

Efecto y correlación de fechas de siembra, fertilización y densidad en el rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en Chihuahua*

Planting dates, fertilization and density effect and correlation on yield of rainfed Pinto Saltillo beans in Chihuahua

José Cruz Jiménez Galindo¹ y Jorge Alberto Acosta Gallegos²

¹Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Ave. Hidalgo 1213. Col. Centro Ciudad Cuauhtémoc, Chihuahua C. P. 31500. jimenez.cruz@inifap.gob.mx. ²Campo Experimental Bajío. Km. 6.5 carretera Celaya-San Miguel de Allende. C. P. 38110. CEBAJ-INIFAP, Celaya, Guanajuato. acosta.jorge@inifap.gob.mx. ³Autor para correspondencia: jimenez.cruz@inifap.gob.mx.

Resumen

Se describen los resultados de un experimento con tres fechas de siembra, dos niveles de fertilización y siete densidades de cosecha con frijol Pinto Saltillo en el estado de Chihuahua. La mayoría de los productores de frijol de temporal cosechan una densidad por debajo de las recomendaciones de INIFAP; siembran en diferentes fechas y utilizan generalmente dos niveles de fertilización. El objetivo principal del presente estudio fue evaluar el comportamiento de la variedad Pinto Saltillo en tres fechas de siembra, dos niveles de fertilización y siete niveles de densidad. El experimento para determinar la densidad óptima se realizó en 2010 en la Estación Experimental de INIFAP en Bachiniva. Las fechas de siembra fueron 26-junio, 6-julio y 16-julio. Los niveles de fertilización fueron: 30-50-00 y 00-00-00. Las densidades utilizadas fueron 1, 4, 8, 12, 16, 20 y 26 plantas por metro lineal (plantas m⁻¹) con ancho de surcos de 80 centímetros en hilera simple (12 500, 50 000, 100 000, 150 000, 200 000, 250 000 y 325 000 plantas por hectárea respectivamente). Se encontraron diferencias altamente significativas para fechas de siembra, niveles de fertilización y densidades. En general los mayores rendimientos se obtuvieron con fecha de siembra del 26 de junio, fertilización 30-50-00 y densidades de 12 y 16 plantas⁻¹ (150 000 y 200 000 plantas ha⁻¹). El más alto rendimiento de 3 428 kg ha⁻¹ se obtuvo en la primera fecha de siembra con fertilización 30-50-00 y 26 plantas m⁻¹ (325 000 plantas ha⁻¹).

Abstract

We describe the results of an experiment with three planting dates, two fertilization levels and seven bean harvest densities of Pinto Saltillo in the State of Chihuahua. Most rainfed bean-producers harvested a density below INIFAP's recommendations; planted on different dates and generally use two levels of fertilization. The main objective of this study was to evaluate the behavior of Pinto Saltillo in three planting dates, two fertilization levels and seven density levels. The experiment to determine the optimum density was performed in 2010 at the Experimental Station in Bachiniva INIFAP. Planting dates were June 26th, July 6th and July 16th. The fertilizer levels were 30-50-00 and 00-00-00. The densities used were 1, 4, 8, 12, 16, 20 and 26 plants per meter (plants m⁻¹) with furrows of 80 cm width in a single row (12 500, 50 000, 100 000, 150 000, 200 000, 250 000 and 325 000 plants per hectare, respectively). Highly significant differences were found for planting dates, fertilization levels and densities. In general, the highest yields were obtained with planting date on June 26th, 30-50-00 fertilization and densities of 12 and 16 plants⁻¹ (150 000 and 200 000 plants ha⁻¹). The highest yield of 3428 kg ha⁻¹ was obtained in the first planting date with 30-50-00 fertilization and 26 plants m⁻¹ (325 000 plants ha⁻¹).

* Recibido: junio de 2012
Aceptado: noviembre de 2012

Palabras clave: *Phaseolus vulgaris* L., densidades, fechas de siembra, frijol de temporal, nutrición.

Key words: *Phaseolus vulgaris* L., densities, planting dates, rainfed beans, nutrition.

Introducción

Debido a que el consumo de frijol en México ha disminuido en décadas recientes, la producción nacional es marginalmente suficiente para satisfacer la demanda en años favorables para la producción; sin embargo, en años con sequía intermitente como lo fue 2008, no lo es y se recurre a las importaciones (Reynoso *et al.*, 2007). El gobierno federal a través de la SAGARPA prevé incrementar el rendimiento nacional en frijol de temporal para el año 2012 de 520 kg ha⁻¹ a un rango de 800 a 1 000 kg ha⁻¹; e incrementar el promedio nacional del frijol de riego de 1 700 kg ha⁻¹ a un rango de 2 000 a 2 500 kg ha⁻¹. Todo esto contribuirá a incrementar la producción nacional de 0.99 millones de toneladas anuales a 1.33 millones. Esto es posible de lograr mediante la transferencia, adopción y uso de la tecnología disponible para frijol de riego y temporal. La pérdida de rentabilidad en las unidades de producción, aunado al incremento de los volúmenes de importación y la desregulación del mercado, hacen que el frijol mexicano pierda cada vez competitividad en relación con el producido en los Estados Unidos y Canadá, principales socios comerciales de México.

Por otra parte, es importante considerar que el cultivo de frijol tiene gran importancia social porque de acuerdo a cifras oficiales (SAGARPA, 2010) existen 570 000 productores, además de que genera 76 000 000 de jornales que equivalen a 382 000 empleos permanentes en México. En el estado de Chihuahua existen 22 380 productores de frijol el cual establece en diversas áreas que varían en potencial productivo, desde aquellas altamente productivas en riego hasta las de baja productividad. El estado de chihuahua ocupa el tercer lugar en producción de frijol a nivel nacional después de Zacatecas y Durango con una superficie sembrada en temporal de 127 003 ha, en 2010 (SAGARPA, 2011), con una producción total de 85 902 t y un promedio de rendimiento por hectárea de 676 kg.

La región donde se produce frijol de temporal en el estado de Chihuahua se concentra principalmente en el oeste, en los municipios de Namiquipa con 28 950 ha sembradas en 2010, Cuauhtémoc con 20 197 ha, Riva Palacio 19 000 ha, Guerrero 10 058 ha, Cusihuiachi con 8 164 ha y Santa Isabel con 6 300 ha. Durante el ciclo 2010, 81.9% de la superficie sembrada de frijol en chihuahua fue de temporal

Introduction

Because bean consumption in Mexico has decreased in recent decades, domestic production is marginally sufficient to meet the demand in years favorable for production; however, in years with intermittent drought as it was in 2008 it is not enough, so imports are required (Reynoso *et al.*, 2007). The federal government through SAGARPA expects to increase the national rainfed bean yield in 2012 from 520 kg ha⁻¹ to a range of 800 to 1000 kg ha⁻¹, and increase the national average irrigation bean from 1700 kg ha⁻¹ to a range of 2 000 to 2500 kg ha⁻¹. This will help to increase the domestic production from 0.99 million to 1.33 million tons. This is achievable through the transfer, adoption and use of technology available for irrigation and rainfed beans. The loss of profitability in the production units, along with the increase of import volumes and market deregulation make the Mexican bean increasingly lose competitiveness relative to that produced in the United States and Canada, Mexico's main trading partners.

