

Identificación de poblaciones sobresalientes de haba colectadas en el Estado de México*

Identification of outstanding faba bean populations collected in the State of Mexico

Neri Orozco Colin¹, Delfina de Jesús Pérez López^{2§}, Andrés González Huerta², Omar Franco Mora², Francisco Gutiérrez Rodríguez², Martín Rubí Arriaga², Álvaro Castañeda Vildózola² y Artemio Balbuena Melgarejo²

¹Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. ²Centro de Investigación y Estudios Avanzados en Fitomejoramiento. Facultad de Ciencias Agrícolas. Universidad Autónoma del Estado de México. Toluca, Estado de México. A. P. 435. Tel. y Fax: 017222965518. Ext. 148. (agonzalezh@uaemex.mx), (ofrancom@uaemex.mx), (fgutierrezr@uaemex.mx), (m_rubi65@yahoo.com.mx), (acastañedav@uaemex.mx), (balmelart@yahoo.com.mx). [§]Autora para correspondencia: djperezl@uaemex.mx.

Resumen

Por el mayor consumo de haba en los sectores de bajos ingresos en México y falta de disponibilidad de variedades comerciales. Este estudio se realizó en el año 2011 en San Mateo Oztzacatipan, San Nicolás Guadalupe y Metepec, para evaluar 12 características agronómicas en 36 poblaciones de haba (*Vicia faba* L.) colectadas en el Estado de México, con la finalidad de seleccionar las poblaciones con características fenotípicas sobresalientes. El diseño experimental fue bloques completos al azar con tres repeticiones. El análisis de los datos a través de las localidades se hizo como una serie de experimentos en espacio. La parcela experimental constó de tres surcos de 4 m de longitud y 0.80 m de ancho. Se detectaron diferencias significativas entre poblaciones (G), entre ambientes (A) y en la interacción G x A en 11 variables. En SNG se registraron los mayores promedios en peso de semilla y componentes del rendimiento; las poblaciones 36, 1, 5 y 7 fueron las más sobresalientes. Éstas cuatro poblaciones podrían emplearse en un programa de mejoramiento genético o de generación de tecnología.

Palabras clave: *Vicia faba*, análisis de varianza combinado, genotipos, componentes del rendimiento, rendimiento.

Abstract

For the largest bean consumption in low-income sectors in Mexico and lack of availability of commercial varieties; this study was conducted in 2011 in San Mateo Oztzacatipan, San Nicolás Guadalupe and Metepec, to evaluate 12 agronomic traits in 36 populations of faba bean (*Vicia faba* L.) collected in the State of Mexico, in order to select populations with outstanding phenotypic characteristics. The experimental design was randomized complete block with three replications. The data analysis through the locations was done as a series of experiments in space. The experimental plot consisted of three rows of 4 m length and 0.80 m width. Significant differences were detected between populations (G), among environments (A) and G x A interaction in 11 variables. In SNG were recorded the highest average in seed weight and yield components; populations 36, 1, 5 and 7 were the most outstanding. These four populations could be used in a breeding program or technology generation.

Keywords: *Vicia faba*, combined analysis of variance, genotypes, yield components, yield.

Introducción

La diversidad genética que existe en *Vicia faba* L. debe explotarse para modificar las características de interés en el mejoramiento genético (El-Zaher y Mustafa, 2007; Duc *et al.*, 2010). La expresión fenotípica y la heredabilidad del peso de semilla y otras características dependen del genotipo (G), del ambiente (A) y de la interacción G x A (Annicchiarico y Iannucci, 2008; Díaz *et al.*, 2008). La magnitud de esas variaciones permite diseñar estrategias de mejoramiento y mejorar la respuesta a la selección. Las pruebas en varios ambientes ayudan a identificar cultivares sobresalientes con adaptación amplia o específica. Se ha estudiado la variación genética existente en haba en el Mediterráneo (Suso *et al.*, 1993; Terzopoulos *et al.*, 2003), pero en México existe poca información escrita sobre diversidad genética, variación fenotípica, interacción G x A y estabilidad del rendimiento.

En México, el haba se consume en fresco y en seco; contiene entre 25 y 40% de proteína (Gutiérrez *et al.*, 2008) pero su cultivo no se ha explotado a gran escala por lo que su consumo es mínimo (0.552 kg *per capita*). Ésta especie es de gran importancia social y económica en los Valles Altos del Centro de México que comprende los estados de Puebla, México, Tlaxcala, Veracruz y Michoacán, donde cerca de 90% de la superficie se siembra en condiciones de temporal. En el Estado de México se siembran 256 ha de haba para semilla y 6 132 ha para la producción en verde, las cuales se establecen en condiciones de riego y temporal, con rendimientos promedio de 1.48 y 6.04 t ha⁻¹, respectivamente (Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera, 2011).

El haba tolera bajas temperaturas y la mayor producción se destina al autoconsumo, predominando ampliamente su asociación con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.), y fija nitrógeno atmosférico, por lo que se utiliza como cultivo de rotación. Su uso potencial se ha restringido por su susceptibilidad a enfermedades, ausencia de variedades estables y por el desconocimiento del adecuado y eficiente manejo tecnológico (Pérez y González, 2003; Kalia y Sood, 2004), por lo que el objetivo del presente estudio fue evaluar 12 características agronómicas en 36 poblaciones de haba colectadas en el Estado de México con la finalidad de seleccionar materiales sobresalientes.

Introduction

The genetic diversity that exists in *Vicia faba* L. must be exploited to modify the traits of interest in genetic improvement (El-Zaher and Mustafa, 2007; Duc *et al.*, 2010). The phenotypic expression and the heritability of grain weight and other characteristics depend on the genotype (G), environment (A) and G x A interaction (Annicchiarico and Iannucci, 2008, Diaz *et al.*, 2008). The magnitude of these variations allows designing strategies to improve and enhance the response to selection. The tests in various environments help identify outstanding cultivars broadly adapted or specific. It has been studied the genetic variation existing in the Mediterranean Bean (Suso *et al.*, 1993, Terzopoulos *et al.*, 2003), but in Mexico there is little written information about genetic diversity, phenotypic variation, G x A interaction and yield stability.

In Mexico, faba bean is consumed fresh and dry, containing between 25 and 40% of protein (Gutiérrez *et al.*, 2008) but its cultivation has not been exploited on a large scale, so that its consumption is minimal (0.552 kg *per capita*). This species is of great social and economic importance in the Highlands of Central Mexico that includes the states of Puebla, Mexico, Tlaxcala, Veracruz and Michoacán, where about 90% of the area is sown under rainfed conditions. In the State of Mexico are planted 256 ha of faba bean for seed and 6132 ha for fresh production, which are established under irrigation and rainfed conditions, with average yields of 1.48 and 6.04 t ha⁻¹, respectively (Service of Information of Food and Fisheries, 2011).

