, Oax. Clave 2F con promedio de 64.13 g; CP MEX 02-51, frijol moro ó garrapato, procedente de Tlamanalco, Méx. clave 16A con promedio de 61.67 g; CP MEX 03-30, frijol amarillo, procedente de Atlautla, Méx. clave 2B con promedio de 61.53 g y la población CP MEX 05B-26 frijol crema procedente de Chalco, Méx. clave 7E con promedio de 57.6 g.

La poblaciones que presentaron la mayor expresión en peso de la semilla por planta en ambas localidades fueron CP MEX 05B-26, frijol crema, procedente de Chalco, Méx. clave 7E con promedio de 96.27 g; CP MEX 05A-7, frijol amarillo grande, procedente de Atlautla , Méx. clave 17D con promedio de 78.90; CP MEX 05A-30, frijol moro ó garrapato, procedente de Atlautla, Méx. clave 14D con promedio de 78.03 g; CP MEX 04-100, frijol moro ó garrapato, procedente de Chalco, Méx. clave 1C con promedio de 68.27 g; CP MEX 05B-20, frijol crema, procedente de Chalco, Méx. clave 2E con promedio de 67.23 g y la población CP MEX 03-28, frijol apetito bola, procedente de Tepetlixpa, Méx. clave 13B con promedio de 66.73 g.

La respuesta de las poblaciones nativas de frijol a las plagas y enfermedades en ambas localidades fue poco variable; se observaron daños ligeros en las poblaciones de frijol evaluadas.

Las poblaciones de crecimiento indeterminado más tardías en ambas localidades fueron CP MEX 02-38, frijol amarillo grande, procedente de Cocotiltlan, Méx clave 11A con 190.50 días a madurez fisiológica; CP MEX 03-24 frijol de color amarillo procedente de Tepetlixpa, Méx. clave 10B con 188.17 días a madurez fisiológica, CP MEX 05A-32, frijol rojo, procedente de Nepantla, Méx. clave 15D con 188.17 días a madurez fisiológica, CP MEX 03-30, frijol amarillo, procedente de Yecapixtla, Mor. clave 31B con 188.17 días a la madurez fisiológica, CP MEX 02-39, frijol rojito, procedente de Tepetlixpa, Méx. clave 2A con 185.50 días a la madurez fisiológica y otras 25 poblaciones más, no alcanzaron a completar un óptimo periodo de llenado de grano, ya que fue interrumpido por presencia de heladas, provocando un deficiente llenado de vainas y la reducción de la tasa de llenado de grano.

Las poblaciones de Etna, Oaxaca presentaron niveles de adaptación contrastante, ya que la población CP OAX 05-8, frijol revuelto ó ensaladilla, clave 5F presentó el índice de cosecha más bajo, probablemente por el cambio de ambiente, lo que ocasionó aborto de flores y amarre de fruto escaso; en contraste las poblaciones CP OAX 05-3, frijol rojito, clave 2F y CP OAX 05-1, frijol negro, clave 1F mostraron buena adaptación con rendimientos similares a las mejores poblaciones locales con índices de cosecha de 0.42 y 0.41, respectivamente.

Con la información obtenida y las observaciones realizadas en la evaluación del cultivo en ambas localidades se sugiere un ideotipo de frijol con características tales como: hábito de crecimiento enredador tipo 4, que enrede en su totalidad la planta de maíz, con dos tallos principales para que no se comporte de manera agresiva al enredar la planta de maíz, con un promedio de 95 días a la floración, longitud promedio de vainas de 12 cm , en promedio 6 semillas por vaina y más de 60 vainas por planta y rendimientos promedios de semilla por planta de 150g. Para establecer en los valles altos del estado de México. La población evaluada con estas características es la CP MEX 05B-26, frijol crema procedente de Chalco, Méx. clave 7E.

LITERATURA CITADA

- Acquaah G., M., W. Adams and D. Kelly J. 1991. Identification of effective indicators of erect plant architecture in dry bean. *Crop Sci.* 31:261-264.
- Adams, M. W. 1967. Basis of yield component compensation in crop plants with special reference to the field bean, *Phaseolus vulgaris*. *Crop Sci.* 7: 505-510.
- Ann, C. E. and A. Francis C. 1985. Bean - maize intercrops: A comparison of bush and climbing bean growth habits. *Field Crops Res.* 1: 319-335.
- Avendaño A., C. H. 2001. Diversidad fenotípica e isoenzimática en cultivares nativos de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) tipo negro. Tesis de M. en C. Programa en Genética. Colegio de Postgraduados. 146 p.
- Beaver, J. S. and D. Kelly J. 1994. Comparison of selection methods for dry bean populations derived from crosses between gene pools. *Crop Sci.* 34: 34-37.
- Boyer, S. J. 1996. Advances in drought tolerance in plants. *Adv. Agron.* 56:187-218.
- Castillo M., M., P. Ramírez V., F. Castillo G. y S. Miranda C. 2006. Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol ayocote del oriente del estado de México. *Rev. Fitotecnia Mexicana.* 29 (2): 111-119.
- Castillo G., M. 2006. Diversidad genética entre poblaciones de *Phaseolus vulgaris* y *coccineus* nativas del oriente del estado de México. Tesis de M. en C. Programa en Genética. Colegio de Postgraduados. 120 p.
- CIAT. 1991. Sistema estándar para la evaluación de germoplasma de frijol. Art Van Schoonhoven y Marcial A. Pastor-Corrales (comps.) Cali, Colombia. 56 p.
- Davis J. H. C. y García S. 1983. Competitive ability and growth habit of indeterminate beans and maize for intercropping. *Field Crops Res.* 6: 59-75.
- Egli, B. D. 2004. Seed-fill duration and yield of grain crops. *Adv. Agron.* 83:243-279.
- Escalante E. J. A. y J Kohashi S. 1993. El rendimiento y crecimiento del frijol. Manual para la toma de datos. Colegio de Postgraduados, Montecillo. 84 pp.
- Fernández R., M., P. Ramírez V., C. López C., F. Castillo G., V. A. González H y C. B. Peña V. 2007. Tolerancia a sequía de cultivares nativos de frijol común del sur de Guanajuato, México. *Rev. de Geografía Agrícola.* 39: 57-66.
- Kohashi S., J. 1990. Aspectos de la morfología y fisiología del frijol (*Phaseolus vulgaris*) y su relación con el rendimiento. Centro de Botánica. Colegio de Postgraduados. Montecillo, México. 44 p.
- Martin G. B. and M. Adams W. 1987. Landraces of *Phaseolus vulgaris* (Fabacea) in Northern Malawi. I. Regional variation. *Econ. Bot.* 41:190-203.
- Miranda C. S. 1967. Infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. Colegio de Postgraduados. México. 48 p.
- Miranda C. S. 1991. Evolución de *P. vulgaris* y *P. coccineus* In E. M. Engleman (ed). Contribuciones al Conocimiento del Frijol (*Phaseolus*) en México Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp. 83-99.
- Ron, de A. M., A. P. Rodino, M. C. Menéndez-Sevillano, M. Santalla, N. Barcala, and I. Montero. 1999. Variation in wild and primitive Andean bean varieties under European conditions. *Annual Report of the Bean Improvement Cooperative* 42: 95-96.
- Santalla, M., P A Casquero, A M. de Ron. 1999. Yield and yield components from intercropping bush bean cultivars with maize. *Crop Sci.* 183: 263-269.

- Sarandón J. S., A M Chamorro. 2003. Policultivos en los sistemas de producción de granos. *En*: E Satorre, A R Benech, G A Slafer, E de la Fuente, D. Miralles, M. E. Otegui y R Savin (eds) Producción de Cultivos de Granos. Bases funcionales para su manejo. Editorial Facultad de Agronomía, Buenos Aires: 783 pp.
- SAS, Institute Inc. 2000. SAS software release 8.1. SAS Institute Inc. Cary. NC.
- Singh, S. P., R. Nodari and P. Gepts. 1991. Genetic diversity in cultivated common bean: II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. *Crop Sci.* 31:19-29.
- Sousa, S. M. y A. Delgado S. 1998. Taxonomía. *En*: Engleman, M. E. (ed). Contribuciones al Conocimiento del Frijol (*Phaseolus*) en México. Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp. 59-82.
- Stoilova, T. and I. Kiryakov. 2000. Evaluation of common beans *Phaseolus vulgaris* L. for agronomic traits and resistance to bacterial diseases. Annual Report of the Bean Improvement Cooperative 43:190-191.
- Stern, W. R. 1993. Nitrogen fixation and transfer in intercrop systems. *Field Crops Res.* 34: 335-356.
- Tar'an, B., T. E. Michael, and K. P. Pauls. 2002. Genetic mapping of agronomic traits in common bean. *Crop Science* 42:544-556.
- Tanaka, A. and K. Fujita 1979. Growth, photosynthesis and yield components in relation to grain yield of the field bean. Faculty of Agriculture, Hokkaido University. Japan. 59(2): 146-236.
- Torres S. H., P. A. Arraes P., y C. Romero L. 2000. Caracterización morfológica de accesiones silvestres de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.). Informe anual de frijol. Mejoramiento Cooperativo. 43:200-201.
- Tsubo, M. and S. Walker 2004. Shade effects on *Phaseolus vulgaris* L. intercropped with *Zea mays* L. under well-watered conditions. *Crop Sci.* 190 (3): 168-176.
- Tsubo, M., E. Mukhala, H. O. Ogindo and S. Walker. 2003. Productivity of maize-bean intercropping in semi-arid region of South Africa. *Water* 29 (4): 381-388. 10
- Vidal B. A. 2005. Caracterización de la diversidad morfológica y molecular de cultivares criollos y mejorados de frijol común del trópico húmedo. Tesis de Maestro en Ciencias. Colegio de Postgraduados, H. Cárdenas, Tabasco. 102 p.
- Wallace, D. H. N., P. Masaya and P. Kniffke. 1984. Temperature and photoperiod adaptation and yield in *Phaseolus vulgaris* L. *Vanguard*. Vol. 1 Bean/Cowpea CRSP-MSU. Pp. 3-11.

DISCUSIÓN GENERAL

La conservación de la diversidad genética tiene importancia ecológica, agrícola y económica. En el aspecto ecológico, la diversidad está ligada al manejo de sistemas de producción tradicionales, en los que se maximiza el aprovechamiento del ambiente mediante la interacción entre diferentes especies y morfotipos de una misma especie. La importancia agrícola y económica radica en su utilización en diversos sistemas de producción que se sustentan en el uso de variedades nativas locales o regionales, que han sido conservadas y desarrolladas por los agricultores, y que en la mayoría de los casos satisfacen principalmente sus necesidades de alimentos.

Entre los sistemas de producción de mayor importancia en México destaca la milpa, en el que se asocian variantes de especies de frijol y calabaza con el maíz como eje del sistema (Lépiz, 1974).

En México se encuentra una amplia diversidad entre y dentro de especies del género *Phaseolus* empleados como parte del sistema, siendo la especie *Phaseolus vulgaris* L. la de mayor importancia económica, social y biológica, ya que se encuentra una amplia diversidad de formas de planta, así como de hábito de crecimiento, color y tamaño de la semilla que en general se adecuan a las condiciones ecológicas y necesidades regionales que han resultado de un prolongado proceso de domesticación que aún continúa hasta nuestros días (Lépiz, 1984)

Los estudios de diversidad en México en su mayoría han sido enfocados a la clasificación de especies (Delgado *et al.*, 2004); sin embargo, en años recientes se ha ampliado hacia el conocimiento de la diversidad dentro de especies a nivel morfológico, (Castillo *et al.*, 2006) y genético, (Avendaño *et al.*, 2004).