On the other hand, it is important to consider that the bean crop has great social importance because according to official figures (USDA, 2010) there are 570,000 producers, plus it generates 76 million of wages amounting to 382 000 permanent jobs in Mexico. In the State of Chihuahua there are 22 380 bean producers which states in various areas ranging in productive potential, from those highly productive in irrigation to low productivity. Chihuahua State ranks third in bean production nationally, just after Zacatecas and Durango with a planting area under rainfed conditions of 127 003 ha in 2010 (USDA, 2011), with a total production of 85 902 t, and an averaging yield of 676 kg per hectare.

The region that produces rainfed bean in the State of Chihuahua is concentrated mainly in the west, in the municipalities of Namiquipa with 28 950 ha planted in 2010, Cuauhtémoc with 20 197 ha, 19 000 ha Riva Palacio, Guerrero 10 058 ha, Cusihuiachi with 8 164 ha and Santa Isabel in 6300 ha. During the 2010 cycle, 81.9% of bean plantings in Chihuahua were under rainfed conditions and just 18.1% under irrigation (USDA, 2011). The variety Pinto Saltillo registered a level of adoption by producers of 82% in Chihuahua (Ávila *et al.*, 2009).

y 18.1% bajo condiciones de riego (SAGARPA, 2011). La variedad Pinto Saltillo registró un nivel de adopción por los productores 82% en Chihuahua (Ávila *et al.*, 2009).

Los retos principales para mejorar la eficiencia productiva son el incremento del rendimiento y la reducción de los costos de producción derivados de los aumentos en los precios de los combustibles y el fertilizante químico. Con la transferencia y uso de la tecnología de altas densidades, se podrá contribuir al incremento de la productividad de frijol obtenido por los productores y a la autosuficiencia alimentaria.

En Chihuahua, la errática y escasa precipitación, por lo general menor a 450 mm anuales, limita la actividad agrícola en áreas de temporal e influencia la productividad en forma negativa. Además, la calidad de los suelos de muchas áreas productoras de frijol es marginal, se trata de suelos pobres en nutrientes y materia orgánica, y en consecuencia en capacidad de retención de humedad. Los suelos de excelente calidad son por lo general dedicados a cultivos considerados más remunerativos que el frijol (Acosta *et al.*, 2000).

La fecha de siembra, la fertilización y la densidad de plantas en la cosecha, son probablemente, los principales factores responsables de la baja producción y rentabilidad de frijol de temporal en el norte de México, después de la sequía. Existen reportes de densidades óptimas para frijol de temporal en el norte de México; sin embargo, los productores siguen cosechando una densidad muy por debajo de las recomendaciones. Los objetivos de los estudios aquí reportados fueron: a) realizar un muestreo aleatorio en parcelas comerciales de productores de frijol en temporal en Chihuahua para determinar la población de plantas en uso; b) evaluar el comportamiento de la variedad Pinto Saltillo de temporal con diferentes densidades; c) evaluar el rendimiento de Pinto Saltillo en diferentes fechas de siembra; y d) determinar si la fórmula de fertilización 30-50-00 sigue funcionando para el frijol de temporal.

Material y métodos

La investigación se llevó a cabo en 2010 en el ciclo primavera-verano en terrenos de la Estación Experimental de INIFAP en Bachiniva, Chihuahua, México: 28° 47' 19.32", de latitud norte, 107° 16' 11.64" longitud oeste, a una altitud de 2 012 msnm. En un suelo franco arenoso con 55.98% de arena, 27.28% de limo y 16.74% de arcilla, libres

The main challenges for improving production efficiency are the increasing yield and reducing production costs resulting from increases in the prices of fuels and chemical fertilizer. With the transfer and use of technology in high densities, it may contribute to increased productivity of bean obtained by producers and self-sufficiency food.

In Chihuahua, the erratic and low precipitation, usually less than 450 mm per year, limit farming in rainfed areas and influence productivity negatively. Furthermore, the quality of the soil in many areas is marginal, soil is poor in nutrients and organic matter, and consequently in moisture holding capacity. Quality soils are usually dedicated to more remunerative crops (Acosta *et al.*, 2000).

The planting date, fertilization and plant density at harvest are probably the main factors responsible for the low production and profitability of rainfed beans in northern Mexico, after the drought. There are reports of optimal densities of rainfed beans in northern Mexico, but the producers continue to reap a density well below the recommendations. The objectives of the studies reported were: a) random sampling in commercial plots in rainfed bean producers in Chihuahua to determine the population of plants in use; b) to evaluate the performance of a rainfed variety Pinto Saltillo with different densities; c) to evaluate the performance of Pinto Saltillo in different planting dates, and; d) whether the 30-50-00 fertilizer formula still works for rainfed.

Materials and methods

The research was conducted in 2010 in the spring-summer in the grounds of INIFAP Experimental Station in Bachiniva, Chihuahua, Mexico: 28° 47' 19.32" N, 107° 16' 11.64" W, at an elevation of 2012 meters. In a sandy loam soil with 55.98% sand, 27.28% silt and 16.74% clay, salt-free, high in organic matter (2,468%), the slope ranged from 0.16% to 0.64%. Rainfall during cultivation in 2010 was 379.5 mm.

We used three planting dates June 26th, July 6th and July 16th, 2010 and 2011, two fertilization levels 1) with the 30-50-00 formula and, 2) without fertilizer 00-00-00 and seven different densities with 1, 4, 8, 12, 16, 20 and 26 plants m⁻¹ in single-row and rows of 80 cm wide. During planting the seed drill was calibrated to deposit 38 seeds per meter, until getting the desired density after the first crop or first weeding. Yield was evaluated only in kg ha⁻¹ where

de sales, altos contenidos de materia orgánica (2.468%); la pendiente del terreno fluctuó desde 0.16%, hasta 0.64%. La precipitación en 2010 durante el cultivo fue de 379.5 mm.

Se utilizaron tres fechas de siembra 26 de junio, 06 de julio y 16 de julio de 2010 y 2011; dos niveles de fertilización 1) con la fórmula 30-50-00 y 2) sin fertilizante 00-00-00; y siete densidades diferentes con 1, 4, 8, 12, 16, 20 y 26 plantas m⁻¹ en hilera simple y con surcos a 80 cm de ancho. Durante la siembra se calibró la sembradora para depositar 38 semillas por metro lineal para ralea a la densidad deseada después del primer cultivo o primera escarda. Se evaluó solo el rendimiento en kg ha⁻¹ de donde se estimó también la rentabilidad. Se utilizó un diseño experimental en parcelas divididas con arreglo factorial, con tres repeticiones. Cada repetición constó de 2 surcos de 5 m de longitud.