The faba bean tolerates low temperatures and most production is for consumption, widely predominant its association with maize (*Zea mays* L.) and bean (*Phaseolus vulgaris* L.), and fixes atmospheric nitrogen, so it is used as a rotation crop. Its potential use has been restricted by its susceptibility to diseases, lack of stable varieties and ignorance of the proper and efficient technology management (Pérez and González, 2003; Kalia and Sood, 2004), so that the objective of this study was to evaluate 12 agronomic traits in 36 populations of faba bean collected in the State of Mexico in order to select outstanding materials.

Materiales y métodos

Características de los sitios experimentales

El estudio se hizo en el Estado de México en 2011 en condiciones de temporal en San Nicolás Guadalupe, municipio de San Felipe del Progreso (L1), San Mateo Oztzacatipan, municipio de Toluca (L2) y Rancho San Lorenzo municipio de Metepec (L3): L1 se encuentra a una altitud de 2 740 m, tiene una precipitación anual de 891.8 mm, se ubica a 19° 36' 30" latitud norte y 100° 01' 44" de longitud oeste. El clima predominante es C (W2) (w) b (i), equivalente a templado sub húmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual varía de 12 a 18 °C, pero se registran temperaturas mínimas de 2 y máximas de 28 °C. L2 se encuentra a 2 605 msnm, tiene una precipitación anual de 1 000 a 1 200 mm., y se ubica a 19° 20' 07" de latitud norte y 99° 36' 02" de longitud oeste. El clima es templado sub húmedo con lluvias en verano. La temperatura media anual es de 13.7°C. Se presentan de 80 a 140 días con helada. L3 se encuentra a 2 606 msnm, tiene una precipitación anual de 785 mm y se sitúa a 19° 14' 866" latitud norte y 99° 35' 240" latitud oeste, su clima es templado en primavera, templado húmedo con lluvias en verano, semifrío con lluvias ligeras en otoño y frío en invierno; la temperatura media anual es de 13 °C, la máxima de 28 °C y la mínima de 3.5 °C, sus suelos son planos, profundos, fértiles y ricos en materia orgánica (García, 1988).

Material genético

Se consideraron 32 poblaciones de haba colectadas en el Valle Toluca-Atlacomulco y cuatro variedades comerciales del Instituto de Investigación y Capacitación Agropecuaria, Acuícola y Forestal del Estado de México (ICAMEX) (Cuadro 1).

Diseño experimental y tamaño de la parcela

Los tres ensayos se establecieron en un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones. La parcela constó de tres surcos de 4 m de largo y 0.80 m de ancho, pero el surco central fue la parcela útil. Las semillas se distanciaron a 0.40 m.

Materials and methods

Characteristics of the experimental sites

The study was conducted in the State of Mexico in 2011 under rainfed conditions in San Nicolás Guadalupe, municipality of San Felipe del Progreso (L1), San Mateo Oztzacatipan, municipality of Toluca (L2) and Rancho San Lorenzo municipality of Metepec (L3): L1 is located at an altitude of 2 740 m, has an annual rainfall of 891.8 mm, is located at 19° 36' 30" north latitude and 100° 01' 44" west longitude. The climate is C (W2) (w) b (i) equivalent to temperate sub humid with summer rains.

The average annual temperature ranges from 12 to 18 °C, but minimum temperatures of 2 and maximum temperatures of 28 °C are recorded. L2 is at 2 605 masl, has an annual rainfall of 1 000 to 1 200 mm, and is located at 19° 20' 07" north latitude and 99° 36' 02" west longitude. The climate is temperate sub humid with summer rains. The average annual temperature is 13.7 °C. there are 80 to 140 days with frost. L3 is located at 2 606 masl, has an annual rainfall of 785 mm and is located at 19° 14' 866" north latitude and 99° 35' 240" west longitude, the climate is temperate in spring, mild and humid with rain in summer, cool with light rain in autumn and cold in winter; the average annual temperature is 13°C, with a maximum of 28°C and minimum is 3.5°C, the soils are flat, deep, fertile and rich in organic matter (García, 1988).

Genetic material

32 populations of faba bean were considered, collected in the Toluca-Atlacomulco Valley and four commercial varieties from the Institute of Agricultural Research and Agricultural, Aquaculture and Forestry Training of the State of Mexico (ICAMEX) (Table 1).

Experimental design and plot size

All three trials were established on a randomized complete block design with three replications. The plot consisted of three rows of 4 m long and 0.80 m width, but the central row was the useful plot. The seeds have a separation of 0.40 m between each other.

Cuadro 1. Origen de 36 colectas de haba evaluadas en este estudio.
Table 1. Origin of 36 faba bean collections evaluated in this study.

Colecta Núm.	Productor	Poblaciones-variedades comerciales	Municipio
1	Ángel Cisneros Hernández	Pathé	Acambay
2	Félix Peralta Rivera	Boshindo	Acambay
3	Porfirio Alcántara Becerril	Hondogu	Acambay
4	Palemón Becerril Landeros	Agua limpia	Acambay
5	Jorge Mateo Estrada	San Pedro de los Metates	Acambay
6	Porfirio Garfias Frías	Pueblo Nuevo	Acambay
7	Carlos Barreneo González	Los Reyes	Jocotitlán
8	Benjamín Álvarez Peña	Tixmadeje	Acambay
9	Pedro Plata García	Chanteje	Acambay
10	Héctor Muciño Muciño	Santa María Nativitas	Calimaya
11	Encarnación Estrada González	Santa María Nativitas	Calimaya
12	Sebastián Matías Gómez	San Lorenzo Cuahutenco	Calimaya
13	Roberto Hernández Torres	Calimaya	Calimaya
14	Tiburcio Sánchez Ortega	Calimaya	Calimaya
15	Carlos Zarza Torres	Zaragoza de Guadalupe	Calimaya
16	Encarnación Robles Trujillo	Zaragoza de Guadalupe	Calimaya
17	Edgar Colin Flores	Zaragoza de Guadalupe	Calimaya
18	Manuel Gutiérrez Navarrete	San Marcos de la Cruz	Calimaya
19	Moisés Cortez Gomora	San Marcos de la Cruz	Calimaya
20	Roberto Muñoz Arriaga	Mexicaltzingo	Mexicaltzingo
21	Mateo Torres Gutiérrez	San Pedro Tlaltizapan	*Santiago T.
22	Teófilo Carrasco Onofre	San Pedro Tlaltizapan	Santiago T.
23	Ramón Martínez Cejudo	Santa Cruz Atizapán	Santa Cruz Atizapán
24	Guillermo Guadarrama Sánchez	Santiago T.	Santiago T.
25	Jesús Martínez Antúnez	Santiago T.	Santiago T.
26	Teodolfo Hernández Cipriano	Cacalomacan	Toluca
27	Eudoxia Ramírez Rincón	Santa C. Cuauhtenco	Zinacantepec
28	Carlos Estrada Velasco	Almoloya del Río	Almoloya del Río
29	ICAMEX	San Isidro	Metepec
30	ICAMEX	Monarca	Metepec
31	ICAMEX	Diamante	Metepec
32	ICAMEX	San Pedro Tlaltizapan	Metepec
33	Sara Lucía González Romero	Cacalomacan	Toluca
34	Pedro Reyes Carmona	San Marcos de la Cruz	Calimaya
35	Sara Lucía González Romero	Cacalomacan	Toluca
36	Omar Franco Mora	S.Ma. Tlalmimilolpam	Lerma

*Santiago T= Santiago Tianguistenco.