En la región oriental del estado de México, el sistema de producción milpa se practica aún en la actualidad, en el que se siembra una gran diversidad de poblaciones de crecimiento indeterminado con capacidad para trepar, adaptados a las condiciones de suelo y clima de la región que son cultivados en asociación con maíz, principalmente. La diversidad morfológica y genética han sido estudiadas, encontrando un alto grado de variación y diversidad de formas de planta y semilla (Castillo, 2006). Sin embargo, en la actualidad se desconoce el potencial

productivo de muchas variedades de frijol así como la habilidad competitiva de las poblaciones establecidas en esta región.

En la región suroriental del estado de México, así como en otras, se percibe una disminución de la superficie de cultivo en asociación, aunque persiste una buena cantidad de diversidad entre y dentro de variedades de frijol, como lo muestran, Castillo *et al.* (2006), en la exploración de frijol común y ayocote en varios municipios del sureste del estado de México; por las numerosas áreas cultivadas con la asociación maíz-frijol, que constituyen las principales formas de producción de ambas especies.

Castillo *et al.*, (2006) estudiaron poblaciones de frijol con el propósito de valorar la diversidad genética, siendo necesario ampliar este conocimiento a características morfológicas y fisiológicas de interés agronómico, por lo que en esta investigación se evaluaron 100 poblaciones nativas de frijol común cultivadas en asociación con maíz en el sistema milpa, en dos localidades del estado de México, para determinar su potencial de rendimiento y evaluar el comportamiento agronómico de las distintas variedades locales desde un punto de vista agronómico cultivadas en asociación.

Tanto en los estudios de Castillo *et al.* (2006) como en la presente investigación se encontró que las poblaciones colectadas mostraron diversos hábitos de crecimiento, tamaño, color y variegado de la semilla. La mayor proporción de germoplasma correspondió a tipos de hábito indeterminado, principalmente enredadores con capacidad para trepar; dicha proporción refleja, de alguna manera, que el sistema de cultivo de frijol común que predomina en la asociación maíz-frijol aprovecha la larga estación de crecimiento disponible en esta región, que va de abril a noviembre en ausencia de heladas. En estas condiciones climáticas y sistema de producción este tipo de poblaciones presenta una ventaja adaptativa para aprovechar el largo ciclo de cultivo, adecuar su crecimiento con el de las variedades de maíz, aprovechar la humedad residual en siembras profundas, y aumentar su capacidad competitiva con el propio maíz y las malezas locales.

Además de la importante diversidad en forma, tamaño, color y variegado de la semilla, entre las poblaciones evaluadas se encontró que los nombres regionales están asociados con las características de la semilla. En la presente investigación se encontraron 22 tipos de semilla,

donde los más frecuentes fueron amarillo pequeño (11 %), revuelto o ensaladilla (10 %), coconita (9 %) y moro ó garrapato (9 %), que en conjunto representan 39 % de las poblaciones evaluadas. La preponderancia local de éstos tipos podría explicarse debido a su valor comercial, culinario y cultural (Miranda, 1991); como caso particular, entre las variedades amarillas se encuentran poblaciones que difieren en tamaño, color y forma de la semilla. Las mezclas de tipos y colores de semilla, denominadas ensaladillas (10 %), en las que se integran diferentes poblaciones muestran ser ventajosas para los agricultores, porque les brindan un margen de seguridad ante los riesgos climáticos, ya que “si no se da una se da otra” (Castillo, 2006), debido a que los diferentes tipos de semilla están asociados con distintos hábitos de crecimiento y precocidad, elementos que proporcionan al cultivo una ventaja adaptativa ante plagas, enfermedades, y factores abióticos adversos, como sequía y heladas.

En la actualidad se tiene pocos estudios sistemáticos para conocer el valor agronómico, de las poblaciones nativas, a pesar de que estos estudios permitirían el uso eficiente y racional de los recursos genéticos de las especies del género *Phaseolus*, así como su conservación (Beebe *et al.*, 2000). Aun cuando se reconoce la importancia económica, cultural y social de las poblaciones nativas, los estudios sistemáticos de la diversidad de frijol dentro de regiones en nuestro país son escasos, por lo que aún se desconoce el potencial agronómico y biológico de muchas formas inter e intra poblacionales de los diferentes tipos de frijol (Castillo, 2006).

En la región oriental del estado de México, el cultivo del frijol ha sufrido grandes cambios en las últimas décadas, lo que aparentemente ha ocasionado la reducción de la superficie cultivada con frijol, entre otros factores por la substitución de los sistemas de producción tradicionales, debido a las fuertes presiones económicas, sociales y culturales que han determinado la reducción de la disponibilidad de mano de obra y la aplicación de herbicidas y con ello la predominancia del monocultivo del maíz con poblaciones nativas; a pesar de esta dinámica, no se puede precisar si se ha perdido diversidad pues se conserva en la actualidad considerable diversidad morfológica y agronómica entre poblaciones de frijol común cultivadas en esta región, como lo demuestra el presente estudio.

La amplia diversidad encontrada en la región puede ser consecuencia de la acción conjunta y entorno histórico de la selección de semilla practicada por los agricultores y la recombinación genética determinada por cruzamientos naturales aleatorios entre variedades de diferente precocidad y características morfológicas; eventos que son promovidos por la variación ecológica que da lugar a múltiples microrregiones, así como a la movilización e intercambio de semilla en los mercados regionales.

La mayor variación, en características cuantitativas agronómicas se observó en el peso de la materia seca por planta, peso de la semilla por planta, número de semillas por vaina, días a la floración y peso de 100 semillas, con coeficientes de variación de 41.79 a 18.37 %. Los intervalos de variación en el ancho, largo y grosor de la semilla, y en días a la floración son similares a los encontrados por Castillo *et al.* (2006), sin embargo, el intervalo de variación en la longitud de la vaina fue menor al encontrado por Miranda (1967) y Castillo *et al.* (2006).

Los análisis estadísticos multivariados permitieron distinguir cinco grupos, claramente separados y definidos principalmente por precocidad, y tamaño de vaina y semilla. El grupo de mayor importancia se integró con poblaciones tardías con hábitos de crecimiento III y IV, que mostró mayor variación y heterogeneidad, así como mayor potencial agronómico y productivo. La variación observada entre poblaciones en las características de longitud y anchura de la vaina, número de vainas por planta, número de semillas por vaina, peso de semilla por planta, longitud y anchura de la semilla, grosor de la semilla y peso de cien semillas asociadas con el rendimiento, es amplia y muestra variantes útiles para el mejoramiento de frijol en los Valles Altos de México, así como con potencial de uso directo como variedades de alto valor comercial.

La diversidad genética en los sistemas de cultivo tradicionales proporciona estabilidad y permite aprovechar de manera sostenible las condiciones ambientales (Interian, 2005). La diversidad que se muestra en esta investigación, es comparable con la determinada en trabajos de investigación previos (Singh *et al.*, 1991; Pastenes, 2001; Avendaño, 2004 y Castillo, 2006), e indica que la variación fenotípica en la región oriental del estado de México es muy amplia, asimismo que el valor agronómico de las poblaciones evaluadas es alto y útil para incrementar la productividad regional del frijol a corto y largo plazo.

La conservación de la diversidad genética de frijol en el sur oriente del estado de México como un estudio de caso, practicada o realizada por los productores locales, se puede apoyar con base en el aprendizaje con base en este estudio.

La variación de potencial de rendimiento se puede evaluar conforme a los protocolos de este estudio; con ello, la detección de las poblaciones de mayor rendimiento, pueden ser por un lado, elementos tecnológicos locales para aumentar la producción de frijol, y al mismo tiempo servir como incentivo para promover la bondad de estas poblaciones.

LITERATURA CITADA

- Avendaño A., C. H., P. Ramírez. V., Castillo. G. F., J. L. Chávez. S., y G. Rincón E. 2004. Diversidad isoenzimática en poblaciones nativas de frijol negro. Rev. Fitotecnia Mexicana. Chapingo, México. Vol. 27. 31-40.
- Beebe S., P. W. Skroch, J. Thome, M. C. Duque, Pedraza and J. Nienhus. 2000. Structure of genetic diversity among common bean landraces of Middle American origin based on correspondence analysis of RAPD. Crop Science. 40: 246-273.
- Castillo M., M. P. Ramírez V., F. Castillo G. y S. Miranda C. 2006. Diversidad morfológica de poblaciones nativas de frijol común y frijol ayocote del oriente del estado de México. Rev. Fitotecnia Mexicana. 29 (2): 111-119.
- Castillo G. M. 2006. Diversidad genética entre poblaciones de *Phaseolus vulgaris* y *coccineus* nativas del oriente del estado de México. Tesis de M. en C. Programa en Genética. Colegio de Postgraduados. 120 p.
- Delgado S., A. R. Bibler., Lavin M. 2004. Molecular phenology of the genus *Phaseolus* L. (Fabaceae). Ann. Rep. Bean Improv. Coop. 47:31-32.
- Gepts, P. 1988. Origin and evolution of common bean: past events and recent trends. Hort Science. 33: 1124-1130.
- Interian K., V. M. 2005. Asociación de la diversidad genética de los cultivos de la milpa con los solares agrícolas y factores socioeconómicos en el centro-oriente de Yucatán. Tesis de M. en C. Instituto de recursos Genéticos y Productividad, Programa en genética. Colegio de Postgraduados. Montecillo, edo. de México. 87 p.
- Lépiz I., R. 1974. Asociación de cultivos maíz-frijol. (Folleto técnico Núm. 48). Secretaria de Agricultura y Ganadería, Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas. Chapingo, México 46 p.
- Lépiz I., R. 1984. Avances de investigación en sistemas de producción que involucran frijol en México. Germen. 2(2): 1-46.
- Miranda C. S. 1967. Infiltración genética entre *Phaseolus coccineus* L. y *Phaseolus vulgaris* L. Colegio de Postgraduados. México. 48 p.
- Miranda C. S. 1991. Evolución de *P. vulgaris* y *P. coccineus* In: E. M. Engleman (ed). Contribuciones al Conocimiento del Frijol (*Phaseolus*) en México Colegio de Postgraduados. Chapingo, México. Pp. 83-99.
- Pastenes U., G. 2001. Diversidad fenotípica e isoenzimática de cultivares nativos de frijol común tipo flor de mayo. Tesis de M. en C. Programa en Genética. Colegio de Postgraduados. México. 183 p.
- Singh, S. P., R. Nodari and P. Gepts. 1991. Genetic diversity in cultivated common bean: II. Marker-based analysis of morphological and agronomic traits. Crop Sci. 31:19-29.

APÉNDICE

Cuadro 1A. Identificación de población, clave asignada, procedencia, nombre regional, y hábito de crecimiento de 100 poblaciones nativas de frijol común evaluadas en dos localidades (Montecillo y Ayapango) en el estado de México en 2006.