Condiciones climáticas durante la conducción de los experimentos

En la Figura 1 se observa la precipitación durante el ciclo de cultivo 2010 en la Estación Experimental de INIFAP en Bachiniva, Chihuahua. En total durante el ciclo del cultivo llovieron 379.5 mm, considerándose como un año bueno para producir frijol de temporal y con buena distribución (Ávila *et al.*, 2009).

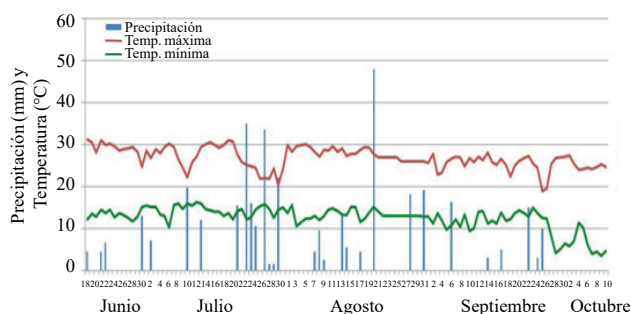


Figura 1. Precipitación en el Campo Experimental Bachiniva, Chihuahua, México. Ciclo primavera-verano 2010.
Figure 1. Precipitation in the Experimental Bachiniva, Chihuahua, Mexico. Spring-summer, 2010.

Resultados y discusión

De acuerdo con los resultados de SAS el modelo es adecuado para explicar los datos de rendimiento del experimento.

Se encontró una R² alta lo cual significa que el experimento se estableció adecuadamente y que se tiene un alto grado de confiabilidad (Cuadro 2).

profitability was also estimated. Experimental design was a split plot factorial arrangement with three replications. Each replication consisted of two rows of 5 m long.

Weather conditions for conducting experiments

The Figure 1 shows the precipitation during the growing season 2010 at the Experimental Station in Bachiniva INIFAP, Chihuahua. In total during the crop cycle rained 379.5 mm, considered as a good year to produce beans with good rainfed distribution (Ávila *et al.*, 2009).

Results and discussion

According to the results of the model SAS is adequate to explain yield data of the experiment.

Cuadro 1. Cuadrados medios y nivel de probabilidad del modelo para calcular el rendimiento de frijol de temporal.

Table 1. Mean squares and probability level of the model to calculate the yield of rainfed beans.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadrados medios	Probabilidad
Modelo	43	1 873 742.44	<.0001
Error	82	56 700.26	
Total	125		

We found a high R² which means that the experiment was set up properly and that it has a high degree of reliability (Table 2).

Cuadro 2. R², coeficiente de variación y rendimiento medio del experimento.

Table 2. R², coefficient of variation and average yield of the experiment.

R ²	Coeficiente de variación	Rendimiento medio	Duncan
0.945442	12.92053	1 842.944	0.05

The effect on the yield of Saltillo Pinto beans are shown in Table 3, which indicates that the average effect of blocks, planting date, fertilization level, density and fertilization * density interaction were highly significant (*p*< 0.0001), it was also significant the interaction fertilization*sowing

El efecto para el rendimiento de frijol Pinto Saltillo, son mostrados en el Cuadro 3, donde se denota que el efecto medio de bloques, fecha de siembra, nivel de fertilización, densidad y la interacción fertilización*densidad fueron altamente significativos ($p < 0.0001$), también fue significativa la interacción fecha de siembra*fertilización ($p < 0.0136$), pero no fueron significativas las interacciones fecha de siembra*densidad ($p > 0.0705$) ni la interacción fecha de siembra*fertilización*densidad ($p > 0.1424$).

date ($p < 0.0136$), but it was not significant the interactions sowing date*density ($p > 0.0705$) and the interaction time of sowing*fertilization*density ($p > 0.1424$).

Planting dates

We found highly significant differences when analyzing the three planting dates. As shown in Table 1, the loss in yield over the first date of the second is 605 kg corresponding

Cuadro 3. Cuadros medios y nivel de probabilidad para las variables e interacciones en el experimento.

Table 3. Mean squares and probability level for variables and interactions in the experiment.

Fuente de variación	Grados de libertad	Cuadros medios	Probabilidad
Bloque	2	3 352 507.84	<.0001
Fecha	2	15 189 914.89	<.0001
Fertilización	1	4 587 060.96	<.0001
Densidad	6	5 732 658.63	<.0001
Fecha*fertilización	2	256 899.46	<.0136
Fecha*densidad	12	99 359.57	.0705
Fertilización*densidad	6	296 493.68	<.0001
Fecha*fertilización*densidad	12	84 832.57	.1424

Fechas de siembra

Se encontraron diferencias estadísticas altamente significativas al analizar las tres fechas de siembra. Como puede observarse en el Cuadro 1, la pérdida en rendimiento de la primera fecha con respecto de la segunda es de 605 kg correspondiente a 24.7%; comparando la segunda fecha siembra con la tercera la disminución del rendimiento es de 598 kg correspondiente a 32.5%; sumándose una pérdida total de 1 203 kg ha⁻¹ que corresponde a 49.2%. Resultados similares encontraron Forney *et al.* (1990); Dapaah *et al.* (2000); Pajarito (2006); Moniruzzaman *et al.* (2007); Yoldas y Esiyok (2007); Shad *et al.* (2010); Shad *et al.* (2011); Ogah, (2011).

La fecha de siembra en frijol de temporal no es flexible debido a que los productores comienzan a sembrar con el inicio de las lluvias que en ocasiones se retrasa hasta mediados de julio. Sin embargo, es de especial importancia que se tenga la información de rendimiento para tener conocimiento del potencial de producción que se puede tener con las diferentes fechas de siembra. Como se observa en el siguiente cuadro se utilizó una fecha temprana del 26 de junio, una fecha media del 6 de julio y una fecha tardía para la siembra del frijol el día 16 de julio.

to 24.7%, compared with the second planting date, the third reduction in yield is 598 kg corresponding to 32.5%; adding a total loss of 1 203 kg ha⁻¹ which corresponds to 49.2%. Similar results were found by Forney *et al.* (1990); Dapaah *et al.* (2000); Bird (2006); Moniruzzaman *et al.* (2007); Yoldas and Esiyok (2007); Shad *et al.* (2010); Shad *et al.* (2011); Ogah, (2011).

The planting date of rainfed beans is not flexible because farmers start to work with the onset of the rains, which is sometimes delayed until mid-July. However, it is especially important that yield information has to be aware of potential output that can be had with different planting dates. As shown in the table below, it was used an early date on June 26th, a mean date of July 6th and a late date for bean planting on July 16th.