Manejo agronómico de los ensayos

La preparación del suelo en L1, L2, y L3 fue mecánica. La siembra se realizó el 28 (L1), el 18 (L2) y 20 de abril (L3) del 2011. La fertilización inorgánica se hizo con 60 N- 60 P- 30 K, utilizando como fuentes: urea (46%), superfosfato de calcio triple (46%) y cloruro de potasio (60%). Los aporques se realizaron 05 y 15 de julio (L1), 26 de mayo (L2) y 25 de mayo (L3). El control de malezas fue manual. Para prevenir y controlar enfermedades en L1 se suministró dos

Agronomic management of the trials

Soil preparation in L1, L2, and L3 was mechanical. Sowing was done on the 28 (L1), 18 (L2) and 20 (L3) of April 2011. Inorganic fertilization was made with 60 N -60 P -30 K, using as sources: urea (46%), calcium triple superphosphate (46%) and potassium chloride (60%). The ridging was performed on July 05 and 15 (L1), May 26 (L2) and May 25 (L3). Weed control was manual. To prevent and control diseases in L1 was applied

veces Manzate (Mancozeb) y Cupravit mix (Oxicloruro de cobre + Mancozeb) en dosis de 1 kg ha⁻¹, en L2 no se hizo ninguna aplicación y en L3 se aplicó cinco veces Manzate y Cupravit mix en dosis de 1 kg ha⁻¹ y Lannate 90 (Metamilo), Folimat (Ometoato) y Carioca (Clorpirifos etil) (1 L ha⁻¹). La cosecha se hizo en madurez fisiológica del cultivo.

Variables de estudio

Para medir los caracteres cuantitativos se tomaron 10 plantas de la parcela útil. La altura de la planta (AP, cm) se midió con una regla desde la base hasta el ápice del tallo principal; el número de ramas por planta (NR) también se registró. Se contó el número de nudos florales (NNF) del eje central en cada planta. El número de vainas por planta (NVP) se contó al final de la madurez fisiológica. El peso de vainas por planta (PVP, g) se determinó con una báscula digital. Se cuantificó el promedio de semillas por vaina (NSV) y de semillas por planta (NSP). En peso de semilla por planta (PTS, g) se consideró la semilla manchada y se determinó con una báscula digital. Número de semillas limpias por planta (NSL) también se registró. Los pesos de semillas limpias por planta (PSL), de 100 semillas (P100S) y semilla manchada por planta (PSM) se registraron en gramos.

Análisis estadístico

Se hizo un análisis de varianza y una comparación de medias con la prueba de Tukey ($\alpha=0.01$) combinando los datos de las tres localidades con el sistema para análisis estadístico (SAS, 1988).

Resultados y discusión

Análisis de varianza

Los valores de F para ambientes (A), poblaciones (G) y la interacción G x A fueron altamente significativos ($p<0.01$) en 11 de las 12 variables (Cuadro 2). Annicchiarico y Iannucci (2008) encontraron diferencias altamente significativas entre G, entre A y en la interacción G x A. Éstos resultados indican que existe variabilidad fenotípica entre poblaciones que podría emplearse en programas de mejoramiento genético, como lo sugirieron Suso *et al.* (1993), El-Zaher y Mustafa (2007), Duc *et al.* (2010) y Yahia *et al.* (2012).

twice Manzate (Mancozeb) and Cupravit mix (copper oxychloride + Mancozeb) in doses of 1 kg ha⁻¹; in L2 there were no applications and on L3 was applied five times Manzate and Cupravit mix in doses of 1 kg ha⁻¹ and Lannate 90 (Metamilo) Folimat (Omethoate) and Carioca (Chlorpyrifos ethyl) (1 L ha⁻¹). The harvest was done at physiological maturity of the crop.

Study variables

To measure quantitative traits were taken 10 plants from the useful plot. The plant height (AP, cm) was measured with a ruler from the base to the apex of the main stem; number of branches per plant (NR) was also recorded. The number of flowering nodes (NNF) of the central axis on each plant was counted. The number of pods per plant (NVP) was counted at the end of physiological maturity. The weight of pods per plant (PVP, g) was determined with a digital scale. The average of seeds per pod (NSV) was quantified and seeds per plant (NSP). In seed weight per plant (PTS, g) stained seed was considered and determined with a digital scale. Number of clean seed per plant (NSL) was also recorded. Weights of clean seeds per plant (PSL) of 100 seeds (P100S) and stained seed per plant (PSM) were recorded in grams.

Statistical analysis

An analysis of variance and comparison of means with the Tukey test ($\alpha=0.01$) combining the data from the three sites with the statistical analysis system (SAS, 1988).

Results and discussion

Anova

The values of F for environment (A), populations (G) and G x A interaction were highly significant ($p<0.01$) in 11 of the 12 variables (Table 2). Annicchiarico and Iannucci (2008) found highly significant differences between G, between A and G x A interaction. These results indicate that there is a phenotypic variation among populations that could be used in breeding programs, as suggested by Suso *et al.* (1993), El-Zaher and Mustafa (2007), Duc *et al.* (2010) and Yahia *et al.* (2012).

Cuadro 2. Cuadrados medios y significancia estadística de los valores de F de las variables de estudio.
Table 2. Mean squares and statistical significance of the F values of the study variables.

FV	GL	AP	NR	NNF	NVP	PVP	NSV
A	2	0.931**	40.82**	675.37**	2327.30**	28771.10**	2.37**
R(A)	6	0.048**	0.404ns	1.601ns	6.80ns	71.05ns	0.067ns
G	35	0.074**	1.998**	11.168**	223.54**	2614.87**	0.256**
G x A	70	0.020**	1.109**	6.433**	58.710**	811.979**	0.094**
Error	210	0.0070	0.2730	0.8614	5.8403	106.0184	0.0402
C.V. (%)		6.25	9.37	6.53	13.02	17.38	12.38

FV	GL	NSP	PTS	NSL	PSL	P100S	PSM
A	2	4673.54**	11660.35**	2801.3**	9188.9**	1362.59**	535.9**
R(A)	6	33.90 ns	43.23 ns	15.90ns	54.490**	1472.96ns	23.006*
G	35	885.93**	1592.68**	889.94**	1408.0**	5358.51**	39.82**
G x A	70	208.41**	417.55**	143.79**	526.75**	515.21ns	29.09**
Error	210	22.50	58.19	14.33	47.86	405.17	9.27
C.V.(%)		16.02	17.37	17.75	19.02	11.75	37.43

ns, *, **; no significativo y significativo al 0.05 ó 0.01. F.V., fuente de variación; A, ambiente; R(A), repeticiones dentro de A; G, poblaciones; G x A, poblaciones x ambiente; C.V; NSP, número de semillas por planta; PTS, peso total de semillas; NSL, número de semillas limpias; PSL, peso de semillas limpias; P100S, peso de 100 semillas; PSM, peso de semilla manchada.