POBLACIÓN	CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	HÁBITO DE CRECIMIENTO
CPMEX05A-15	3D	Rojo	Amecameca, Méx.	IV
CPMEX05A-17	4D	Coconita	Amecameca, Méx.	IV
CPMEX05A-18	5D	Revuelto (rojo y coconita)	Amecameca, Méx.	IV
CPMEX02-25	3A	Negro	Atlahuacan, Mor.	IV
CPMEX02-26	4A	Revuelto	Atlatlahuacan, Mor.	IV
CPMEX03-43	21B	Apetito	Atlatlahuacan, Mor.	IV
CPMEX03-68	30B	Flor de mayo	Atlatlahuacan, Mor.	IV
CPMEX03-45	22B	Negro bola	Atlatlahuacan, Mor.	IV
CPMEX02-34	10A	Apetito	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX03-16	6B	Negro bola	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX03-26	11B	Cocona	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX03-27	12B	Revuelto	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX03-29	14B	Garrapato ó moro	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX03-30	2B	Amarillo	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX05A-19	6D	Franciscano	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX05A-29	13D	Frijol crema	Atlautla, Méx.	I
CPMEX05A-30	14D	Moro	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX05A-7	17D	Amarillo grande	Atlautla, Méx.	IV
CPMEX04-100	1C	Moro	Chalco, Méx.	IV
CPMEX04-99	3C	Amarillo pequeño	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-19	1E	Frijol negro	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-20	2E	Frijol crema	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-21	3E	Torito	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-23	4E	Flor de mayo	Chalco, Méx.	II
CPMEX05B-24	5E	Rojo	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-25	6E	Cacahuate bola	Chalco, Méx.	I
CPMEX05B-26	7E	Frijol crema	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-27	8E	Vaquita	Chalco, Méx.	I
CPMEX05B-28	9E	Vaquita	Chalco, Méx.	I
CPMEX05B-33	10E	Cacahuate bola	Chalco, Méx.	I
CPMEX05B-37	11E	Moro	Chalco, Méx.	I
CPMEX05B-41	12E	Frijol negro	Chalco, Méx.	III
CPMEX05B-42	13E	Frijol negro	Chalco, Méx.	II
CPMEX05B-43	14E	Flor de mayo	Chalco, Méx.	I
CPMEX05B-44	15E	Moro	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-45	16E	Amarillo	Chalco, Méx.	III

POBLACIÓN	CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	HÁBITO DE CRECIMIENTO
CPMEX05B-46	17E	Frijol negro	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-47	18E	Frijol negro	Chalco, Méx.	IV
CPMEX05B-48	19E	Apetito	Chalco, Méx.	IV
CPMEX02-21	21A	Garbancillo criollo	Cocotitlán, Méx.	III
CPMEX02-38	11A	Amarillo grande	Cocotitlán, Méx.	IV
CPMEX03-2	7B	Negro enredador	Cocotitlán, Méx.	IV
CPMEX02-6	19A	Mantequilla	Ixtapaluca, Méx.	III
CPMEX02-8	20A	Alubia chiquita criolla	Ixtapaluca, Méx.	I
CPMEX02-30	6A	Coconita	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX02-31	7A	Garrapato	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX02-32	8A	Rosita	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX02-33	9A	Cenitle	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX03-25	1B	Frijol enredador amarillo	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX03-3	15B	Frijol crema	Juchitepec, Méx.	III
CPMEX03-32	16B	Coconita	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX03-33	17B	Revuelto	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX03-36	18B	Moro	Juchitepec, Méx.	I
CPMEX03-38	19B	Flor de mayo	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX03-48	23B	Frijol crema	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX03-49	24B	Frijol negro	Juchitepec, Méx.	I
CPMEX05A-8	18D	Coconita	Juchitepec, Méx.	IV
CPMEX02-11	1A	Vaquita	Jumiltepec, Mor.	IV
CPMEX02-44	13A	Mantequilla	Nealtican, Pue.	III
CPMEX02-45	14A	Parraleño, bajo acerado	Nealtican, Pue.	I
CPMEX02-48	15A	Parraleño, chico	Nealtican, Pue.	II
CPMEX03-14	5B	Cocona	Nepantla, Méx.	IV
CPMEX05A-32	15D	Rojo	Nepantla, Méx.	IV
CPMEX03-63	26B	Bola palacio	Ocuituco, Mor.	IV
CPMEX03-64	27B	Amarillo	Ocuituco, Mor.	IV
CPMEX02-29	5A	Ensaladilla (mezclado)	Ozumba, Méx.	IV
CPMEX05A-26	10D	Moro	Ozumba, Méx.	IV
CPMEX05A-12	1D	Revuelto	Ozumba, Méx.	IV
CPMEX05A-14	19D	Amarillo pequeño	Ozumba, Méx.	IV
CPMEX05A-20	7D	Amarillo pequeño	Ozumba, Méx.	IV
CPMEX05A-24	9D	Amarillo grande	Ozumba, Méx.	IV
CPMEX05A-4	16D	Amarillo	Ozumba, Méx.	IV
CPMEX02-22	2A	Rosita	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX02-39	12A	Rojito	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX03-20	8B	Coconita	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX03-22	9B	Amarillo enredador	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX03-24	10B	Criollo amarillo	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX03-28	13B	Frijol apetito bola	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX03-74	33B	Revuelto	Tepetlixpa, Méx.	IV

POBLACIÓN	CLAVE	NOMBRE	ORIGEN	HÁBITO DE CRECIMIENTO
CPMEX05A-13	2D	Coconita	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX05A-22	8D	Torito	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX05A-27	11D	Franciscano	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX05A-28	12D	Coconita	Tepetlixpa, Méx.	IV
CPMEX03-62	3B	Ensaladilla	Tetela del Volcán, Mor.	IV
CPMEX02-51	16A	Moro	Tlalmanalco, Méx.	IV
CPMEX02-52	17A	Amarillo	Tlalmanalco, Méx.	IV
CPMEX04-122	2C	Ojo de liebre	Tlalmanalco, Méx.	IV
CPMEX02-55	18A	Yacapaxtle	Tlaltetelco, Mor.	IV
CPMEX03-41	20B	Frijol coloradito	Yecapixtla, Mor.	IV
CPMEX03-60	25B	Amarillo	Yecapixtla, Mor.	IV
CPMEX03-66	28B	Bola palacio	Yecapixtla, Mor.	IV
CPMEX03-67	29B	Flor de mayo	Yecapixtla, Mor.	IV
CPMEX03-70	31B	Amarillo	Yecapixtla, Mor.	IV
CPMEX03-71	32B	Flor de mayo	Yecapixtla, Mor.	I
CPMEX03-72	4B	Bola palacio	Yecapixtla, Mor.	IV
CPOAX05-1	1F	Negro pequeño	Etla, Oax.	IV
CPOAX05-3	2F	Rojito	Etla, Oax.	IV
CPOAX05-4	3F	Crema pequeño	Etla, Oax.	IV
CPOAX05-6	4F	Crema pequeño	Etla, Oax.	IV
CPOAX05-8	5F	Ensaladilla	Etla, Oax.	IV

Cuadro 2A. Promedios y diferencia mínima significativa (DMS) de 94 poblaciones nativas de frijol común, evaluadas en la localidad de Ayapango estado de México en 2006.

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	DMF	PLLG	CONCH	XAP	ANTRAC	ROYA	IC	TLLG
7E	11	1	97.43	5.98	134.93	90.63	8.5	12	5.5	37.11	118	183.3	65.33	4.83	7.55	5.94	7.44	0.6	2.07
9B	11.1	1.13	62.5	5.57	108.1	119.3	9	12	5.4	43.73	111.67	173	61.33	3.76	5.21	2.65	8.78	0.5	1.76
28B	10.09	1.19	60.63	5.05	101.28	171.53	8.7	12.5	5.6	36.52	109	180	71.00	5.9	7.86	5.48	8.39	0.4	1.43
14B	10.95	1.2	53	4.93	100.87	135.27	8.8	11.7	5.4	40.64	93.67	152.7	59.00	5	6.58	5.25	8.98	0.4	1.71
9D	9.64	1.41	46.73	3.53	95.47	138.4	11.6	15	6.7	65.1	96.33	163.7	67.33	5.3	7.77	4.83	8.47	0.4	1.42
10B	10.56	1.07	65.37	5.51	94.1	125.9	9.3	13.3	5.5	45.52	118	194	76.00	5.03	6.29	4.83	9.3	0.4	1.24
1C	11.16	1.01	51.53	6	93.07	95.13	8.2	11.7	5.7	33.05	111.67	180	68.33	5.68	6.93	5.04	9.47	0.5	1.36
12D	12.62	1.07	59.47	6.13	90.13	93.6	8.3	13.8	5	39.16	118	183.3	65.33	5.21	5.68	4.72	9.76	0.5	1.38
10D	11.72	1.01	50.27	6.76	89.2	108.93	8.3	11.6	5.1	31.59	100	166	66.00	5.47	6.38	5.85	11.04	0.5	1.35
1A	10.71	1.02	65.53	5.18	87.67	123.87	8.4	11.7	5.9	33.87	111.67	183.3	71.67	5	5.84	3.49	7.69	0.4	1.22
17D	11.02	1.43	50.47	3.87	86.47	126.93	9.5	12.7	5.8	47.48	118	183.3	65.33	5.24	6.75	3.55	7.48	0.4	1.32
13B	11.52	0.91	52.2	6.19	86	86.89	8.4	11.7	5.6	37.03	96.33	151.3	55.00	6.22	6.75	5.56	8.36	0.5	1.56
14D	11.15	1.02	43.27	5.78	85	84.6	8.2	12.2	5.6	35.1	88.33	150.3	62.00	5.68	6.95	4.4	9.47	0.5	1.37
2E	11.04	1.14	63.27	4.96	84.87	131.47	9.2	12.5	5.5	37.63	118	183.3	65.33	5.21	7.72	4.87	6.66	0.4	1.3
16B	12.95	1.04	47.2	5.78	82.87	90.53	8.2	12.8	4.6	33.51	74.33	132.3	58.00	5.24	7.02	5.03	10.35	0.5	1.43
2C	11.84	1	52.2	5.82	82.8	129.13	8.1	14.5	4.6	38.83	94.67	159.3	64.67	6.15	7.77	4.4	9.46	0.4	1.28
26B	10.19	1.15	64.58	4.42	81.28	106.77	9.7	12.7	6.1	40.48	93.67	154.7	61.00	5.68	8.02	6.38	9.3	0.4	1.33
19B	11.23	1.08	48.07	4.8	79.93	113.33	9.4	13	5.8	40.05	87	153	66.00	6.05	6.75	6.04	8.33	0.4	1.21
12A	11.55	0.92	45.4	4.98	79.47	153.73	7.9	14	4.6	37.27	118	194	76.00	5.24	7.39	4.1	7.55	0.3	1.05
23B	10.47	0.93	37.2	5.42	79.33	85.87	7.3	11.2	4.3	26.84	81.67	151.7	70.00	5.5	6.29	4.4	7.97	0.5	1.13
5D	12.33	1.15	51.93	4.78	73.6	127.87	8.7	15.3	4.7	46.77	111.67	183.3	71.67	5.3	8.94	4.19	9.88	0.4	1.03
8D	10.86	1	53.07	5.09	73.2	117.13	8	13.7	5.4	40.67	118	180	62.00	5.03	7.86	3.55	10.03	0.4	1.18
8A	12.1	0.93	38	5.73	72.2	90.13	8.7	13.1	5.1	34.06	102.67	162.7	60.00	5.67	7.6	4.83	11.25	0.4	1.2
6B	9.59	1.24	58.53	3.51	72	91.8	9.8	12.2	5.7	41.08	112.67	179	66.33	3.46	4.26	2.85	8.63	0.4	1.09
31B	11.56	1.1	45.13	5.13	71.93	135.47	8.6	13.4	5	36.32	118	194	76.00	5.21	7.57	4.4	9.07	0.4	0.95
12B	11.77	1.15	55.51	4.23	70.49	132.52	8.4	16	5	40.58	118	194	76.00	5.24	6.12	5.03	9.95	0.4	0.93
1F	9.62	0.85	49.67	7.02	69.6	118	7.5	11.6	5.4	25.5	118	183.3	65.33	5.21	6.68	5.74	8.92	0.4	1.07
11B	11.26	0.99	31.93	5.76	68.93	123.73	8.3	12.7	4.6	30.54	118	194	76.00	5.21	7.11	4.4	9.3	0.4	0.91
15D	12.25	1.05	43.8	5.16	68.2	101.87	7.5	13.6	4.1	28.86	118	194	76.00	5.5	7.83	4.46	9.25	0.4	0.9
8B	12.04	1.1	48.07	4.98	66.8	136.6	8.8	14.6	5	44.26	111.67	179.3	67.67	5.74	6.93	4.4	8.7	0.3	0.99
2B	10.63	1.16	28.8	4.27	66.2	53.6	8	12.7	5.5	38.14	91.67	155.3	63.67	6.96	7.38	5.94	8.5	0.6	1.04
4B	10.51	1.5	51.87	4.58	66.2	95.33	9	12.6	5.8	43.36	103.33	180	76.67	5.38	6.12	5.47	8.19	0.4	0.86
19D	9.01	0.94	36.33	4.3	66.13	141.53	9	12.6	6	41.66	118	178	60.00	3.67	3.93	2.44	8.93	0.3	1.1
18D	11.92	1.21	40.87	4.64	65.8	122.8	8.4	14.1	4.7	39.2	111.67	176.7	65.00	5.24	7.39	4.57	8.98	0.4	1.01
18A	10.75	1.12	46.4	5.07	65.3	112.53	8.8	12.1	6.6	44.1	107	179.3	72.33	5.24	7.13	4.66	10.25	0.4	0.9
1D	11.31	1.03	49.67	5.02	64.27	131.8	8.4	14.4	4.5	41.01	118	194	76.00	5.47	7.57	4.4	8.56	0.3	0.85
7A	11.08	0.94	32.73	6.02	63.18	106.03	8.4	11.8	5.6	31.28	118	183.3	65.33	5.03	8.04	4.83	9.77	0.4	0.97
3D	11.62	0.96	45.8	5.08	62.13	106.45	8.3	14.4	4.7	40.47	118	183.3	65.33	6.06	7.39	4.46	9.3	0.4	0.95