The latter is the deadline for rainfed bean planting in most of the bean producing municipalities: Cuauhtémoc, Namiquipa, Riva Palacio, Cusihuirachi, Guerrero and Santa Isabel (Fernández *et al.*, 2007). The planting dates used are 10 days apart and the first date was seeded with low humidity of about 18 mm, although the rain was regularized after having an excellent seed germination (Table 4).

Esta última es la fecha límite para la siembra de frijol de temporal en los principales municipios productores de frijol de temporal que son: Cuauhtémoc, Namiquipa, Riva Palacio, Cusiuhiriachi, Guerrero y Santa Isabel (Fernández *et al.*, 2007). Las fechas de siembra utilizadas tienen separación de 10 días y la primera fecha se sembró con una humedad baja de alrededor de 18 mm, aunque después se regularizó la lluvia teniendo una germinación de semillas excelente (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en tres fechas de siembra.

Table 4. Pinto Saltillo rainfed bean yield in three sowing dates.

Fechas de siembra	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
26-junio-10	2 445 a
06-julio-10	1 840 b
16-julio-10	1 242 c
Media	1 842
R ²	0.94
C. V.	12.9

El resultado fue un promedio de 42 repeticiones y se utilizó Duncan= 0.05.

Fertilización

Fueron encontradas diferencias altamente significativas para los dos niveles de fertilización. Se encontró una diferencia de 381 kg correspondiente a 18.74% menos. Esto quiere decir, que la fórmula de fertilización 30-50-00 aun sigue funcionando para el frijol de temporal. Se analizaron estos dos niveles de fertilización porque son los más usados por productores en el estado de Chihuahua, Cuadro 5. Resultados similares encontró Dhanjal *et al.* (2001) y Nawar *et al.* (2010).

Densidades

Aunque la densidad es variable, pocos productores cosechan la densidad óptima para temporal, lo más común en terrenos de productores es: 1) 4 plantas m⁻¹ con la fórmula 30-50-00; y 2) 4 plantas m⁻¹ sin fertilizante. Los resultados del muestreo de densidad 2009 muestran que el promedio de plantas por metro lineal para frijol de temporal en el estado de Chihuahua es de 4.4 plantas m⁻¹ (considerando un promedio de ancho de surco de 80 cm, da una densidad de 55 000 plantas ha⁻¹). De acuerdo con Ibarra *et al.* (2003 a); Ibarra *et al.* (2003 b); Fernández *et al.* (2007); Jiménez *et al.* (2011), los productores siguen cosechando menos de la mitad de plantas recomendadas.

The result was an average of 42 repetitions and Duncan= 0.05 was used.

Fertilization

Highly significant differences were found for both levels of fertilization. There was a difference of 381 kg corresponding to 18.74%. This means that even 30-50-00 fertilizer formula still works for rainfed beans. We analyzed these two fertilization levels because they are most used by producers in the State of Chihuahua, Table 5. Similar results were found by Dhanjal *et al.* (2001) and Nawar *et al.* (2010).

Cuadro 5. Rendimiento de frijol Pinto Saltillo con fertilizante y sin fertilizante.

Table 5. Pinto Saltillo bean yield with fertilizer and without fertilizer.

Fertilización	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
30-50-00	2 033 a
00-00-00	1 652 b
Media	1 842
R ²	0.94
C. V.	12.9

Densities

Even though densities do vary, only a few farmers harvest the optimum density for rainfed, the usual in the ground of producer is: 1) 4 plants m⁻¹ with the 30-50-00 formula; and 2) 4 m⁻¹ without fertilizer. Sampling results from 2009 showed that, the average density of plants per meter of rainfed bean in the State of Chihuahua is 4.4 plants m⁻¹ (considering an average width of 80 cm, giving a density of 55 000 plants ha⁻¹). According to Ibarra *et al.* (2003); Ibarra *et al.* (2003 b); Fernández *et al.* (2007) and; Jiménez *et al.* (2011), the producers continue to reap less than half of the recommended plants.

In Table 6, for the year 2010 was a year with a rainfall of 379.5 mm and with a good distribution, without presenting intraestival drought, the best densities to produce rainfed beans are harvested 12 to 16 plants per meter, with 80 cm spacing between rows, corresponding to 150 000 to 200 000 plants ha⁻¹ respectively. Similar results have been found by Goulden, (1976); Aguilar *et al.* (1977); Singh *et al.* (1996); All (1998); Blackshaw *et al.* (1999); NDSU (2003); Njoka *et al.* (2005); Acosta and Martinez (2006); Nawar *et al.* (2010); Shad *et al.* (2010); Alves *et al.* (2011); Eckert *et al.* (2011); Shad *et al.* (2011).

En el Cuadro 6, para el año 2010 que fue un año con una precipitación de 379.5 mm y con una buena distribución, sin presentar sequía intraestival, las mejores densidades para producir frijol de temporal son cosechando de 12 a 16 plantas por metro lineal, que a 80 cm de separación entre surcos, correspondiente a 150 000 y 200 000 plantas por ha⁻¹ respectivamente. Resultados similares han encontrado, Goulden, (1976); Aguilar *et al.* (1977); Singh *et al.* (1996); All (1998); Blackshaw *et al.* (1999); NDSU (2003); Njoka *et al.* (2005); Acosta y Martínez (2006); Nawar *et al.* (2010); Shad *et al.* (2010); Alves *et al.* (2011); Eckert *et al.* (2011); Shad *et al.* (2011).

By comparing the yield of the density of 4 plants m⁻¹, which is the overall average harvested by the farmers in the State, against the density of 12 plants per meter, a difference of 523 kg corresponding to 33.56%. If we compare 4 plants m⁻¹ to 16 plants m⁻¹, it gives a difference of 679 kg corresponding to 30.35%. If we compare a producer with 100 ha, with the latter example, reap 67.9 t rather than the density of 4 plants m⁻¹. Analyzing somehow else, a total of 223.7 t in 100 ha, against 155.8 t; if sold at \$ 10 per kg, would get \$ 2 237 000 against \$ 1 558 000 in the same 100 ha using the same amount of diesel, land, wages, insecticides and herbicides.

Cuadro 6. Rendimiento promedio de tres fechas de siembra, dos niveles de fertilización y siete densidades de plantas.
Table 6. Average yield of three planting dates, two fertilization levels and seven plant densities.

Densidad de siembra (semillas m ⁻¹)	Kilogramos (semilla ha ⁻¹)	Densidad de cosecha (pl m ⁻¹)	Densidad de cosecha (pl ha ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
3	11.2	1	12 500	692 d
6	22.5	4	50 000	1 558 c
10	37.5	8	100 000	1 881 b
14	52.5	12	150 000	2 081 a
16	60.0	16	200 000	2 237 a
22	82.5	20	250 000	2 214 a
28	105.0	26	325 000	2 234 a
Media	53.0	12.4	155 357.1	1 842
DMS	-	-	-	239.9
C. V.	-	-	-	12.9

El resultado se obtuvo de un promedio de 18 repeticiones y se utilizó Duncan= 0.05. Ancho de surcos de 0.8 m. El peso de 100 semillas de Pinto Saltillo es de 30 g.