Comparación de medias entre ambientes

En San Nicolás Guadalupe (SNG) se registró la mayor altura de planta lo cual influyó favorablemente en el número de nudos por planta, número de vainas por planta, peso de la vaina por planta, número de semillas por planta y peso total de semilla; éstas incrementan el rendimiento de semilla. Neal y McVetty (1983) concluyeron que el peso de semilla está determinado por el número de vainas, número semillas por vaina y el peso de 100 semillas y Terzopoulos *et al.* (2003) lo atribuyen al número de vainas por planta, número de óvulos y de semillas por vaina, o al número de ramas y peso por planta (De Costa *et al.*, 1997). Además, éstas fueron influenciadas por el genotipo (G), el ambiente (A) y por la interacción (G x A) (Annicchiarico y Iannucci, 2008). SNG es una región de temporal pero el establecimiento oportuno de las lluvias contribuyó a que el cultivo expresara mejores características agronómicas y sus suelos andosoles presentan excelentes condiciones de drenaje (García, 1988).

En Metepec (M) la mejor expresión fenotípica observada en número de ramas por planta no se vio reflejada en un incremento en el peso de semilla por planta y en el número de semillas por vaina y por planta. San Mateo Oztzacatipan

Comparison of means between environments

In San Nicolás Guadalupe (SNG) was recorded the highest plant height which favorably influenced the number of nodes per plant, number of pods per plant, pod weight per plant, number of seeds per plant and seed total weight; these increase yield. Neal and McVetty (1983) concluded that seed weight is determined by the number of pods, number of seeds per pod and weight of 100 seeds and Terzopoulos *et al.* (2003) attributes this to the number of pods per plant, number of ovules and seeds per pod, or to branches number and weight per plant (De Costa *et al.*, 1997). In addition, these were influenced by the genotype (G), environment (A) and by the interaction (G x A) (Annicchiarico and Iannucci, 2008). SNG is a rainfed region but the timely establishment of rainfall contributed to the cultivar to better express agronomic characteristics and its andosol soils have excellent drainage conditions (García, 1988).

In Metepec (M) the best observed phenotypic expression in number of branches per plant was not reflected in an increase in seed weight per plant and in the number of seeds per pod and per plant. San Mateo Oztzacatipan (SM) was the less favorable environment for the expression of this yield component. SM and M recorded the lowest stained seed weight (Table 3).

(SM) fue el ambiente menos favorable para la expresión de este componente del rendimiento. En SM y M se registró el menor peso de semilla manchada (Cuadro 3).

Comparación de medias entre poblaciones

En la población 15, proveniente de Zaragoza de Guadalupe, se registró el mayor promedio (1.46 m) en altura de planta (AP) pero ésta sólo difirió estadísticamente de 2, 4, 5 y 29 (1.28, 1.26, 1.27, y 0.88 cm). Suso *et al.* (1993) comentaron que esta característica permitió discriminar cultivares de diversas regiones geográficas. La AP depende del tamaño de la semilla; las plantas crecen más si se siembran semillas más grandes (Al-Reface *et al.*, 2004). La AP también depende del genotipo (G), del ambiente (A) y de la interacción G x A y generalmente varía de 0.88 a 1.42 m (Cuadro 4).

Para número de ramas por planta (NR) la población 3 (6.67) mostró el mayor promedio, seguida de 33 (6.52) y 35 (6.54); éstas difirieron significativamente de las otras 33 poblaciones pero no tuvieron el mayor peso de semilla (Cuadro 4). Mohammed *et al.* (2010) reportaron de 3.23 a 11.5 ramas. Los cultivares de haba presentan una gran cantidad de ramas improductivas; a medida que la planta se desarrolla las ramas se expanden y se alejan del eje central y terminan quebrándose cuando las vainas llegan a madurez fisiológica (Faiguenbaum, 2003).

Cuadro 4. Comparación de medias para altura de planta (AP), número de ramas (NR), número de nudos florales (NNF), número de vainas por planta (NVP), peso de vaina por planta (PVP) y número de semillas por vaina (NSV).

Table 4. Comparison of means for plant height (AP), number of branches (NR), number of flowering nodes (NNF), number of pods per plant (NVP), pod weight per plant (PVP) and number of seeds per pod (NSV).

Población	AP	NR	NNF	NVP	PVP	NSV
1	1.36 ab	5.77 a-f	15.81 ^a	25.64 a-d	83.46 a-c	1.75 a-f
2	1.28 b	6.24 a-d	12.60 g-i	24.77 a-d	76.92 a-f	1.76 a-c
3	1.34 ab	6.67 a	14.91 a-e	19.70 e-i	71.14 b-g	1.74 a-f
4	1.26 b	5.27 d-g	14.28 a-h	26.18 ab	69.09 b-i	1.84 ab
5	1.27 b	5.25 d-g	14.71 a-e	26.17 ab	86.73 ab	1.81 a-c
6	1.39 ab	5.83 a-e	13.95 a-h	26.11 abc	71.37 b-g	1.81 a-c
7	1.32 ab	5.87 a-e	14.87 a-e	26.23 ab	82.83 a-d	1.89 a
8	1.37 ab	5.17 d-g	13.85 b-h	22.02 b-e	70.65 b-h	1.81 a-c
9	1.29 ab	5.74 a-f	12.64 f-j	19.15 e-j	63.79 c-j	1.72 a-f
10	1.38 ab	5.80 a-f	11.56 ij	16.35 f-m	59.70 e-k	1.60 a-g
11	1.30 ab	5.70 a-f	13.40 c-i	13.42 k-n	42.96 j-o	1.46 b-g
12	1.33 ab	4.62 g	14.26 a-h	13.38 k-n	43.71 j-n	1.34 fg
13	1.37 ab	5.47 b-g	14.95 a-e	13.16 l-n	40.78 k-o	1.39 d-g
14	1.43 ab	5.07 e-g	15.50 ab	16.86 f-m	58.11 e-l	1.57 a-g
15	1.46 a	5.32 d-g	14.37 a-h	13.51 k-n	37.42 l-o	1.57 a-g
16	1.42 ab	5.18 d-g	14.12 a-h	15.88 h-m	50.40 g-m	1.45 b-g
17	1.34 ab	5.20 d-g	14.10 a-h	16.25 g-m	48.83 i-m	1.55 a-g
18	1.42 ab	5.46 c-g	14.68 a-e	12.32 n	36.47 m-o	1.48 a-g

Letras iguales en la misma columna significan igualdad estadística (Tukey $\alpha = 0.01$).

Cuadro 3. Comparación de medias entre localidades. Table 3. Comparison of means among locations.