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	DMF	PLLG	CONCH	XAP	ANTRAC	ROYA	IC	TLLG
2A	12.06	1.05	33.87	5.07	61.6	137.47	8	12.3	4.1	29.26	111.67	194	82.33	5.38	6.75	4.6	10.41	0.3	0.75
17A	11.02	1.12	46.33	4.47	61.53	123.4	8.7	13	5.5	34.61	118	183.3	65.33	5.03	6.87	4.1	9.14	0.3	0.94
5B	12.7	1.18	46	4.76	60.27	98.55	9.3	14.3	5.7	44.34	118	194	76.00	5.64	7.01	4.4	9.3	0.4	0.79
4A	11.34	1.07	36.8	4.69	58.07	102.93	9.5	14.3	7.1	51.16	105.33	180	74.67	5.77	7.77	5.46	9.42	0.4	0.78
4D	10.81	1.01	34.13	4.67	56.07	111	8.5	14.3	5.1	35.43	118	183.3	65.33	6.75	6.52	4.63	8.32	0.3	0.86
16D	10.17	0.95	45	4.2	56	61.6	8.7	13	5.5	40.09	67.33	115.7	48.33	5.03	6.96	4.4	8.54	0.5	1.16
3C	8.83	0.87	44.05	4.71	55.8	50.62	7.6	12.4	4.7	30.27	74.33	149.7	75.33	6.05	6.02	3.76	8.83	0.5	0.74
10A	11.42	1.34	33.27	4.58	55.53	90.4	8.9	13	6.1	42.6	79.67	144	64.33	6.38	7.13	4.61	9.04	0.4	0.86
5A	12.23	0.96	41.53	5.1	54.07	70.17	7.9	12.3	5	30	118	194	76.00	5.68	8.3	5.68	8.51	0.4	0.71
6A	10.19	0.92	51.93	5.38	53.33	91.33	8.1	12.5	4.9	31.03	118	194	76.00	6.05	6.49	4.66	9.53	0.4	0.7
1E	10.86	0.89	32.8	6.53	53	50.2	8.1	11	5	31.92	100	148.5	48.50	3.49	4.74	2.82	8.49	0.5	1.09
6D	11.85	1.04	34.07	4.8	52.4	116.8	8.3	13.2	4.6	33	118	183.3	65.33	5.41	7.4	5.68	11.78	0.3	0.8
30B	9.53	1.15	32.7	3.8	51.3	69	9.2	10.9	5.7	41.66	71.33	147	75.67	3.92	3.96	3.55	9.01	0.4	0.68
21B	11.32	1.01	38.73	4.25	49.93	101.33	9	12.8	5.7	46.22	86.33	144.7	58.33	4.13	6.64	3.29	7.17	0.3	0.86
1B	10.69	1.2	32.27	4.78	49.87	79.4	8.9	12.2	5.5	43.51	118	180	62.00	6.15	8.3	5.85	10.7	0.4	0.8
11D	11.65	1.03	36.9	4.1	49.7	97.5	8.4	13.3	4.6	34.52	109	168	59.00	3.46	5.88	3.99	8.87	0.3	0.84
19E	11.52	1.3	32.67	4.51	49.13	78.47	8.7	12.7	5.4	42.44	88.67	149.7	61.00	8.23	7.77	4.4	9.65	0.4	0.81
33B	12.45	1.03	40.87	4.76	49.13	119.53	8.2	14.4	4.5	36.49	111.67	179.3	67.67	5.03	6.96	4.95	9.02	0.3	0.73
25B	11.69	1.02	47.47	4.64	47.33	97.27	8.4	14.3	5	40.72	118	180	62.00	3.46	3.93	3.49	6.71	0.3	0.76
16E	11.06	1.14	38.53	4.73	46.53	101	8.1	12.7	5.4	33.75	111.67	180	68.33	5.3	6.12	5.04	9.03	0.3	0.68
29B	9.23	1.06	52.27	3.27	46.33	75.47	8.2	12	6	39.64	62	127.3	65.33	6.22	7.94	4.57	8.98	0.4	0.71
2D	11.79	0.88	35.8	4.91	45.73	85.33	8	14.4	4.8	35.84	118	183.3	65.33	5.68	6.93	5.03	9.02	0.4	0.7
7D	11.14	1.07	36.47	5.04	43.8	105.13	8.4	12.4	5	31.84	118	183.3	65.33	5.24	7.66	5.47	10.8	0.3	0.67
2F	9	0.91	30.67	5.11	43.73	84.73	6.6	11	5	24.56	107	180	73.00	5.88	6.85	5.24	9.48	0.3	0.6
16A	11.04	1.01	24.27	5.56	43.47	50.13	8.3	11.5	5.5	32.73	105.33	169.3	64.00	5.24	7.86	4.6	9.5	0.5	0.68
3B	10.79	1.01	37.2	4.13	42.13	99.53	7.6	13.3	4.3	30.07	107	179.3	72.33	5.94	7.86	4.77	8.83	0.3	0.58
22B	9.21	1.37	33.87	3.13	40	102.53	9.8	12.5	6.1	45.21	101.67	180	78.33	6.49	7.13	4.4	9.09	0.3	0.51
15B	9.59	1.02	30.73	3.64	39.67	31.53	8.4	13.7	5.2	38.45	62	114	52.00	5.21	6.96	5.94	7.71	0.6	0.76
17B	11.57	1.11	20.8	5.47	39	52.2	8.1	12.5	5.2	33.27	95.67	150.7	55.00	6.31	7.66	3.96	9.86	0.4	0.71
5E	10.88	0.86	37.53	5.29	38.13	94.27	7	12.5	3.6	24.55	118	180	62.00	6.58	7.11	5.09	8.19	0.3	0.62
4F	8.22	0.81	23.33	5.22	34	27.33	8	11	6.6	35.06	69	124.7	55.67	3.49	5.65	3.67	8.91	0.6	0.61
3A	10.38	0.94	42.8	5.04	33.53	101.27	8.8	12.6	5.1	36.96	118	194	76.00	6.52	7.44	5.03	9.54	0.3	0.44
24B	9.97	1.07	20.2	4.53	32.53	31.27	9	13.7	5.5	41.39	62	119	57.00	5.2	5.68	4.13	7.66	0.5	0.57
3E	12.12	1.03	35.6	4.76	30.87	91.73	7.6	13.2	4.5	28.73	118	194	76.00	5.24	7.22	5.3	10.03	0.3	0.41
18B	9.87	0.92	23.4	5	28.6	23.4	7	11.3	4.5	29.73	71.33	124	52.67	6.14	7.97	3.76	9.03	0.6	0.54
11A	9.76	1.04	20.53	3.98	27.2	97.93	9.1	12.3	6.5	39.46	118	194	76.00	5.85	6.75	4.66	9.39	0.2	0.36
11E	9.43	0.96	15.53	4.4	25.27	20.73	8	11.8	5.1	32.28	76.67	136.3	59.67	5.21	6.67	3.55	7.66	0.6	0.42
20B	7.85	0.88	18.4	5	24.33	86.27	7.1	9.8	5	20.54	111.67	169.3	57.67	5.59	6.75	5.03	9.02	0.2	0.42
19A	8.81	1.85	17.4	3.8	22	17.2	8.7	11.8	5.5	37.76	54.33	121	66.67	3.29	4.36	2.56	7.41	0.6	0.33
7B	9.7	1.09	21	4.6	21.8	18.6	8.4	12.8	5.4	36.93	46	92.5	46.50	5.71	5.65	3.29	10.02	0.5	0.47
12E	7.93	1.05	11.5	3.27	21.7	17.1	9.2	12.6	6.2	42.47	53	112.5	59.50	4.93	4.1	1.54	10.09	0.6	0.36

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	DMF	PLLG	CONCH	XAP	ANTRAC	ROYA	IC	TLLG
9A	11.58	0.92	18.93	3.38	21.53	96.73	8	13	4.7	31.49	118	183.3	65.33	5.88	7.76	5.04	8.7	0.2	0.33
3F	8.63	0.79	15	5.49	21.07	25.47	7.8	11.2	6.7	33.67	69	148	79.00	6.69	7.37	4.83	9.04	0.5	0.27
17E	8.96	1.1	14.2	3.31	20	32.13	9.2	13.5	6.3	43.14	54.33	108.3	54.00	6.14	7.39	4.19	9.24	0.4	0.37
21A	8.09	1.06	15.85	2.98	18.5	15.7	7.8	13.7	4.7	32.1	48	90	42.00	1.81	1.54	0.64	11.54	0.5	0.44
32B	9.73	1.12	18.4	3.8	18.2	15.8	9.2	12.4	5.5	48.57	62	109.7	47.67	4.13	5.47	3.29	8.19	0.5	0.38
15A	7.77	0.92	8.67	3.9	14.74	17	8.5	11.8	5	31.54	62	105.7	43.67	5.24	7.22	7.09	8.83	0.5	0.34
13E	9.12	1.2	16	3.06	14.65	33.78	8.2	12.7	5.5	49.56	55.33	110	54.67	6.02	6.96	4.2	8.08	0.3	0.27
15E	6.44	0.99	11.07	2.47	12.03	15.33	8.6	12.6	6.3	46.89	54.33	115	60.67	4.13	3.47	2.65	9.41	0.4	0.2
10E	6.84	1.05	8.33	3.78	12	8.33	9.3	12.3	7.1	53.41	54	120	66.00	3.02	4.1	1.54	7.13	0.6	0.18
27B	11.42	1.14	12.4	4.65	11.97	35.87	9	12.9	5.1	35.94	93	161.3	68.33	5.94	8.13	5.1	8.79	0.3	0.18
5F	9.8	1.38	16	3.2	11.07	84.53	9.6	13	6	38.57	105.33	178.7	73.33	3.72	4.57	5.21	5.59	0.1	0.15
9E	7.4	1.23	5	2.67	11	7.00	8.0	12.5	6.2	45.59	62	90	28.00	0.64	2.19	0.64	2.87	0.6	0.39
13A	7.33	1.03	11.23	3.47	9.9	11.13	8.9	12.7	5.7	42.04	44.67	88.5	43.83	1.91	3.72	1.28	7.81	0.5	0.23
14A	7.83	1.14	7.6	2.33	9.6	7.8	9.4	13.2	6	52.84	46	95	49.00	2.18	4.46	1.54	4.93	0.6	0.2
20A	7.79	0.78	7.8	2.87	6.2	10.8	5.6	9	4.4	15.53	69	127	58.00	3.02	3.29	2.44	7.7	0.4	0.11
Prom	10.46	1.07	37.02	4.66	53.79	84.43	8.47	12.74	5.35	37.66	96.18	160.62	64.44	5.16	6.54	4.34	8.84	0.40	0.83
DMS	2.71	0.38	52.15	2.44	75.77	97	0.94	1.49	0.84	7.2	40.72	72.75	52.03	5.4	6.01	2.96	2.67	0.2	1.46