Si se compara el rendimiento de la densidad de 4 plantas m⁻¹, que es el promedio general cosechado por productores en el estado, contra la densidad de 12 plantas por metro lineal, da una diferencia de 523 kg correspondiente a 33.56%. Si comparamos la de 4 plantas m⁻¹ contra 16 plantas m⁻¹ nos da una diferencia de 679 kg correspondiente a 30.35%. Si se compara un productor con 100 ha, con este último ejemplo, cosecharía 67.9 t más que con la densidad de 4 plantas m⁻¹. Analizado de otra manera cosecharía en total 223.7 t en 100 ha contra 155.8 t; si vendiera a \$ 10 por kg, obtendría \$ 2 237 000 contra \$ 1 558 000 en las mismas 100 ha utilizando la misma cantidad de diesel, terreno, jornales, insecticidas y herbicidas.

Si se analiza la cantidad de semilla a utilizar en las 100 hectáreas se tendría que con la densidad de 4 plantas, se utilizarían 6 semillas por metro lineal, para asegurar la cosecha deseada de 4 plantas, correspondiente a 22.5 kg de semilla por hectárea. Si utilizamos la densidad de 16 plantas m⁻¹, debemos sembrar al menos 18 semillas por

If we analyze the amount of seeds to be used in 100 ha, we would have that with the density of 4 plants, using 6 seeds per meter to ensure the desired harvest of 4 plants, corresponding to 22.5 kg of seeds per hectare. If we use the density of 16 plants m⁻¹ we must plant at least 18 seeds per meter, this would be used with 67.5 kg of seeds per ha. Considering that the producer buys the surplus of certified seed, *i.e.* 45 kg per hectare at 25 pesos per kilo, spending in 100 has an amount of \$ 112 500, against the production surplus of 735 kg per hectare, if we multiply this by \$ 6.5 or for \$ 10, we would have an amount of \$ 447 750 to \$ 735 000, indicating that the use of high densities or optimal densities is quite profitable. Producers can prepare harvested seed, *i.e.* rather than keep a bag of 60 kilograms to two hectares, now must keep a sack per hectare (Table 6).

The result was obtained from an average of 18 repetitions and Duncan= 0.05 was used. Furrow width of 0.8 m. The weight of 100 seeds of Pinto Saltillo is 30 g.

metro lineal, con esto se utilizarían 67.5 kg de semilla por ha. Considerando que el productor compra el excedente de semilla certificada, es decir 45 kg por hectárea a 25 pesos el kilogramo, gastaría en 100 ha una cantidad de \$112 500, contra el excedente de producción de 735 kg por ha, si multiplicamos esto por \$ 6.5 o por \$10 se tendría una cantidad de \$ 447 750 a \$735 000, lo cual indica que el uso de las altas densidades o densidades optimas es muy rentable. Los productores pueden preparar semilla de su cosecha, es decir en lugar de que guarden un costal de 60 kilogramos para dos hectáreas, ahora deben guardar un costal por hectárea (Cuadro 6).

Fechas de siembra, fertilización y densidad

Si se observa el Cuadro 7 para el año 2010 la mejor densidad para la primera fecha de siembra con fertilizante es la de 26 plantas m^{-1} con una producción de 3 428 $kg\ ha^{-1}$, sin fertilizante la de 16 plantas m^{-1} con una producción de 2 822 $kg\ ha^{-1}$. Para la segunda fecha con fertilizante es la densidad de 26 plantas m^{-1} con una producción de 2 787 $kg\ ha^{-1}$ y sin fertilizante la de 12 plantas m^{-1} con una producción de 2 154 $kg\ ha^{-1}$. Para la tercera fecha con fertilizante la mejor densidad es de 8 plantas m^{-1} con una producción de 1 430 $kg\ ha^{-1}$ y sin fertilizante la de 8 plantas m^{-1} con una producción de 1 224 $kg\ ha^{-1}$. Resultados similares han encontrado Gilles *et al.* (1995), NDSU, (2003), Somaye *et al.* (2011).

Planting dates, fertilization and density

By observing the Table 7 for 2010 the best density for the first planting date with fertilizer is 26 plants m^{-1} with a yield of 3 428 $kg\ ha^{-1}$ without fertilizer, 16 plants m^{-1} with a production of 2 822 $kg\ ha^{-1}$. For the second date with fertilizer is the density of 26 plants m^{-1} with a yield of 2 787 $kg\ ha^{-1}$ and no fertilizer of 12 plants m^{-1} with a yield of 2 154 $kg\ ha^{-1}$. For the third time with the best fertilizer density of 8 plants m^{-1} with a yield of 1 430 $kg\ ha^{-1}$ and no fertilizer, 8 plants m^{-1} with a yield of 1 224 $kg\ ha^{-1}$. Similar results have been found by Gilles *et al.* (1995); NDSU (2003); Somaye *et al.* (2011).

For 2010, the highest return for the first sowing date with fertilizer is the one with 26 plants m^{-1} with a value of 4.52, unfertilized with 16 plants m^{-1} with 4.95. For the second date with fertilizer is the density of 26 plants m^{-1} with a return of 3.49 and no fertilizer of 16 plants m^{-1} with 4.19 of profitability. For the third time with the best fertilizer density of 12 plants m^{-1} with a value of 1.91 and no fertilizer of 16 plants m^{-1} with a yield of 2.30.

Possibly by analyzing the table below, many technicians and producers will choose to use the density with the highest profitability, that's why when analyzing overall yield and profitability to produce the best treatment of rainfed Pinto Saltillo bean is on the first date with fertilizer harvest 26

Cuadro 7. Análisis de rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en tres fechas de siembra.
Table 7. Yield analysis of rainfed Pinto Saltillo beans in three planting dates.

Fecha de siembra	Fórmula de fertilización	Plantas por metro lineal	Rendimiento ($kg\ ha^{-1}$)	Rentabilidad
26-jun.-2010	30-50-00	1	1 327 c	1.65
		4	2 770 b	4.35
		8	2 806 b	4.23
		12	2 807 b	4.05
		16	2 911 b	4.07
		20	2 918 b	3.92
		26	3 428 a	4.52
	00-00-00	1	931 c	1.33
		4	2 002 b	3.79
		8	2 144 b	3.91
		12	2 371 b	4.21
		16	2 822 a	4.95
		20	2 778 a	4.64
		26	2 221 b	3.26

Cuadro 7. Análisis de rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en tres fechas de siembra (Continuación).
Table 7. Yield analysis of rainfed Pinto Saltillo beans in three planting dates (Continuation).