Variable	SNG (L1)	SM (L2)	M (L3)
AP	1.43 a	1.25 c	1.33 b
NR	4.94 c	5.61 b	6.16 a
NNF	17.03 a	12.27 c	13.32 b
NVP	22.27 a	13.35 c	20.02 b
PVP	75.94 a	41.16 c	63.52 b
NSV	1.70 a	1.44 b	1.70 a
NSP	34.82 a	22.21 c	31.37 b
PTS	51.94 a	32.37 c	47.60 b
NSL	24.66 a	15.58 b	23.82 a
PSL	42.47 a	27.16 b	40.85 a
P100S	174.69 a	167.59 a	171.32 a
PSM	10.66 a	6.45 b	7.29 b

*Valores con la misma letra en la misma hilera son iguales de acuerdo con la prueba de Tukey ($\alpha = 0.01$). SNG= San Nicolás Guadalupe; SM= San Mateo Oztzacatipan; M= Metepec. Altura de planta (AP); número de ramas (NR); número de nudos florales (NNF); número de vainas por planta (NVP); peso de vaina por planta (PVP); número de semillas por vaina (NSV); número de semillas por planta (NSP); peso total de semilla (PTS); número de semillas limpias (NSL); peso de semilla limpia (PSL); peso de 100 semillas (P100S); y peso de semilla manchada (PSM).

Comparison of means among populations

In population 15, from Zaragoza of Guadalupe, recorded the highest average (1.46 m) in plant height (AP) but this only differ statistically from 2, 4, 5 and 29 (1.28, 1.26, 1.27, and 0.88 cm). Suso *et al.* (1993) commented that this trait

Cuadro 4. Comparación de medias para altura de planta (AP), número de ramas (NR), número de nudos florales (NNF), número de vainas por planta (NVP), peso de vaina por planta (PVP) y número de semillas por vaina (NSV) (Continuación).

Table 4. Comparison of means for plant height (AP), number of branches (NR), number of flowering nodes (NNF), number of pods per plant (NVP), pod weight per plant (PVP) and number of seeds per pod (NSV) (Continuation).

Población	AP	NR	NNF	NVP	PVP0	NSV
19	1.35 ab	5.68 a-g	15.02 a-d	13.65 k-n	43.56 j-n	1.54 a-g
20	1.38 ab	5.91 a-e	14.66 a-e	18.05 e-l	62.28 d-j	1.76 a-e
21	1.38 ab	5.36 d-g	14.32 a-h	16.58 f-m	56.17 f-m	1.57 a-g
22	1.33 ab	4.74 f-g	14.38 a-h	18.02 e-l	71.80 b-f	1.47 b-g
23	1.39 ab	5.72 a-f	15.33 ab	17.45 e-l	65.32 c-i	1.61 a-g
24	1.36 ab	6.18 a-d	15.21 a-c	14.48 j-n	49.95h-m	1.51 a-g
25	1.42 ab	5.43 d-g	15.15 a-c	17.13 e-m	59.82 e-j	1.36 e-g
26	1.31 ab	5.07 e-g	14.52 a-f	20.71 d-h	66.03 b-i	1.76 a-e
27	1.35 ab	5.77 a-f	13.07 e-i	24.94 a-d	77.32 a-e	1.79 a-d
28	1.32 ab	5.24 d-g	15.42 ab	15.51 i-m	50.37g-m	1.40c-g
29	0.88 c	5.22 d-g	10.92 j	18.21 e-k	49.12 i-m	1.80 a-d
30	1.32 ab	5.23 d-g	15.33 ab	21.21 c-f	67.50 b-i	1.54 a-g
31	1.29 ab	5.56 b-g	14.04 a-h	20.84 d-g	67-48 b-i	1.70 a-f
32	1.33 ab	5.76 a-f	14.50 a-g	16.33 f-m	49.23 i-m	1.63 a-g
33	1.33 ab	6.52 ab	12.54 h-i	10.37 n	22.104 o	1.26 g
34	1.35 ab	5.22 d-g	13.21 d-i	17.94 e-i	56.49 e-m	1.70 a-f
35	1.37 ab	6.54 ab	13.87 b-h	10.20 n	24.76 n-o	1.37 e-g
36	1.33 ab	5.72 a-f	15.35 ab	29.06 a	97.71 a	1.78 a-d

Letras iguales en la misma columna significan igualdad estadística (Tukey $\alpha=0.01$).

El número de nudos florales (NNF) fue mayor en las poblaciones 1 (15.81), 14 (15.50), 23 (15.33), 28 (15.42), 30 (15.33) y 36 (15.35); éstas superaron estadísticamente a San Isidro (P29), con el menor NNF (10.92). El gran número de flores producidas por cada nudo y en consecuencia por cada planta, demuestra el alto potencial de producción que presentan las plantas pero éste no se expresa en la cosecha debido a la abscisión de elementos reproductivos, con valores entre 75 y 90% (Bianco, 1990); el peso de la semilla están determinado por el número de vainas comerciales, pero sólo una pequeña fracción de las flores logra este objetivo (Cuadro 4).

La mayor producción de vainas por planta (NVP) se expresó en la población 36 (29.06), seguida de 4 (26.18), 5 (26.17) y 7 (26.23); éstas superaron estadísticamente a 18 (12.32), 33 (10.37) y 35 (10.20) con los valores menores. Cuatro poblaciones tuvieron el mayor NVP (26), otros 29 presentaron una producción media (25 a 13.38) y sólo tres fueron de baja producción (10 a 12). Nadal *et al.* (2004 a), Salih *et al.* (1993) y Mohammed *et al.* (2010) reportaron 11.0, de 30.2 a 31.3 y de 9.1 a 11.2 NVP, respectivamente.

NVP depende de la distribución de la vaina sobre el tallo y puede ser principalmente basal, distribuida uniformemente a lo largo del tallo o terminal; también depende del número de vainas por nudo, que varía de uno a tres (Terzopoulos *et al.*,

allowed discriminating cultivars of different geographic regions. AP depends on the size of the seed; plants grow more if larger seeds are planted (Al-Reface *et al.*, 2004). AP also depends on the genotype (G), environment (A) and G x A interaction and generally varies from 0.88 to 1.42 m (Table 4).

For number of branches per plant (NR) population 3 (6.67) showed the highest average, followed by 33 (6.52) and 35 (6.54); they differed significantly from the other 33 populations but did not have the highest seed weight (Table 4). Mohammed *et al.* (2010) reported from 3.23 to 11.5 branches. Faba bean cultivars show a great amount of unproductive branches; as the plant grows and branches expand and move away from the central axis and end up breaking when pods reach physiological maturity (Faiguenbaum, 2003).