Prom=Promedio; DMS=Diferencia Mínima significativa; LV=Largo de vaina (cm); AV=Ancho de vaina (cm); NVP=Número de vainas por planta; NSV=Número de semillas por vaina; PSP=Peso de semilla por planta (g); PMSP=Peso de materia seca por planta (g); AS=Ancho de semilla (cm); LS=Largo de semilla (cm); GS=Grosor de semilla (cm); P100S=Peso de cien semillas (g); DF=Días a floración; DMF=Días a madurez fisiológica; PLLG=Periodo de llenado de grano (días); CONCH=Incidencia de conchuela; XAP=Incidencia de xanthomona; ANTRAC=Incidencia de antracnosis; ROYA=Incidencia de roya; IC=Índice de cosecha; TLLG=Tasa de llenado de grano.

Cuadro 3A. Promedios y diferencia mínima significativa (DMS) de 94 poblaciones nativas de frijol común evaluadas en la localidad de Montecillo estado de México en 2006.

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	DMF	PLLG	CONCH	ANTRAC	XAP	ROYA	IC	TLLG
17D	10.64	1.2	37.4	4.56	71.33	89.87	10.47	15.53	6.93	68.4	108	176.3	68.33	8.23	4.83	7.92	4.092	0.44	1.04
14D	11.01	1.03	35.6	6.42	71.07	74.4	8.93	12.4	6.13	46.91	108.67	152.3	43.67	7.92	4.89	9.89	5.359	0.49	1.63
2F	10.6	0.74	27.47	7.47	64.13	62.8	6.83	10.63	5.27	31.95	113	152.3	39.33	7.87	5	8.95	4.092	0.51	1.63
16A	11.49	0.92	32.2	6.73	61.67	70.00	7.67	11.77	5.77	40.78	109.67	166.3	56.67	7.39	5.56	8.75	4.357	0.47	1.09
2B	10.97	0.97	22.53	5.42	61.53	66.87	8	12.33	5.8	42.88	104	145.7	41.67	9.36	4.62	8.59	4.36	0.48	1.48
7E	11.54	1.1	25.87	5.64	57.6	57.00	8.97	12	6.47	44.26	108.67	175.7	67.00	8.28	5.2	8.59	4.623	0.5	0.86
20B	8.76	0.85	21.6	6.91	52.13	54.87	7.6	10.5	5.8	34.34	106.33	145.7	39.33	7.45	5	8.59	5.002	0.49	1.33
26B	9.64	1.05	25.67	4.11	50	63.67	8.73	13.13	6.43	45.4	98	136.3	38.33	7.27	4.62	8.21	4.828	0.44	1.3
2E	11.46	1.1	27.33	5.13	49.6	68.00	8.87	12.47	6.13	45.62	104.67	168	63.33	7.54	5.26	8.18	4.357	0.42	0.78
3D	11.52	0.97	30.4	4.84	48.73	63.13	7.9	14.47	4.5	42.6	117.67	167.7	50.00	9.42	4.62	7.86	4.828	0.44	0.97
13B	10.83	0.97	27.93	5.2	47.47	33.2	8.83	12.63	6.8	44.44	96.67	146.7	50.00	8.18	4.62	9.27	4.357	0.59	0.95
1F	11.38	0.78	24.53	7.02	47.13	46.67	6.8	11.17	5.47	33.15	107.67	149	41.33	8.54	4.36	9.18	4.47	0.5	1.14
19B	10.76	1	22.53	4.84	46.4	42.00	8.4	11.77	6.07	47.54	96.67	128.3	31.67	7.33	5.47	7.86	4.092	0.52	1.47
10A	11.5	1.15	25.07	4.96	45.07	55.53	9.23	13.77	6.7	66.24	106.67	163.3	56.67	8.12	4.62	9.77	4.56	0.45	0.8
17E	10.28	0.99	28.53	4.49	44.2	42.53	8.97	13.77	6.4	44.99	64	145.7	81.67	7.68	4.77	8.39	4.092	0.51	0.54
1C	11.24	0.91	25.8	6.62	43.47	52.6	7.57	11.5	5.7	35.41	103.33	145.7	42.33	8.27	4.62	8.59	5.472	0.45	1.03
1A	10.06	0.91	24.8	4.82	42.33	62.6	7.93	12.63	5.27	35.67	115.67	177.3	61.67	10.17	4.89	8.62	5.09	0.4	0.69
1E	10	0.94	24.4	5.16	39.67	45.93	8.1	10.93	5.97	33.52	99.33	141.3	42.00	8.78	4.83	9.03	5.267	0.46	0.94
4F	9.93	0.77	19.8	5.98	39.47	32.13	7.33	10.23	6.17	30.71	67.33	109.7	42.33	7.48	4.36	9.53	4.357	0.55	0.93
30B	10.56	1.03	22.13	5.22	39.27	32.93	8.7	12.07	6.2	48	68.67	130	61.33	7.01	4.51	9.33	3.507	0.54	0.64
3C	9.32	0.81	30.53	4.47	39.2	36.2	7.17	12.8	5.2	39.3	90	142.3	52.33	7.01	4.89	8.7	4.092	0.52	0.75
8A	12.27	1.01	24.2	5.8	38.6	49.93	8.17	14.27	5.4	30.49	109	143.3	34.33	9.69	5.15	9.09	4.74	0.44	1.12
16B	11.5	0.97	20.47	5.6	38	46.33	7.57	13.07	4.8	35.24	99.67	149	49.33	8.79	5.53	9.3	4.297	0.45	0.77
19A	10.54	1.15	24.6	4.82	38	26.8	8.57	12.43	5.93	45.14	62.67	115.7	53.00	8.59	3.85	10.7	3.853	0.59	0.72
12D	12.5	1.01	24	4.62	37.6	72.67	7.73	13.57	4.77	37.02	121	162.3	41.33	8.09	4.56	9.33	4.092	0.34	0.91
4A	12.12	0.97	24.13	5.87	37.6	50.2	9.9	14.87	7.03	65.75	101	142.3	41.33	7.27	4.36	8.27	4.62	0.43	0.91
10D	10.62	0.95	19.27	5.56	36.87	49.47	8.13	12.6	5.93	41.4	106	149	43.00	8.65	5.3	8.95	4.828	0.43	0.86
12E	9.21	0.91	22.93	4.49	35.73	28.07	8.4	12.37	6.3	37.77	64.33	115	50.67	7.52	3.45	9.02	3.454	0.56	0.71
5B	13.54	1.16	19.2	4.71	35.53	71.8	8.77	14.53	5.63	46.24	119	169.7	50.67	9.73	4.36	9.56	3.461	0.33	0.7
6B	8.74	1.03	22.47	3.76	35.53	44.33	8.87	11.9	6	38.22	108.33	171.3	63.00	8.59	4.36	8.94	4.357	0.44	0.56
5A	10.68	0.89	31.47	5.22	35.33	62.6	6.73	12.33	4.37	27.48	112	167.3	55.33	9.68	4.62	8.65	4.09	0.36	0.64
19E	11.39	1.09	19.4	5	35.2	49.8	8.6	13.23	6.37	46.09	100	153.3	53.33	7.21	5.36	9.39	4.357	0.41	0.66
21B	11.03	1.07	17.93	4.8	35	57.2	8.5	13.57	6.03	44.75	98	150	52.00	8.24	4.36	8.54	4.092	0.38	0.67
7A	10.53	1.02	16.33	5.56	34.33	43.47	7.77	12.07	5.67	40.38	104	149	45.00	9.68	4.83	10.17	4.3	0.44	0.76
15D	12.18	0.94	25.13	4.78	33.87	55.53	8.13	14.63	4.53	40.28	118.33	182.3	64.00	8.59	4.36	8.15	3.826	0.38	0.53
17B	11.2	1.05	20.6	5.09	33.8	47.8	7.97	11.07	5.37	37.39	100	159.7	59.67	9.3	4.36	10.57	4.297	0.41	0.57
29B	10.82	1.08	20.6	5.51	33.6	35.93	8.5	12	6.2	48.15	69.67	113.3	43.67	6.74	4.44	8.07	4.171	0.48	0.77
8B	11.12	1.06	26.33	3.87	32.8	55.93	8.2	15.27	5.57	45.35	119	167.3	48.33	8.45	4.62	8.8	4.092	0.37	0.68