Fecha de siembra	Fórmula de fertilización	Plantas por metro lineal	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Rentabilidad
6-jul.-2010	30-50-00	1	679 e	0.36
		4	1 585 d	2.06
		8	2 122 c	2.96
		12	2 312 bc	3.16
		16	2 351 bc	3.09
		20	2 442 b	3.12
		26	2 787 a	3.49
	00-00-00	1	610 d	0.53
		4	1 410 c	2.38
		8	1 560 bc	2.57
		12	2 154 a	3.73
		16	2 129 a	4.19
		20	1 925 ab	2.91
		26	1 695 bc	2.25
16-jul.-2010	30-50-00	1	384 b	-0.23
		4	758 b	0.46
		8	1 430 a	1.67
		12	1 618 a	1.91
		16	1 645 a	1.87
		20	1 770 a	1.99
		26	1 852 a	1.98
	00-00-00	1	220 c	-0.45
		4	828 b	0.98
		8	1 224 a	1.80
		12	1 228 a	1.70
		16	1 565 a	2.30
		20	1 454 a	1.95
		26	1 420 a	1.73
Media	-	1 842	-	
R ²	-	0.94	-	
C. V.	-	12.9	-	

Para el año 2010 la mayor rentabilidad para la primera fecha de siembra con fertilizante es la de 26 plantas m⁻¹ con valor de 4.52, sin fertilizante la de 16 plantas m⁻¹ con 4.95. Para la segunda fecha con fertilizante es la densidad de 26 plantas m⁻¹ con rentabilidad de 3.49 y sin fertilizante la de 16 plantas m⁻¹ con 4.19 de rentabilidad. Para la tercera fecha con fertilizante la mejor densidad es de 12 plantas m⁻¹ con valor de 1.91 y sin fertilizante la de 16 plantas m⁻¹ con una rentabilidad de 2.30.

Posiblemente al analizar el cuadro siguiente muchos técnicos y productores opten por utilizar la densidad que presente la mayor rentabilidad es por eso que al analizar en conjunto el rendimiento y la rentabilidad el mejor tratamiento para producir frijol Pinto Saltillo de temporal es en la primera fecha con fertilizante cosechar 26 plantas m⁻¹ para obtener el mayor

plants m⁻¹ to get the best yield and the best value of 4.52 and no fertilizer with 16 plants m⁻¹ to get the best yield and the best value of 4.95. For the second sowing with fertilizer obtained the highest yield harvested with 26 plants m⁻¹ and 3.49 the highest return without fertilizer and the highest yield was obtained with 16 plants m⁻¹ and the highest return of 4.19.

In the third planting date and fertilizer, an excellent yield is obtained with 16 plants m⁻¹ and a very good yield of 1.87 and also without fertilizer a good yield is obtained with 16 plants m⁻¹ with good profitability also of 2.30. Data were collected in spring-summer cycle to produce good rainfed beans with over 350 mm of rain and a very good layout. Producers of U.S. plant about 60 kg ha⁻¹ in good time always waiting

rendimiento y la mayor rentabilidad de 4.52 y sin fertilizante la de 16 plantas m^{-1} para obtener el mayor rendimiento y la mayor rentabilidad de 4.95. Para la segunda fecha de siembra con fertilizante el mayor rendimiento se obtiene cosechando 26 plantas m^{-1} y también la mayor rentabilidad de 3.49 y sin fertilizante el mayor rendimiento se obtiene con 16 plantas m^{-1} y también la mayor rentabilidad de 4.19.

En la tercera fecha de siembra y con fertilizante un excelente rendimiento se obtiene con 16 plantas m^{-1} y una muy buena rentabilidad también de 1.87 y sin fertilizante se obtiene un buen rendimiento con 16 plantas m^{-1} con una buena rentabilidad también de 2.30. Los datos fueron obtenidos en un ciclo primavera-verano bueno para producir frijol de temporal con más de 350 mm de lluvia y una muy buena distribución. Los productores de Estados Unidos de América siembran alrededor de 60 kg ha^{-1} de semilla de frijol pinto en temporal siempre esperando una buena precipitación, es por esto que los productores de México debieran sembrar con alta densidad esperando siempre una precipitación alta con buena distribución.

Estabilidad del rendimiento con la fórmula de fertilización 30-50-00

Con la fórmula de fertilización 30-50-00, al analizar el porcentaje de reducción del rendimiento de la primera fecha de siembra con la última, se puede ver claramente que la producción de frijol se estabiliza a partir de 8 y hasta 26 plantas m^{-1} . Resultados similares encontraron Pajarito (2006); Shad *et al.* (2011). Si los productores que utilizan la fórmula de fertilización 30-50-00 no se convencen o bien el primer año tienen miedo de utilizar demasiada semilla podrían optar por cosechar al menos 8 plantas m^{-1} logrando así disminuir lo más posible la pérdida de rendimiento que se tiene con 1 y 4 plantas m^{-1} que supera 70% de pérdida (Cuadro 8).

Cuadro 8. Rendimiento y por ciento de reducción del rendimiento de la última fecha de siembra con respecto a la primera, con la fórmula de fertilización 30-50-00.

Table 8. Yield and percent of reduction of the last date of sowing yield with respect to the first, with the fertilizer formula 30-50-00.

Densidad (pl m^{-1})	Rendimiento (kg ha^{-1}) 26-jun.-2010	Rendimiento (kg ha^{-1}) 16-jul.-2010	(%) de reducción del rendimiento
1	1 327	384	71.1
4	2 770	758	72.6
8	2 806	1 430	49.0
12	2 807	1 618	42.4
16	2 911	1 645	43.5
20	2 918	1 770	39.3
26	3 428	1 852	46.0

precipitation, which is why the producers of Mexico with high density should always expecting high rainfall with good distribution.

Yield stability with 30-50-00 fertilizer formula

With the fertilizer formula 30-50-00, by analyzing the percentage of reduction in yield of the first planting date with the latest, it can clearly be see that bean production is stabilized from 8 to 26 plants m^{-1} . Similar results were found by Pajarito (2006); Shad *et al.* (2011). If the producers use 30-50-00 fertilizer formula not convinced the first year or are afraid to use too much seed, they could choose at least 8 plants m^{-1} to achieving as much as possible to decrease the loss of yield with 1 and 4 plants m^{-1} of over 70% loss (Table 8).

Yield stability without fertilizer

With the 00-00-00 fertilizer formula, by analyzing the percentage of reduction in yield of the first planting date with the latest, it can clearly be see that bean production stabilizes at 8 and up to 26 plants per meter. Similar results were found by Pajarito (2006); Shad *et al.* (2011). If the producers use 00-00-00 fertilizer formula are not convinced the first year or are afraid to use too much seed, they could harvest at least 8 plants m^{-1} achieving as much as possible to decrease the loss of yield with 1 and 4 plants m^{-1} that exceeds an average loss of 67% (Table 9).