The number of flowering nodes (NNF) was higher in populations 1 (15.81) 14 (15.50), 23 (15.33), 28 (15.42), 30 (15.33) and 36 (15.35); these statistically outperformed San Isidro (P29), with the lowest NNF (10.92). The large number of flowers produced by each node and consequently for each plant, demonstrates the high potential of production that plants have but it is not expressed in the harvest due to abscission of reproductive elements, with values between 75

2004) y está muy relacionada con la fecundación. Singh *et al.* (1987) indicaron que NVP influye favorablemente sobre el peso de la semilla (Cuadro 4). En la población 36 (97.71 g), proveniente del municipio de Lerma, se registró el mayor peso de vaina por planta (PVP), seguida de 5 (86.73 g), 1 (83.46 g) y 7 (82.83 g); la primera superó estadísticamente a 28 cultivares (Cuadro 4).

La población 7 (1.89) mostró el mayor número de semillas por vaina (NSV), seguida de 4 (1.84), 5 (1.81), 6 (1.81) y 8 (1.81) (Cuadro 4). Nadal *et al.* (2004 b) reportaron tres semillas por vaina. Pilbeam *et al.* (1992) mencionaron que el máximo rendimiento dependió del número de semillas por vaina. Esto se atribuye a un periodo prolongado de sequía y a la incidencia de heladas en tres días consecutivos, de la segunda semana de septiembre de 2011.

En NSP la población 36 (50.51) mostró la mayor cantidad, seguida de 6 (44.61), 7 (44.37), 5 (43.62), 1 (42.68), 2 (42.61) y 4 (42.54); la primera difirió estadísticamente de otras 29 (Cuadro 5). Mohammed *et al.* (2010) reportaron de 16.8 a 21.3 semillas por planta.

and 90% (Bianco, 1990); the weight of the seed is determined by the number of commercial pods, but only, a small fraction of flowers achieves this objective (Table 4).

The highest production of pods per plant (NVP) was expressed in population 36 (29.06), followed by 4 (26.18), 5 (26.17) and 7 (26.23); these, statistically outperformed population 18 (12.32), 33 (10.37) and 35 (10.20) with lower values. Four populations had the greatest NVP (26), another 29 showed an average yield (25 to 13.38), and only three were low production (10 to 12). Nadal *et al.* (2004), Salih *et al.* (1993) and Mohammed *et al.* (2010) reported 11.0, from 30.2 to 31.3 and from 9.1 to 11.2 NVP, respectively.

NVP depends on the distribution of the pod on the stem and may be mainly basal, evenly distributed along the stem or terminal, also depends on the number of pods per node, which varies from one to three (Terzopoulos *et al.*, 2004) and is closely related to fertilization. Singh *et al.* (1987) indicated that NVP favorably influences the seed weight (Table 4). In population 36 (97.71 g), from the municipality of Lerma,

Cuadro 5. Comparación de medias para número de semillas por planta (NSP), peso total de semilla (PTS), número de semillas limpias (NSL), peso de semilla limpia (PSL), peso de 100 semillas (P100S) y peso de semilla manchada (PSM).
Table 5. Comparison of means for number of seeds per plant (NSP), total weight of seed (PTS), number of clean seeds (NSL), clean seed weight (PSL), weight of 100 seeds (P100S) and stained seed weight (PSM).

Población	NSP	PTS	NSL	PSL	P100S	PSM
1	42.68 a-c	62.31 a-d	33.73 b-e	54.32 a-c	154.98 e-j	8.90 a-c
2	42.61 a-c	58.02 a-e	33.95 b-d	50.82 a-d	153.20 d-j	7.56 a-c
3	37.15 b-e	47.32 a-e	32.01 b-f	48.79 a-e	150.38 e-j	5.15 bc
4	42.54 a-c	57.92 a-e	35.37 a-c	50.56 a-e	141.21 i-k	9.07 a-c
5	43.62 ab	68.05 ab	37.01 ab	60.08 a	148.27 f-m	10.63 ab
6	44.61 ab	61.02 a-d	35.32 a-c	53.47 a-d	146.18 g-k	7.42 a-c
7	44.37 ab	63.17 a-c	37.16 ab	56.29 ab	150.66 e-j	6.67 a-c
8	37.01 b-e	51.85 c-g	28.40 c-g	44.57 b-g	149.33 f-k	7.22 a-c
9	32.63 d-g	49.12 c-h	25.27 f-i	40.19 c-n	154.81 c-j	7.14 a-c
10	23.85 g-l	42.60 e-k	15.68 j-n	32.63 g-k	193.85 a-d	9.45 a-c
11	18.35 j-l	30.49 j-k	11.47 l-n	22.83 j-m	201.20 a	7.76 a-c
12	18.76 i-l	31.84 i-m	11.40 l-n	23.41 j-m	197.06 ab	10.86 ab
13	16.94 kl	27.84 k-m	9.05 mn	18.27 lm	2012.04 a	9.60 a-c
14	26.56 fk	39.45 g-l	15.67 j-n	31.74 g-l	201.52 a	10.63 ab
15	15.91 -l	26.35 lm	9.25 mn	18.80 k-m	189.04 a-f	7.73 a-c
16	22.23 h-l	37.01 g-l	11.45 l-n	23.77 j-m	196.78 ab	10.12 ab
17	24.24 f-l	39.93 g-l	16.45 j-m	33.01 g-j	191.54 a-e	8.51 a-c
18	18.86 i-l	26.30 m	9.31 mn	18.40 lm	196.73 ab	7.96 a-c
Población	NSP	PTS	NSL	PSL	P100S	PSM
19	20.23 i-l	31.42 j-m	11.93 l-n	24.00 j-m	183.98 a-h	7.43 a-c
20	28.08 e-i	47.33 e-i	20.94 g-k	39.37 d-i	182.04 a-i	8.03 a-c
21	26.31 f-k	41.37 f-l	15.94 j-m	31.25 g-l	185.52 a-g	11.39 ab
22	31.18 e-h	45.16 e-j	16.45 j-m	34.01 f-j	194.11 a-d	11.73 a

Letras iguales en la misma columna significan igualdad estadística (Tukey $\alpha=0.01$).

Cuadro 5. Comparación de medias para número de semillas por planta (NSP), peso total de semilla (PTS), número de semillas limpias (NSL), peso de semilla limpia (PSL), peso de 100 semillas (P100S) y peso de semilla manchada (PSM) (Continuación).

Table 5. Comparison of means for number of seeds per plant (NSP), total weight of seed (PTS), number of clean seeds (NSL), clean seed weight (PSL), weight of 100 seeds (P100S) and stained seed weight (PSM) (Continuation).