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	DMF	PLLG	CONCH	ANTRAC	XAP	ROYA	IC	TLLG
3E	12.21	0.94	32.33	4.62	32.2	46.93	7.67	14.3	4.6	36.45	110.33	173.7	63.33	8.12	4.62	7.95	4.623	0.41	0.51
19D	10.4	1.03	16	4.82	32.13	52.13	8.33	12.6	5.57	41.91	119	177	58.00	7.21	4.89	8.62	5.154	0.38	0.55
4D	11.91	1.11	20.07	4.49	32.13	55.47	8.07	14	5.07	42.98	117.67	177.7	60.00	7.18	5.15	8.62	4.357	0.37	0.54
23B	10.15	0.92	21.53	5.04	31.67	32.47	7	12.47	5.13	34.06	74.67	116.7	42.00	8.13	4.62	8.48	3.826	0.49	0.75
5E	10.75	0.86	29.6	4.96	31.07	51.67	6.7	11.9	4.33	25.88	117.67	176.3	58.67	7.65	5	9	4.623	0.38	0.53
25B	9.76	1.13	16	4.02	30.27	65.93	7.57	11.17	5.43	32.94	119	173.7	54.67	8.28	5.15	9.06	4.092	0.31	0.55
17A	10.56	0.96	16.87	4.8	30.07	58.47	8.4	13.07	5.33	42.52	114.67	187	72.33	7.5	5.26	9.24	4.828	0.34	0.42
1D	10.37	0.9	17.87	4.58	29.73	51.73	7.53	13.93	4.73	38.29	121	173.7	52.67	8.07	5.79	7.45	4.357	0.37	0.56
13A	10.17	1.06	19.8	4.73	28.93	18.53	8.7	12.4	6	37.66	64	111.7	47.67	8.32	2.55	9.14	3.773	0.61	0.61
22B	8.83	1.08	18.73	3.29	28.07	47.47	8.6	11.63	5.83	46.82	112	166.3	54.33	8.09	5.42	9.45	4.562	0.37	0.52
3B	10.37	0.91	27	3.6	28.07	49.13	7.3	12.87	4.17	26.79	123.67	177	53.33	9.59	5.36	9.97	4.36	0.36	0.53
21A	9.76	0.99	15.27	4.49	27.8	22.67	8.27	12.97	5.73	44.37	73	116	43.00	7.48	3.98	8.29	3.507	0.55	0.65
3A	10.48	0.94	23.87	4.36	27.6	57.2	8.9	13.07	6.27	53.3	122.33	176.7	54.33	7.71	5.73	9.44	4.36	0.33	0.51
18A	10.82	1.11	16.2	4.09	26.87	41.33	8.17	11.9	6.13	41.05	103.67	163.3	59.67	7.65	4.62	8.97	4.357	0.39	0.45
6A	10.98	0.89	18	3.24	26.73	53.2	7.33	12.9	4.73	46.6	117.67	176.7	59.00	8.5	4.62	8.8	4.36	0.33	0.45
15E	8.98	1.01	19.33	4.44	26.33	28.27	8.53	11.6	6.37	42.79	63.67	133.3	69.67	6.54	4.04	8.11	4.039	0.48	0.38
3F	8.97	0.71	18	5.33	26.27	27.8	7.4	10.57	6.4	30.88	71	117.3	46.33	7.54	4.17	8.18	3.507	0.49	0.57
2A	9.75	0.9	19.13	4.02	25.6	74.6	7.3	13.53	4.87	35.95	118.33	159	40.67	8.15	5.73	8.59	4.83	0.26	0.63
15A	8.46	0.9	19.73	4.93	25.47	19.8	9	12.73	5.73	47.08	64	112.7	48.67	7.95	4.04	9.81	3.773	0.56	0.52
15B	10.27	0.81	15.8	4.91	25.47	27.33	7.4	12.77	5.3	33.99	71	130	59.00	7.54	4.09	8.39	4.623	0.48	0.43
11B	10.49	0.96	17	5.71	25.4	42	7.43	12.4	4.43	28.76	119	163	44.00	9.85	4.62	8.8	4.092	0.38	0.58
8D	11.01	0.91	16.33	4.02	25.2	57.73	7.23	13.57	4.87	39.2	98	145.3	47.33	8.07	5.42	8.45	4.092	0.3	0.53
16E	10.32	0.95	15	4.38	25.13	75.2	7.6	13.33	4.77	34.59	109.67	173	63.33	7.27	5.09	8.56	4.357	0.25	0.4
32B	9.99	0.91	15.73	5.24	25	28.07	8.37	12.03	5.9	40.48	71	129	58.00	7.8	3.77	11.21	3.773	0.47	0.43
16D	10.29	0.95	18.6	5.27	24.2	21.4	8.37	13	5.47	32.16	87	146.3	59.33	7.01	4.62	6.88	4.357	0.53	0.41
18D	10.8	0.98	15.4	3.42	24.07	56.53	7.73	13.63	4.93	28.76	121	172.3	51.33	8.54	4.62	8.21	3.826	0.3	0.47
1B	9.44	1.08	9.8	2.78	24.07	34.87	8.53	12.87	6.2	44.93	114.33	175.7	61.33	7.68	4.36	8.21	5.47	0.41	0.39
7B	9.9	1.02	15.8	5.09	24.07	21.87	7.73	12.03	4.93	33.01	64.33	113.3	49.00	8.2	3.77	8.68	4.304	0.52	0.49
7D	10.64	0.88	18.13	5.33	23.93	92.47	7.37	12.03	5.2	28.6	98.67	157.7	59.00	10.35	5.09	9.12	5.503	0.21	0.41
9B	9.89	1.05	17.87	4.53	23.87	54.53	8.37	11.8	5.63	38.68	110.33	169	58.67	7.15	4.36	8.39	4.828	0.3	0.41
14B	11.12	1.17	12	4.33	23.8	19	8.77	12.03	6.37	54.16	112	183	71.00	8.33	4.56	10.42	3.188	0.56	0.34
4B	9.26	1.09	12.53	4.02	21.93	51	9.3	13.3	7.07	45.38	112	149	37.00	9.45	4.56	8.65	4.09	0.3	0.59
9D	8.75	1.21	12	2.73	21.93	42.53	10.77	14.53	6.93	57.04	104.33	164.3	60.00	7.39	5.56	8.39	4.357	0.34	0.37
11E	9.48	0.83	15.8	4.42	21.2	26.13	7.43	12.43	4.97	33.17	87	138	51.00	7.01	4.89	9.5	4.357	0.45	0.42
6D	11.2	0.84	20.87	3.6	21	56.47	7	13.33	4.47	29.32	117.67	167	49.33	9.53	5.09	9.16	5.472	0.27	0.43
14A	9.71	1.23	12	3.31	20.73	17.2	9.33	14.03	6.9	62.27	64	112.3	48.33	6.48	2.7	7.98	3.454	0.55	0.43
2D	10.86	0.92	16.13	3.29	20.73	97.07	7.63	14.6	4.8	39.53	119	177.7	58.67	7.33	5.56	8.59	5.002	0.18	0.35
12A	10.63	0.85	16.07	3.4	20.6	70.87	7.57	13.97	4.57	36.42	118.33	177	58.67	9.17	5.15	10.11	4.357	0.23	0.35
13E	9.84	0.99	15.73	4.36	20.6	21.4	8.1	12.23	6.23	43.38	64.33	114	49.67	8.01	4.36	8.21	4.357	0.49	0.41
33B	10.38	0.92	15.87	4.51	20.27	61.73	7.37	13.83	4.63	40.71	113.67	177	63.33	8.89	4.3	9.61	3.726	0.25	0.32
11A	9.79	1.1	13.13	3.8	20.2	61.27	9	12.87	5.87	47.33	119.33	187	67.67	7.68	4.77	9.35	4.828	0.25	0.3

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	DMF	PLLG	CONCH	ANTRAC	XAP	ROYA	IC	TLLG
5D	11.57	0.95	14	3.02	19.27	50.27	7.97	13.87	5.03	31.73	120.33	173.7	53.33	8.42	4.83	9.59	5.002	0.28	0.36
18B	9.56	0.82	12.93	4.18	18.8	20.93	7.43	12.1	4.67	27.83	87	144.7	57.67	7.33	3.77	9.32	3.507	0.47	0.33
24B	8.36	0.93	10.2	3.93	18.13	20.53	8.1	12.7	5.67	38.12	66.67	130.7	64.00	8.62	4.36	8.12	4.092	0.47	0.28
28B	9.17	0.95	12	3.56	17.6	54.07	8.43	12.63	6.4	46.6	119	177	58.00	7.89	4.09	10.1	3.082	0.25	0.3
31B	10.15	0.96	8.73	3.09	17.6	59.53	8.13	12.53	5.2	32.42	117.67	182.3	64.67	8.83	5.09	7.95	5.472	0.23	0.27
10B	9.25	0.89	13.8	3.89	16.73	58.87	7.63	11.27	5.53	33.78	121.67	182.3	60.67	8.56	4.56	8.42	4.623	0.22	0.28
11D	10.47	1.07	13.87	3.33	16.67	40.8	7.8	14.17	4.6	41.35	121.67	182.3	60.67	7.92	4.36	9.3	4.297	0.29	0.27
2C	11.46	0.99	12.07	2.98	16.53	48.8	7.77	13.93	4.47	36.96	114.33	162.3	48.00	7.54	4.36	9.33	4.092	0.25	0.34
10E	8	1.18	10.73	3.6	15.33	9.07	9.1	11.5	7.37	46.6	62	99.67	37.67	5.18	2.87	7.33	2.87	0.63	0.41
9A	9.92	0.82	12.07	3.76	14.6	52.73	7.23	13.17	4.7	33.62	112.67	183.7	71.00	8.88	5.09	9.5	4.56	0.22	0.21
20A	7.97	0.8	19.87	4.73	13.93	9.13	5.83	9.13	4.63	18.91	63.33	99.33	36.00	7.01	4.93	8.01	4.039	0.6	0.39
5F	8.18	0.99	18	2.89	13.47	57.67	9.03	12.63	5.43	35.88	119	187.7	68.67	6.8	4.62	5.53	4.889	0.19	0.2
27B	9.8	1.04	9	2.27	12.27	39.53	8.67	12.3	5.43	41.39	113.67	173.7	60.00	7.68	4.36	10.06	4.357	0.24	0.2
12B	9.59	0.93	14.07	4.31	10.53	50.47	7.17	12.9	4.33	34.9	117.67	175.7	58.00	7.95	4.62	8.92	4.623	0.17	0.18
9E	8.19	1.07	7	3.04	9.13	7.27	8.5	12.57	6.63	52.39	70.67	110.7	40.00	6.67	3.85	7.67	3.853	0.56	0.23
Prom	10.35	0.98	19.71	4.57	31.38	47.57	8.10	12.72	5.57	40.23	100.61	154.02	53.41	8.06	4.65	8.84	4.33	0.41	0.62
DMS	3.03	0.26	27.65	3.04	46.87	43.38	0.77	1.63	0.78	5.23	32.56	66.62	56.22	5.5	2.78	4.45	3.11	0.3	1.44

Prom=Promedio; DMS=Diferencia Mínima significativa; LV=Largo de vaina (cm); AV=Ancho de vaina (cm); NVP=Número de vainas por planta; NSV=Número de semillas por vaina; PSP=Peso de semilla por planta (g); PMSP=Peso de materia seca por planta (g); AS=Ancho de semilla (cm); LS=Largo de semilla (cm); GS=Grosor de semilla (cm); P100S=Peso de cien semillas (g); DF=Días a floración; DMF=Días a madurez fisiológica; PLLG=Periodo de llenado de grano (días); CONCH=Incidencia de conchuela; XAP=Incidencia de xanthomona; ANTRAC=Incidencia de antracnosis; ROYA=Incidencia de roya; IC=Índice de cosecha; TLLG=Tasa de llenado de grano.

Cuadro 4A. Promedios combinados a través de localidades (Ayapango y Montecillo) y diferencia mínima significativa (DMS) de 94 poblaciones nativas de frijol común evaluadas en el estado de México en 2006.