Variable correlation analysis

The variable that determined the yield of rainfed Pinto Saltillo beans in 2010 was planting date affecting in 35.65%, followed by harvest density with 27.33% and 5.38%

Estabilidad del rendimiento sin aplicación de fertilizante. Con la fórmula de fertilización 00-00-00, al analizar el porcentaje de reducción del rendimiento de la primera fecha de siembra con la última, se puede ver claramente que la producción de frijol se estabiliza de 8 y hasta 26 plantas por metro lineal. Resultados similares encontraron Pajarito (2006); Shad *et al.* (2011). Si los productores que utilizan la fórmula de fertilización 00-00-00 no se convencen o bien el primer año tienen miedo de utilizar demasiada semilla podrían optar por cosechar al menos 8 plantas m^{-1} logrando así disminuir lo más posible la pérdida de rendimiento que se tiene con 1 y 4 plantas m^{-1} que supera un promedio de 67% de pérdida (Cuadro 9).

Análisis de correlación de variables

La variable que más determinó el rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en 2010 fue la fecha de siembra incidiendo 35.65%, seguida de la densidad de cosecha con 27.33% y por la fertilización con 5.38%. Las variables estudiadas en 2010 explican 76.22% de lo ocurrido en la estimación del rendimiento en el experimento (Cuadro 7). Resultados similares encontró López *et al.* (2011).

Conclusiones

La fecha de siembra es determinante en la producción de frijol de temporal disminuyendo el rendimiento de grano hasta 49%. La fórmula de fertilización 30-50-00 sigue funcionando con incrementos de hasta 18.74% con respecto al testigo sin fertilizante. Para el año 2010 con una precipitación de 379.5 mm y con una buena distribución sin presencia de sequía intraestival, las mejores densidades para producir frijol de temporal sin importar la fecha de siembra o la fertilización que se utilice es cosechando de 12 a 16 plantas por metro lineal, que a 80 cm de separación entre surcos resulta de 150 000 a 200 000 plantas por hectárea. La mejor densidad para la primera fecha de siembra con fertilizante es de 26 plantas m^{-1} , sin fertilizante la de 16 plantas m^{-1} .

Para la segunda fecha con fertilizante es la densidad de 26 plantas m^{-1} y sin fertilizante de 12 plantas m^{-1} . Para la tercera fecha con fertilizante la mejor densidad es de 8 plantas m^{-1} y sin fertilizante de 8 plantas m^{-1} . Con la fórmula de fertilización 30-50-00 y con la fórmula 00-00-00, al analizar el porcentaje de reducción del rendimiento se puede ver claramente que la producción de frijol se estabiliza a

fertilización. The variables studied in 2010 explained 76.22% of the events in the estimated yield in the experiment (Table 7). Similar results were found by López *et al.* (2011).

Cuadro 9. Análisis de correlación de variables para la estimación del rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en Bachiniva, Chihuahua, México.

Table 9. Correlation analysis of variables for estimating yield of Pinto Saltillo rainfed bean in Bachiniva, Chihuahua, Mexico.

Variables	R ²	C(p)
Fecha de siembra	0.3565	205.42
Densidad	0.2733	68.38
Fertilización	0.0538	5.00
Bloque	0.0786	30.38
Total	0.7622	

Conclusions

Planting date is critical in the production of rainfed beans, its grain yield decreases up to 49%. The 30-50-00 fertilizer formula still works, with increments up to 18.74% compared to the control treatment. For the year 2010 with 379.5 mm of precipitation and good distribution without the presence of drought, the best densities to produce rainfed beans regardless of the planting dates and the fertilization used is by reaping from 12 to 16 plants per meter, which at 80 cm spacing between rows is from 150 000 to 200 000 plants per hectare. The best density for the first planting date with fertilizer is 26 plants m^{-1} , and without fertilizer 16 plants m^{-1} .

For the second date with fertilizer, density is 26 m^{-1} plants, and without fertilizer 12 plants m^{-1} . For the third time with the best fertilizer density of 8 plants m^{-1} and with no fertilizer of 8 plants m^{-1} . With the fertilizer formula 30-50-00 and 00-00-00, by analyzing the percentage of yield reduction it can be clearly seen that, the bean production is stabilized from 8 to 26 plants m^{-1} . According to the correlation analysis, the variable that determines the yield of rainfed Pinto Saltillo bean is the planting date with 35.65%, followed by harvest density with 27.33% and 5.38% fertilization. The variables studied in 2010 explained 76.22% of the events in the estimated yield during the experiment, perhaps another factor that should be measured to see how much it affects yield is the amount and distribution of the precipitation.

End of the English version



partir de 8 y hasta 26 plantas m⁻¹. De acuerdo al análisis de correlación, la variable que mas determina el rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal es la fecha de siembra con 35.65%, seguida de la densidad de cosecha con 27.33% y por la fertilización con 5.38%. Las variables estudiadas en 2010 explican 76.22% de lo ocurrido en la estimación del rendimiento en el experimento, quizá el otro factor que debe ser medido para ver cuánto incide en el rendimiento es la cantidad y distribución de la precipitación.