Población	NSP	PTS	NSL	PSL	P100S	PSM
23	28.34 e-h	47.35 d-i	17.55 i-l	36.50 e-j	194.48 a-c	10.78 ab
24	20.55 i-l	36.31 g-l	11.98 l-n	31.45 g-l	198.75 ab	10.69 ab
25	24.51 f-l	43.40 e-k	16.41 j-m	34.44 f-j	189.24 a-f	9.32 a-c
26	36.73 b-e	48.92 c-h	28.10 c-g	43.51 b-g	153.33 e-j	5.53 a-c
27	36.71 b-e	56.75 b-f	30.83 b-f	49.98 a-e	159.70 b-j	5.45 a-c
28	22.88 h-l	36.76 g-l	13.94 k-n	28.19 h-l	196.93 ab	8.50 a-c
29	39.28 b-d	35.46 h-l	22.63 g-j	25.50 i-m	108.26 k	9.95 ab
30	30.57 d-h	50.55 c-h	26.00 e-h	47.29 a-f	162.52 a-j	3.39 c
31	33.68 c-f	49.69 c-h	26.86 d-h	42.30 b-h	166.48 a-j	7.70 a-c
32	25.90 f-k	38.60 g-l	20.15 h-k	33.73 f-j	169.68 a-j	6.47 a-c
33	15.24 l	17.78 m	10.85 l-n	12.77 m	131.77 jk	3.37 c
34	26.97 f-j	41.63 f-l	18.13 i-l	33.99 f-j	174.52 a-i	7.78 a-c
35	15.13 l	18.63 m	8.08 n	25.90 i-m	149.38 f-k	5.68 a-c
36	50.51 a	72.78 a	42.50 a	52.60 a-d	143.73 h-k	7.37 a-c

Letras iguales en la misma columna significan igualdad estadística (Tukey $\alpha=0.01$).

En peso total de semilla por planta (PTS) sobresalieron las poblaciones 36 (72.78 g), 5 (68.05 g), 7 (63.17 g), 1 (62.31 g) y 6 (61.02 g) y la primera difirió estadísticamente de otras 31. Salih *et al.* (1993) registraron 42.2, 47.1 y 47.7 g en las tres variedades más sobresalientes (Cuadro 5). El PTS es el resultado de diferentes etapas fenológicas de las plantas, las cuales están expresadas en el NVP, NSV, y PSL por planta; el mayor PST es obtenido cuando se maximizan estos componentes (Ayaz *et al.*, 2004).

La población 36 (42.50) tuvo mayor número de semillas limpias (NSL), seguido de 7 (37.16), 5 (37.01), 4 (35.37) y 6 (35.32) y la primera difirió estadísticamente de otras 31. Ésta característica determina la producción final de una planta y la calidad fitosanitaria de la semilla. En peso de semillas limpias (PSL) las poblaciones 5 (60.08 g), 7 (56.29 g), 1 (54.32 g), 6 (53.47 g), 2 (50.82 g), 4 (50.56 g) y 3 (48.79) fueron las más sobresalientes y la primera difirió estadísticamente de otras 29 (Cuadro 5).

En peso de 100 semillas (P100S) sobresalieron las poblaciones 11 (201.20 g), 13 (202.04 g), 14 (201.52 g), 12 (197.06 g), 18 (196.73 g), 24 (198.75 g) y 28 (196.73); la primera superó estadísticamente a otras 29 (Cuadro 5). Salih *et al.* (1993) registraron valores de 57.8 g y Mohammed *et al.* (2010) de 30 a 39 g.

recorded the highest pod weight per plant (PVP), followed by 5 (86.73 g), 1 (83.46 g) and 7 (82.83 g); the first statistically exceeded 28 cultivars (Table 4).

Population 7 (1.89) showed the greatest number of seeds per pod (NSV), followed by 4 (1.84), 5 (1.81), 6 (1.81) and 8 (1.81) (Table 4). Nadal *et al.* (2004 b) reported three seeds per pod. Pilbeam *et al.* (1992) mentioned that the highest yield depended on the number of seeds per pod. This is attributed to a prolonged period of drought and frost incidence of three consecutive days of the second week of September 2011.

In NSP, population 36 (50.51) showed the largest amount, followed by 6 (44.61), 7 (44.37), 5 (43.62), 1 (42.68), 2 (42.61) and 4 (42.54); the first differed statistically from other 29 (Table 5). Mohammed *et al.* (2010) reported from 16.8 to 21.3 seeds per plant.

Total seed weight per plant (PTS) outstand populations 36 (72.78 g), 5 (68.05 g), 7 (63.17 g), 1 (62.31 g) and 6 (61.02 g) and the first differ statistically from the other 31. Salih *et al.* (1993) recorded 42.2, 47.1 and 47.7 g in the three most outstanding varieties (Table 5). The PTS is the result of different phenological stages of plants, which are expressed in the NVP, NSV and PSL per plant; the highest PST is obtained when these components are maximized (Ayaz *et al.*, 2004).

En peso de semilla manchada (PSM) la población 22 (11.73 g) mostró el mayor promedio y sólo difirió estadísticamente de 3 (5.15g), 30 (3.39 g) y 33 (3.37 g) (Cuadro 5). El daño por enfermedades disminuye la calidad de la semilla y el productor no recupera su inversión. En 34 poblaciones hubo presencia de mancha de chocolate (*Botrytis fabae*, Sardina) y las menos afectadas fueron Monarca y población 33 de Cacalomacan, aunque estas no produjeron el mayor peso de semilla. El estado de Puebla es el mayor productor de semilla y 93% de los campesinos consideran que la sanidad de semilla es el principal criterio en la selección, y 55% consideran importante la sanidad y el tamaño de la semilla (Díaz *et al.*, 2008). En otro estudio se concluyó que 50% de los productores prefieren semilla más grande y 40% semilla mediana, pero un mayor número de vainas y semillas por vaina, precocidad y resistencia a enfermedades también son necesarios (Rojas *et al.*, 2012).

Conclusiones

Se detectaron diferencias significativas entre poblaciones (G), entre ambientes (A) y en la interacción G x A en 11 de las 12 variables evaluadas. San Nicolás Guadalupe fue la mejor localidad para la evaluación del material genético. Las poblaciones identificadas como 36, 1, 5 y 7 fueron las más sobresalientes en número de nudos florales, número y peso de vainas por planta, número de semillas por planta, peso total de semillas y número y peso de semilla limpia. Éstas representan al material recomendable para iniciar un programa de mejoramiento o para generar tecnología en esta región del Estado de México.

Literatura citada

- Annicchiarico, P. and Iannucci, A. 2008. Breeding strategy for bean in southern Europe based on cultivar responses across climatically contrasting environments. *Crop Sci.* 48:983-991.
- AL-Reface, M.; Turk, M. and Tawaha, A. 2004. Effect of seed size and plant population density of yield and yield components of local faba bean (*Vicia faba* L. Mayor). *Int. J. Agric. Biol.* 2:294-299.
- Ayaz, S. B.; McKenzie, H. G. and McNeil, D. 2004. Variability in yield of four grain legume species in a subhumid temperate environment. II. Yield components. *J. Agric. Sci.* 142:21-28.
- Bianco, V. 1990. Fava (*Vicia faba* L.) In: Bianco, V. and Pimpini, F. (Ed). *Orticultura*. Patron Editore, Bologna, Italia. 672-700 pp.
- De Costa, W. A. J. M.; Dennett, M. D.; Ratnaweera, U. and Nyalemegbe, K. 1997. Effects of different water regimes of field-grown determinate and indeterminate faba bean (*Vicia faba* L.). II. Yield, yield components and harvest index. *Field Crops Res.* 52:169-178.