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	CONCH	ANT	XAP	ROYA	DMF	PLLG	IC	TLLG
10A	11.46	1.25	29.17	4.77	50.3	72.97	8.95	13.42	6.53	53.82	93.17	7.25	4.61	8.45	6.8	153.67	60.5	0.41	0.83
10B	9.9	0.98	39.58	4.7	55.42	92.38	8.03	12.17	5.17	39.99	119.83	6.8	4.7	7.35	6.96	188.17	68.33	0.37	0.81
10D	11.17	0.98	34.77	6.16	63.03	79.2	8.33	12.2	5.7	37.79	103	7.06	5.57	7.67	7.93	157.5	54.5	0.44	1.16
10E	7.42	1.11	9.53	3.69	13.67	8.7	9.38	11.9	7.33	49.82	58	4.1	3.27	5.72	5	109.83	51.83	0.61	0.26
11A	9.78	1.07	16.83	3.89	23.7	79.6	9.02	12.82	6.17	44.38	118.67	6.77	4.71	8.05	7.11	190.5	71.83	0.23	0.33
11B	10.87	0.97	24.47	5.73	47.17	82.87	7.93	12.53	4.45	30.68	118.5	7.53	4.51	7.95	6.69	178.5	60	0.36	0.79
11D	11.06	1.05	25.38	3.72	33.18	69.15	8.17	13.82	4.57	36.94	115.33	5.69	5.17	7.59	6.58	175.17	59.83	0.32	0.55
11E	9.46	0.89	15.67	4.41	23.23	23.43	7.7	12.02	5.17	33.72	81.83	6.11	4.72	8.09	6.01	137.17	55.33	0.5	0.42
12A	11.09	0.89	30.73	4.19	50.03	112.3	7.75	13.9	4.55	36.96	118.17	7.2	4.63	8.75	5.95	185.5	67.33	0.31	0.74
12B	10.68	1.04	34.79	4.27	40.51	91.49	7.73	14.32	4.52	38.34	117.83	6.59	4.83	7.52	7.29	184.83	67	0.31	0.6
12D	12.56	1.04	41.73	5.38	63.87	83.13	8.15	13.82	5.02	38.84	119.5	6.65	4.64	7.5	6.93	172.83	53.33	0.43	1.2
12E	8.57	0.98	17.22	3.88	28.72	22.58	8.8	12.48	6.28	39.76	58.67	6.22	3.56	6.56	6.77	113.75	55.08	0.56	0.52
13A	8.75	1.05	15.52	4.1	19.42	14.83	8.87	12.52	5.83	39.9	54.33	5.11	2.71	6.43	5.79	100.08	45.75	0.57	0.42
13B	11.18	0.94	40.07	5.69	66.73	60.04	8.8	12.18	6.3	41.16	96.5	7.2	5.09	8.01	6.36	149	52.5	0.53	1.27
13E	9.48	1.09	15.87	3.71	17.63	27.59	8.28	12.37	5.72	47.54	59.83	7.01	4.28	7.59	6.22	112	52.17	0.39	0.34
14A	8.77	1.19	9.8	2.82	15.17	12.5	9.6	13.92	6.62	57.78	55	4.33	3.18	6.22	4.19	103.67	48.67	0.55	0.31
14B	11.04	1.19	32.5	4.63	62.33	77.13	9.02	12.13	5.97	47.81	102.83	6.66	4.91	8.5	6.09	167.83	65	0.45	0.96
14D	11.08	1.02	39.43	6.1	78.03	79.5	8.68	12.35	5.82	41.85	98.5	6.8	4.64	8.42	7.41	151.33	52.83	0.5	1.48
15A	8.11	0.91	14.2	4.41	20.11	18.4	8.77	12.2	5.37	39.24	63	6.59	5.56	8.52	6.3	109.17	46.17	0.52	0.44
15B	9.93	0.92	23.27	4.28	32.57	29.43	7.8	13.18	5.23	36.35	66.5	6.37	5.02	7.67	6.16	122	55.5	0.53	0.59
15D	12.21	0.99	34.47	4.97	51.03	78.7	8.03	14.42	4.5	34.77	118.17	7.05	4.41	7.99	6.54	188.17	70	0.39	0.73
15E	7.71	1	15.2	3.46	19.18	21.8	8.53	12.03	6.4	44.8	59	5.33	4.01	5.79	6.72	124.17	65.17	0.47	0.29
16A	11.26	0.96	28.23	6.14	52.57	60.07	8.05	11.75	5.68	37.25	107.5	6.31	5.08	8.3	6.93	167.83	60.33	0.47	0.87
16B	12.22	1	33.83	5.69	60.43	68.43	7.88	13.17	4.77	35.15	87	7.02	5.28	8.16	7.32	140.67	53.67	0.47	1.13
16D	10.23	0.95	31.8	4.73	40.1	41.5	8.55	13.15	5.3	37.21	77.17	6.02	4.51	6.92	6.45	131	53.83	0.49	0.74
16E	10.69	1.04	26.77	4.56	35.83	88.1	8.42	13.63	5.23	37	110.67	6.29	5.07	7.34	6.69	176.5	65.83	0.29	0.54
17A	10.79	1.04	31.6	4.63	45.8	90.93	8.45	13.03	5.47	38.54	116.33	6.27	4.68	8.05	6.99	185.17	68.83	0.34	0.67
17B	11.38	1.08	20.7	5.28	36.4	50	8.05	11.7	5.27	35.72	97.83	7.81	4.16	9.11	7.08	155.17	57.33	0.42	0.63
17D	10.83	1.32	43.93	4.21	78.9	108.4	10.33	14.95	6.68	58.64	113	6.74	4.19	7.34	5.79	179.83	66.83	0.42	1.18
17E	9.62	1.05	21.37	3.9	32.1	37.33	9.12	13.67	6.22	44.12	59.17	6.91	4.48	7.89	6.66	127	67.83	0.46	0.47
18A	10.79	1.12	31.3	4.58	46.08	76.93	8.42	12.13	6.38	43.28	105.33	6.44	4.64	8.05	7.31	171.33	66	0.37	0.7
18B	9.71	0.87	18.17	4.59	23.7	22.17	7.57	12.17	4.6	28.91	79.17	6.74	3.77	8.64	6.27	134.33	55.17	0.52	0.43
18D	11.36	1.09	28.13	4.03	44.93	89.67	7.95	13.7	4.77	33.73	116.33	6.89	4.6	7.8	6.4	174.5	58.17	0.33	0.77
19A	9.67	1.5	21	4.31	30	22	8.6	12.18	5.6	42.05	58.5	5.94	4.81	7.53	5.63	118.33	59.83	0.58	0.5
19B	10.99	1.04	35.3	4.82	63.17	77.67	8.88	12.22	5.92	44.74	91.83	6.69	5.75	7.3	6.21	140.67	48.83	0.45	1.29
19D	9.71	0.98	26.17	4.56	49.13	96.83	8.73	12.62	5.73	42.62	118.5	5.44	4.28	6.28	7.04	177.5	59	0.34	0.83
19E	11.46	1.19	26.03	4.76	42.17	64.13	8.8	13.07	6.03	44.09	94.33	7.72	4.88	8.58	7	151.5	57.17	0.4	0.74

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	CONCH	ANT	XAP	ROYA	DMF	PLLG	IC	TLLG
1A	10.38	0.97	45.17	5	65	93.23	8.32	12.47	5.63	35.57	113.67	7.59	5.06	7.23	6.39	180.33	66.67	0.41	0.98
1B	10.07	1.14	21.03	3.78	36.97	57.13	8.85	12.9	6.02	43.91	116.17	6.91	5.1	8.25	8.09	177.83	61.67	0.39	0.6
1C	11.2	0.96	38.67	6.31	68.27	73.87	7.97	11.65	5.6	35.03	107.5	6.97	4.83	7.76	7.47	162.83	55.33	0.48	1.23
1D	10.84	0.96	33.77	4.8	47	91.77	8.1	14.48	4.77	40.22	119.5	6.77	5.09	7.51	6.46	183.83	64.33	0.34	0.73
1E	10.43	0.92	28.6	5.84	46.33	48.07	8.12	11.83	5.35	33.4	99.67	6.13	4.53	6.89	6.88	144.92	45.25	0.49	1.02
1F	10.5	0.82	37.1	7.02	58.37	82.33	7.2	11.42	5.45	29.47	112.83	6.87	5.05	7.93	6.7	166.17	53.33	0.41	1.09
20A	7.88	0.79	13.83	3.8	10.07	9.97	5.87	9.18	4.53	16.9	66.17	5.01	4.98	5.65	5.87	113.17	47	0.5	0.21
20B	8.3	0.86	20	5.96	38.23	70.57	7.58	10.25	5.5	28.04	109	6.52	5.01	7.67	7.01	157.5	48.5	0.35	0.79
21A	8.92	1.03	15.56	3.74	23.15	19.18	8	13.3	5.15	38.4	60.5	4.64	3.42	4.91	7.52	103	42.5	0.55	0.54
21B	11.17	1.04	28.33	4.53	42.47	79.27	8.93	13.45	5.98	45.61	92.17	6.19	4.33	7.59	5.63	147.33	55.17	0.35	0.77
22B	9.02	1.22	26.3	3.21	34.03	75	9.12	12.08	5.95	45.9	106.83	7.29	4.91	8.29	6.83	173.17	66.33	0.31	0.51
23B	10.31	0.92	29.37	5.23	55.5	59.17	7.25	12.07	4.92	31.9	78.17	6.82	4.51	7.39	5.9	134.17	56	0.48	0.99
24B	9.17	1	15.2	4.23	25.33	25.9	8.55	12.8	5.85	39.49	64.33	6.91	4.8	6.9	5.87	124.83	60.5	0.49	0.42
25B	10.72	1.07	31.73	4.33	38.8	81.6	7.98	12.73	5.28	37.09	118.5	5.87	5.2	6.5	5.4	176.83	58.33	0.32	0.67
26B	9.91	1.1	45.13	4.27	65.64	85.22	9.17	13.45	6.35	46.06	95.83	6.47	5.5	8.11	7.06	145.5	49.67	0.44	1.32
27B	10.61	1.09	10.7	3.46	12.12	37.7	8.97	12.62	5.27	38.83	103.33	6.81	4.73	9.1	6.58	167.5	64.17	0.24	0.19
28B	9.63	1.07	36.32	4.3	59.44	112.8	8.58	12.6	6.07	41.67	114	6.9	4.79	8.98	5.74	178.5	64.5	0.35	0.92
29B	10.02	1.07	36.43	4.39	39.97	55.7	8.45	12.03	6.1	44.11	65.83	6.48	4.5	8	6.58	120.33	54.5	0.42	0.73
2A	10.91	0.97	26.5	4.54	43.6	106.03	7.75	12.95	4.62	33.16	115	6.77	5.17	7.67	7.62	176.5	61.5	0.29	0.71
2B	10.8	1.07	25.67	4.84	63.87	60.23	8.18	12.67	5.72	41.34	97.83	8.16	5.28	7.99	6.43	150.5	52.67	0.51	1.21
2C	11.65	1	32.13	4.4	49.67	88.97	8.17	14.48	4.53	38.5	104.5	6.84	4.38	8.55	6.77	160.83	56.33	0.36	0.88
2D	11.32	0.9	25.97	4.1	33.23	91.2	7.82	14.72	4.97	38.33	118.5	6.51	5.3	7.76	7.01	180.5	62	0.27	0.54
2E	11.25	1.12	45.3	5.04	67.23	99.73	9.1	12.52	5.7	41.18	111.33	6.37	5.06	7.95	5.51	175.67	64.33	0.4	1.05
2F	9.8	0.82	29.07	6.29	53.93	73.77	6.85	10.95	5.17	28.03	110	6.87	5.12	7.9	6.79	166.17	56.17	0.42	0.96
30B	10.04	1.09	27.42	4.51	45.28	50.97	9.08	11.9	6	45.49	70	5.47	4.92	6.65	6.26	138.5	68.5	0.47	0.66
31B	10.85	1.03	26.93	4.11	44.77	97.5	8.5	13.23	5.18	34.52	117.83	7.02	4.74	7.76	7.27	188.17	70.33	0.31	0.64
32B	9.86	1.02	17.07	4.52	21.6	21.93	8.75	12.27	5.67	45.16	66.5	5.97	4.03	8.34	5.98	119.33	52.83	0.5	0.41
33B	11.41	0.97	28.37	4.63	34.7	90.63	7.95	14.15	4.67	38.37	112.67	6.96	4.62	8.28	6.37	178.17	65.5	0.28	0.53
3A	10.43	0.94	33.33	4.7	30.57	79.23	8.98	12.83	5.78	44.83	120.17	7.11	5.38	8.44	6.95	185.33	65.17	0.28	0.47
3B	10.58	0.96	32.1	3.87	35.1	74.33	7.62	13.28	4.27	28.79	115.33	7.76	5.07	8.92	6.59	178.17	62.83	0.32	0.56
3C	9.08	0.84	37.29	4.59	47.5	43.41	7.42	12.65	4.87	35.16	82.17	6.53	4.32	7.36	6.46	146	63.83	0.52	0.74
3D	11.57	0.97	38.1	4.96	55.43	84.79	8.25	14.48	4.6	41.89	117.83	7.74	4.54	7.62	7.06	175.5	57.67	0.4	0.96
3E	12.17	0.99	33.97	4.69	31.53	69.33	7.65	13.8	4.53	32.63	114.17	6.68	4.96	7.59	7.33	183.83	69.67	0.31	0.45
3F	8.8	0.75	16.5	5.41	23.67	26.63	7.67	10.87	6.62	32.22	70	7.12	4.5	7.78	6.27	132.67	62.67	0.47	0.38
4A	11.73	1.02	30.47	5.28	47.83	76.57	9.65	14.7	7	58.94	103.17	6.52	4.91	8.02	7.02	161.17	58	0.38	0.82
4B	9.88	1.3	32.2	4.3	44.07	73.17	9.22	12.95	6.62	44.53	107.67	7.42	5.02	7.38	6.14	164.5	56.83	0.38	0.78
4D	11.36	1.06	27.1	4.58	44.1	83.23	8.43	14.22	5.03	39.86	117.83	6.97	4.89	7.57	6.34	180.5	62.67	0.35	0.7
4F	9.08	0.79	21.57	5.6	36.73	29.73	7.83	11.1	6.65	33.98	68.17	5.48	4.93	7.59	6.64	117.17	49	0.55	0.75
5A	11.45	0.93	36.5	5.16	44.7	66.38	7.2	12.18	4.55	29.67	115	7.68	5.15	8.47	6.3	180.67	65.67	0.4	0.68
5B	13.12	1.17	32.6	4.73	47.9	85.18	9.28	14.62	5.57	46.26	118.5	7.69	4.38	8.29	6.38	181.83	63.33	0.36	0.76
5D	11.95	1.05	32.97	3.9	46.43	89.07	8.53	14.85	4.97	40.09	116	6.86	4.51	9.27	7.44	178.5	62.5	0.34	0.74
5E	10.81	0.86	33.57	5.12	34.6	72.97	6.85	12.25	3.9	25.96	117.83	7.12	5.04	8.06	6.41	178.17	60.33	0.32	0.57