Literatura citada

- Acosta, D. E. y Martínez, M. J. 2006. Manual para producir frijol "Pinto Saltillo" bajo temporal en el centro de Nuevo León. Desplegable para productores Núm. 4. Campo Experimental General Terán-INIFAP. General Terán, Nuevo León.
- Acosta, G. J. A.; Rosales, S. R.; Navarrete, M. R. y López, S. E. 2000. Desarrollo de variedades mejoradas de frijol para condiciones de riego y temporal en México. *Agric. Téc. Méx.* 26(1):79-98.
- Aguilar, M.; Immer, R.; Fischer, A. and Kohashi, S. J. 1977. Effects of Plant Density and Thinning on High-Yielding Dry Beans (*Phaseolus vulgaris*) in México. *Experimental Agriculture* 13:325-335.
- All, M. 1998. Response of rench bean genotypes to population density during winter season. *Indian J. Pulse Res.* 2 (2):125-128.
- Alves, A. F.; Oliveira, D. P.; Fonseca, G. G.; Vieira, N. M. B. and Andrade, M. J. B. 2011. Alternative Cultivars of Bean Plant in Northern Minas Gerais Based Upon Population Densities. *Bean Improvement Cooperative.* 54:188-189.
- Ávila, M. M. R.; González, R. H.; Rosales, S. R.; Zandate, H. R.; Pajarito, R. A. y Espinoza, A. J. 2009. Diagnostico y adopción de la variedad de frijol Pinto Saltillo en la Región temporalera del norte de México. Folleto Científico Núm. 12. Campo Experimental Sierra de Chihuahua. Cd Cuauhtémoc, Chihuahua, México.
- Blackshaw, R. E.; Muendel, H. H. and Saindon, G. 1999. Canopy architecture, row spacing and plant density effects on yield of dry bean (*Phaseolus vulgaris*) in the absence and presence of hairy nightshade (*Solanum sarrachoides*). *Can. J. Plant Sci.* 79:663-669.
- Dapaah, H. K.; A.McKenzie, B. and Hill, G. D. 2000. Influence of sowing date and irrigation on the growth and yield of pinto beans (*Phaseolus vulgaris*) in a subhumid temperate environment. *J. Agric. Sci., Cambridge.* 134:33-43.
- Dhanjal, R.; Prakash, O. and Ahlawat, I. P. 2001. Response of French bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties to plant density and nitrogen application. *Indian Journal of Agronomy.* 46(2):277-281.
- Eckert, F. R.; Kandel, H. J.; Johnson, B. L.; Rojas-Cifuentes, G. A.; Deplazes, C.; Vander, W. A. J. and Osorno, J. M. 2011. Row Spacing and Nitrogen Effects on Upright Pinto Bean Cultivars under Direct Harvest Conditions. *Agron. J.* 103:1314-1320.
- Fernández, H. P.; Ávila, M. M. R. y Gutiérrez, G. R. 2007. Tecnología para producir frijol en el estado de Chihuahua. Publicación Técnica Núm. 1, CESICH CIRNOC INIFAP. 38 p.
- Forney, A. K.; Halseth, D. E. and Kelly, W. C. 1990. Quality of Canned 'Ruddy' Kidney Beans as Influenced by Planting Date, Harvest Time, and Length of Storage before Canning. *J. AMER. Soc. HORT. SCI.* 115(6):1051-1054.
- Gilles, S.; Henry, C. H. and Gerry, C. K. 1995. White-mold Avoidance and Agronomic Attributes of Upright Common Beans Grown at Multiple Planting Densities in Narrow Rows. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 120(5):843-847.
- Goulden, D. S. 1976. Effects of plant population and row spacing on yield and component of yield of navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *N.Z. Journal of Exp. Agric.* 4:177-180.
- Ibarra, P. F. J.; Cazares, E. B.; Acosta, G. J. A. y Cuéllar, R. E. I. 2003a. FM 2000, nueva variedad de frijol flor de mayo para el altiplano de México. Folleto Técnico Núm. 20. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango México.
- Ibarra, P. F. J.; Cazares, E. B.; Acosta, G. J. A. y Cuéllar, R. E. I. 2003b. Negro Vizcaya, nueva variedad de frijol negro brillante para el altiplano de México. Folleto Técnico Núm. 21. Campo Experimental Valle del Guadiana. Durango México.
- Jiménez, G., J. C.; Ramírez, C. N. Y. Z. y Domínguez, L. R. F. 2011. Efecto de la densidad en el rendimiento de frijol Pinto Saltillo de temporal en Chihuahua. Memoria de la XXIII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 1220-1224.

- López, S. E.; Acosta, G. J. A.; Tosky, V. O. H.; Salinas, P. R. A.; Sánchez, G. B. M.; Rosales, S. R.; González, R. C.; Moreno, G. T.; Villar, S. B.; Cortinas, E. H. M. y Zandate, H. R. 2011. Estabilidad de rendimiento en genotipos mesoamericanos de frijol de grano negro en México. *Rev. Mex. Cienc. Agríc.* 2(1):29-40.
- Moniruzzaman, M.; Rahman, S. M. L.; Kibria, M. G. Rahman, M. A. and Kaiser, M. O. 2007. Performances of vegetable french bean as influenced by varieties and sowing dates in rabi season. *Int. J. Sustain. Crop Prod.* 2(5):69-73.
- Nawar, A. I.; Al-Fraihat, A. H.; Khalil, H. E. S. and El-Ela, A. M. A. 2010. Response of faba bean to tillage systems different regimes of NPK fertilization and plant interspacing. *Int. J. Agric. Biol.*, 12:606-610.
- NDSU. 2003. Dry bean production guide. Bull. A-1133. NDSU Ext. Serv., Fargo, ND. URL: <http://www.ag.ndsu.nodak.edu/plantsci/breeding/drybean/Dry%20Bean%20production%20Guide.htm>.
- Njoka, E. M.; Muraya, M. M. and Okumu, M. 2005. The Influences of Plant Density on Yield and Yield Components of Common Beans (*Phaseolus vulgaris* L.). *Agricultura Tropica et Subtropica.* 38(1):22-27.
- Ogah, E. O. 2011. Assessing the impact of varietal resistance and planting dates on the incidence of african yam bean flower thrips (*Megalurothrips sjostedti*, Hochst. Ex. A. Rich) in Nigeria. *Asian J. Plant Sci.* 10(7):370-375.
- Pajarito, R. A. 2006. Fenología y rendimiento de variedades de frijol en diferentes fechas de siembra y condiciones de humedad. *Agrofaz* 6(1): 7-16.
- Reynoso, C. R.; Ríos, U. M. C.; Torres, P. I.; Acosta, G. J. A.; Palomino, S. A. C.; Ramos, G. M.; González, J. E. y Guzmán, M. S. O. 2007. El consumo de frijol común (*Phaseolus vulgaris* L.) y su efecto sobre el cáncer de colon en ratas Sprague-Dawley. *Agric. Téc. Méx.* 33(1):43-52.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2010. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). D. F., México. URL: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Secretaría de Agricultura Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA). 2011. Anuarios Estadísticos de la Producción Agrícola. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera (SIAP). D. F., México. URL: <http://www.siap.sagarpa.gob.mx>.
- Shad, K.; Khalil, A.; Wahab, A.; Rehman, F.; Muhammad, S.; Wahab, A.; Khan, Z.; Zubair, M.; Shah, M. K.; Khalil, I. H. and Amin, R. 2010. Density and planting date influence phenological development assimilate partitioning and dry matter production of Faba Bean. *Pak. J. Bot.*, 42(6):3831-3838.
- Shad, K.; Khalil, A.; Wahab, A. and Khan, A. Z. 2011. Variation in leaf traits, yield components of faba bean in response to planting dates and densities. *Egypt. Acad. J. biolog. Sci.* 2(1):35-43.
- Singh, D. P.; Rajat, A. L. and Singh, S. K. 1996. Response of french bean (*Phaseolus vulgaris* L.) to spacing and nitrogen levels. *Indian J. Agron.* 41(4):608-610.
- Somaye, G.; Tayeb, S. N. and Alireza, S. 2011. Calculate dynamic changes in bean yield in different plant densities. *J. of Am. Sci.* 7(6):15-18.
- Yoldas, F. and Esiyok, D. 2007. Effects of Sowing Dates and Cultural Treatments on Growth, Quality and Yield of Processing Beans. *Pakistan J. Biol. Sci.* 10(15):2470-2474.