Population 36 (42.50) had the largest number of clean seeds (NSL), followed by 7 (37.16), 5 (37.01), 4 (35.37) and 6 (35.32) and the first differed statistically from the other 31. This trait determines the final production of a plant and phytosanitary quality of seed. In weight of clean seed (PSL) populations 5 (60.08 g), 7 (56.29 g), 1 (54.32 g), 6 (53.47 g), 2 (50.82 g), 4 (50.56 g) and 3 (48.79) were the most outstanding and the first differed statistically from other 29 (Table 5).

Weight of 100 seeds (P100S) outstanding populations 11 (201.20 g), 13 (202.04 g), 14 (201.52 g), 12 (197.06 g), 18 (196.73 g), 24 (198.75 g) and 28 (196.73); the first statistically outstand the other 29 (Table 5). Salih *et al.* (1993) recorded values of 57.8 g Mohammed *et al.* (2010) of 30 to 39 g.

In stained seed weight (PSM) population 22 (11.73 g) showed the highest average and only differed statistically from 3 (5.15g), 30 (3.39 g) and 33 (3.37 g) (Table 5). Diseases damage decreases the quality of seed and the producer does not recover its investment. In 34 populations was presence of chocolate spot (*Botrytis fabae*, Sardina) and the least affected were Monarch and population 33 from Cacalomacan, although these did not produce the highest seed weight. The state of Puebla is the largest producer of seed and 93% of farmers consider that seed health is the main criterion in the selection, and 55% consider important, health and seed size (Díaz *et al.*, 2008). Another study concluded that 50% of producers prefer larger seed and 40% medium, but a greater number of pods and seeds per pod, earliness and disease resistance are also needed (Rojas *et al.*, 2012).

Conclusions

Significant differences were detected, between populations (G), among environments (A) and G x A interaction in 11 of the 12 evaluated variables. San Nicolás Guadalupe was the best location for the evaluation of genetic material. Populations identified as 36, 1, 5 and 7 were the most outstanding in floral number of nodes, number and weight of pods per plant, number of seeds per plant, total seed weight and number and weight of clean seed.

These represent the material recommended to start a breeding program or to generate technology in this region of the State of Mexico.

End of the English version



- Díaz, B. M.; Herrera C. B. E.; Ramírez J. M.; Aliphath, F. y Delgado, A. A. 2008. Conocimiento campesino en la selección de variedades de haba (*Vicia faba* L.) en la Sierra Norte de Puebla, México. *Interciencia* 33(8):610-615.
- Duc, G.; Boa, S.; Baum, M.; Redden, B.; Sadiki, M. M.; Suso, M.; Vishniakova, J. and Zong, X. 2010. Diversity maintenance and use of *Vicia faba* L. genetic resources. *Field Crops Res.* 115:270-278.
- El-Zaher, A. and Mustafa, M. A. 2007. Genetic variation among Egyptian cultivars of *Vicia faba* L. *Pakistan J. Biol. Sci.* 10(23):4204-4210.
- Faiguenbaum, H. 2003. Haba. *In: labranza, siembra y producción de los principales cultivos de Chile*. Ediciones Vivaldi y Asociados, Santiago, Chile. 706:423-469.
- García, E. 1988. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía. Universidad Autónoma de México (UNAM). México, D. F. 246 p.
- Gutiérrez, N. C. M.; Ávila, M.; Moreno, T. and Torres, A. M. 2008. Development of SCAR markers linked to zt-2, one of the genes controlling absence of tannins in faba bean. *Australian J. Agric. Res.* 59:365-373.
- Kalia, P. and Sood, S. 2004. Genetic variation association analyses for pod yield and other agronomic and quality characters in and Indian Himalayan collection of broad bean (*Vicia faba* L.). *J. Breed. Genet.* 36(2):55-61.
- Mohammed, O. A. A.; Osman, T. Y. S.; Awok, O. 2010. Performance of faba beans (*Vicia faba* L.) cultivars grown in new agro-ecological region of Sudan (Souther Sudan). *Australian J. Basic Appl. Sci.* 4(11):5516-5521.
- Nadal, S.; Moreno, M. T. y Cubero, J. I. 2004a. Habas (*Vicia faba* L.) *In: las leguminosas de grano en la agricultura moderna*. Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España. 201-303 pp.
- Nadal, S.; Moreno, M. T. y Cubero, J. I. 2004b. Registration of "Retaca" Faba Bean. *Crop Sci.* 44:18-65.
- Neal, J. R. and Mcvetty, P. B. E. 1983. Yield structure of faba bean (*Vicia faba* L.) grown in Monotiba. *Field Crops Res.* 8:349-360.
- Pérez, L. D. J. y González, H. A. 2003. Cultivo y mejoramiento de haba. 1ª. Edición. Universidad Autónoma del Estado de México (UAEM). Toluca, Estado de México. 101 p.
- Pilbeam, C. J.; Aktase, J. K.; Hebblethwaite, P. D. and Wrigth, S. D. 1992. Yield production in two contrasting form of spring-sown faba bean in relation to water supply. *Field Crops Res.* 29:273-287.
- Rojas, T. J.; Díaz, R. R.; Álvarez, G. F.; Ocampo, M. J. y Escalante, E. A. 2012. Tecnología de producción de haba y características socioeconómicas de productores en Puebla y Tlaxcala. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 3(1):35-49.
- Salih, F. A.; Sarra, A. A. and Salih, H. S. 1993. Performance of faba bean genotypes in the Jabel Marra area. *Fabis Newsletter* 33:37.
- Singh, S. P.; Singh, N. P. and Pandey, R. K. 1987. Irrigation studies in faba bean. *Fabis Newsletter* 18:24-26.
- Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). 2011. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). Cierre de la producción agrícola por estado. Analysis Sistem (SAS). 1988. SAS/STAT user's guide-release 6.03 edition Cary, N. C.: SAS Institute Inc. 1028 p.
- Suso, M. J.; Moreno, M. T. and Cubero, J. I. 1993. New isozyme markers in *Vicia Faba*: inheritance and linkage. *Plant Breed.* 40:105-111.
- Terzopoulos, P. J.; Kaltsikes, P. J. and Bebeli, P. J. 2003. Collection, evaluation and classification of Greek populations of faba bean (*Vicia faba* L.). *Genetic Res. Crop Evol.* 50:375-381.
- Terzopoulos, P. J.; Kaltsikes, P. J. and Bebeli, M. T. y Cubero, J. I. 2004. Characterization of Greek populations of Faba bean (*Vicia faba* L.) and their evaluation using a new parameter. *Gen. Res. Crop Evol.* 51:655-667.
- Yahia, Y.; Guetat, A.; Elfalleh, A.; FeRchichi, H.; Yahia, W. and Loumerem, M. 2012. Analysis of agromorphological diversity of southern Tunisia faba bean (*Vicia faba* L.) germplasm. *African J. Biotechnol.* 11(56):11913-11924.