Población	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	CONCH	ANT	XAP	ROYA	DMF	PLLG	IC	TLLG
5F	8.99	1.18	17	3.04	12.27	71.1	9.33	12.68	5.62	37.55	112.17	5.26	4.91	5.05	5.24	183.17	71	0.15	0.17
6A	10.58	0.91	34.97	4.31	40.03	72.27	7.77	12.7	4.77	39.31	117.83	7.27	5.03	7.64	6.94	185.33	67.5	0.36	0.59
6B	9.17	1.14	40.5	3.63	53.77	68.07	9.52	12.23	5.97	40.5	110.5	6.03	4.32	6.6	6.49	175.17	64.67	0.44	0.83
6D	11.53	0.94	27.47	4.2	36.7	86.63	7.72	13.4	4.52	31.76	117.83	7.47	5.39	8.28	8.63	175.17	57.33	0.3	0.64
7A	10.81	0.98	24.53	5.79	48.76	74.75	8.23	11.97	5.63	35.97	111	7.35	4.83	9.1	7.03	166.17	55.17	0.39	0.88
7B	9.8	1.06	18.4	4.84	22.93	20.23	8.03	12.43	5.13	34.7	55.17	6.96	4.35	7.16	7.16	102.92	47.75	0.53	0.48
7D	10.89	0.97	27.3	5.19	33.87	98.8	7.92	12.27	5.17	30.29	108.33	7.79	5.28	8.39	8.15	170.5	62.17	0.26	0.54
7E	11.27	1.05	61.65	5.81	96.27	73.82	8.72	11.9	5.97	42.04	113.33	6.55	5.57	8.07	6.03	179.5	66.17	0.57	1.45
8A	12.18	0.97	31.1	5.77	55.4	70.03	8.37	13.73	5.37	32.97	105.83	7.68	4.99	8.35	7.99	153	47.17	0.44	1.17
8B	11.58	1.08	37.2	4.42	49.8	96.27	8.48	14.78	5.1	42.56	115.33	7.09	4.51	7.86	6.4	173.33	58	0.34	0.86
8D	10.94	0.95	34.7	4.56	49.2	87.43	7.82	13.88	5.17	40.59	108	6.55	4.49	8.15	7.06	162.67	54.67	0.36	0.9
9A	10.75	0.87	15.5	3.57	18.07	74.73	7.77	13.2	4.65	33.28	115.33	7.38	5.07	8.63	6.63	183.5	68.17	0.19	0.27
9B	10.5	1.09	40.18	5.05	65.98	86.92	8.85	12.38	5.67	41.9	111	5.45	4.17	6.8	6.8	171	60	0.43	1.1
9D	9.2	1.31	29.37	3.13	58.7	90.47	10.93	14.72	6.77	61.42	100.33	6.34	5.2	8.08	6.41	164	63.67	0.39	0.92
9E	7.79	1.15	6	2.86	10.07	7.13	8.38	12.63	6.52	48.43	66.33	3.65	3.36	4.93	3.36	100.33	34	0.59	0.3
Prom	10.40	1.02	28.37	4.62	45.58	66.00	8.36	12.84	5.49	39.35	98.40	6.61	4.71	7.69	6.59	157.32	58.92	0.41	0.73
DMS	2.01	0.23	29.22	1.93	44.11	52.61	0.6	1.09	0.57	4.41	25.81	3.82	2.32	3.7	2.76	48.84	37.93	0.18	1.02

Prom=Promedio; DMS=Diferencia Mínima significativa; LV=Largo de vaina (cm); AV=Ancho de vaina (cm); NVP=Número de vainas por planta; NSV=Número de semillas por vaina; PSP=Peso de semilla por planta (g); PMSP=Peso de materia seca por planta (g); AS=Ancho de semilla (cm); LS=Largo de semilla (cm); GS=Grosor de semilla (cm); P100S=Peso de cien semillas (g); DF=Días a floración; DMF=Días a madurez fisiológica; PLLG=Periodo de llenado de grano (días); CONCH=Incidencia de conchuela; XAP=Incidencia de xanthomona; ANTRAC=Incidencia de antracnosis; ROYA=Incidencia de roya; IC=Índice de cosecha; TLLG=Tasa de llenado de grano.

Cuadro 5A. Correlaciones entre 15 características morfológicas registradas en 94 poblaciones nativas de frijol común evaluadas en Ayapango y Montecillo, en el estado de México en 2006.

	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS	P100S	DF	CON	ANT	XAP	ROYA
LV	1														
AV	0.03 NS	1													
NVP	0.58 **	0.03 NS	1												
NSV	0.42 **	-0.42 **	0.46 **	1											
PSP	0.55 **	0.09 NS	0.88 **	0.57 **	1										
PP	0.64 **	0.07 NS	0.68 **	0.23 *	0.64 **	1									
AS	-0.07 NS	0.73 **	0.05 NS	-0.35 **	0.15 NS	0.07 NS	1								
LS	0.21 *	0.36 **	0.14 NS	-0.19 NS	0.08 NS	0.23 *	0.28 **	1							
GS	-0.40 **	0.45 **	-0.12 NS	-0.12 NS	0.05 NS	-0.25 **	0.70 **	0.07 NS	1						
P100S	-0.06 NS	0.69 **	0.04 NS	-0.37 **	0.13 NS	0.03 NS	0.87 **	0.28 **	0.71 **	1					
DF	0.64 **	-0.04 NS	0.57 **	0.24 *	0.48 **	0.88 **	-0.07 NS	0.20 *	-0.39 **	-0.15 NS	1				
CON	0.60 **	-0.13 NS	0.39 **	0.39 **	0.38 **	0.49 **	-0.17 NS	0.17 NS	-0.34 **	-0.22 *	0.49 **	1			
ANT	0.38 **	-0.15 NS	0.42 **	0.34 **	0.38 **	0.47 **	-0.17 NS	0.03 NS	-0.22 *	-0.23 *	0.49 **	0.51 **	1		
XAP	0.56 **	-0.09 NS	0.29 **	0.33 **	0.31 **	0.41 **	-0.07 NS	0.05 NS	-0.23 *	-0.09 NS	0.41 **	0.76 **	0.44 **	1	
ROYA	0.42 **	-0.24 **	0.25 **	0.37 **	0.25 **	0.37 **	-0.20 *	-0.01 NS	-0.28 **	-0.27 **	0.37 **	0.52 **	0.38 **	0.41 **	1

** = Altamente significativo con un $\alpha = 0.01$, * = Significativo con un $\alpha = 0.05$, NS = No significativo

Cuadro 6A. Análisis de varianza de las variables evaluadas en Montecillo y Ayapango, en el estado de México en 2006.

FV	GI	LV	AV	NVP	NSV	PSP	PMSP	AS	LS	GS
Loc	1	1.616NS	1.08**	41186.3**	0.362NS	69260.4**	190863.2**	37.48**	7.37 ^{NS}	4.34**
Blo(loc)	4	0.479	0.016	223.58	0.943	776.68	1656.98	1.32	1.68	0.222
población	93	8.03**	0.090**	553.87**	3.938**	1706.60**	4579.98**	3.27**	6.80**	3.009**
Loc*población	93	1.73	0.023	409.41	1.624	1007.45	1570.93	0.33	0.94	0.318
Error	372	0.653	0.0085	137.40	0.600	313	445.23	0.058	0.194	0.052
C. V.		7.76	9.059	41.26	16.73	41.55	31.98	2.89	3.43	4.17

Continuación

FV	GI	P100S	DF	XAP	CONCH	ANTRAC	ROYA	DMF	IC	TLLG
Loc	1	438.78**	2765.95**	658.022**	1164.70**	4.10*	2878.08**	6529.36 ^{NS}	0.00150 ^{NS}	4.4237 ^{NS}
Blo(loc)	4	33.20	230.17	617.83	801.10	1069.85	13.69	2936.20	0.01190	0.8252
población	93	313.63**	2763.62**	4.79**	3.98**	1.54**	2.61**	4041.09**	0.05585NS	0.5623**
Loc*población	93	83.53	135.54	3.12	2.58	1.085	1.80	442.53	0.01286	0.3545
Error	372	3.13	107.20	2.20	2.34	0.0900	1.180	383.72	0.00577	0.1673
C. V.		4.49	10.52	19.15	23.13	20.11	16.58	12.42	18.97	53.48

FV= Fuente de variación. GI=Grados de libertad. ** =Altamente significativo con un $\alpha = 0.01$, * =Significativo con un $\alpha = 0.05$, NS = No significativo, LV=Ancho de vaina (cm), AV=Ancho de vaina (cm), NVP= Número de vainas por planta, NSV=Número de semillas por planta, PSP=peso de semilla por planta (g), PMSP=Peso de materia seca por planta (g), AS=Ancho de semilla (cm), LS=Largo de semilla (cm), GS=Grosor de semilla (cm), P100S=Peso de cien semillas(g), DF=Días a floración. XAP= Incidencia de xanthomona. ANTRAC=Incidencia de antracnosis. CONCH=Incidencia de conchuela. ROYA=Incidencia de roya. DMF= Días a madurez fisiológica. IC= Índice de cosecha. TLLG=Tasa de llenado de grano.

