

## Efecto de la densidad a simple y doble hilera en el rendimiento de frijol de temporal en Chihuahua, México\*

### Effect of density in single and double row arrangements on the yield of dryland beans in Chihuahua, Mexico

José Cruz Jiménez Galindo<sup>1§</sup> y Jorge Alberto Acosta Gallegos<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Campo Experimental Sierra de Chihuahua, INIFAP. Ave. Hidalgo 1213. Col. Centro Cd Cuauhtémoc, Chih. C. P. 31500. <sup>2</sup>Campo Experimental Bajío. Carretera Celaya-San Miguel de Allende, km 6.5. C. P. 38110. Celaya, Guanajuato. [acosta.jorge@inifap.gob.mx](mailto:acosta.jorge@inifap.gob.mx). <sup>§</sup>Autor para correspondencia: [jimenez.cruz@inifap.gob.mx](mailto:jimenez.cruz@inifap.gob.mx).

#### Resumen

Se describen estudios sobre el uso de las altas densidades en frijol de temporal en el estado de Chihuahua. La mayoría de los productores de frijol de riego cosechan una densidad por debajo de las recomendaciones de INIFAP. Los objetivos de los estudios aquí reportados fueron: a) realizar un muestreo aleatorio en parcelas comerciales de frijol de temporal en Chihuahua para determinar la población de plantas en uso; y b) evaluar el comportamiento de la variedad Pinto Saltillo de temporal con diferentes densidades, localidades y años. El muestreo de densidad en parcelas de frijol de temporal se realizó en 2009. Los experimentos para determinar el uso de altas densidades o densidades óptimas se realizaron en 2010 en Bachiniva, Bachiniva y en 2011 en Carbajal de Abajo, Cusihuirachi y Felipe Ángeles, Namiquipa. La fertilización y el manejo variaron de acuerdo al productor. Las densidades utilizadas variaron desde 2 hasta 16 plantas por metro lineal (plantas m<sup>-1</sup>). La densidad promedio recomendada para frijol de temporal en las tres localidades fue de 8 a 16 plantas m<sup>-1</sup> (100 000 a 200 000 plantas por hectárea en la cosecha), dependiendo del tipo de suelo, manejo agronómico y cantidad y distribución de la precipitación en el año.

**Palabras clave:** *Phaseolus vulgaris* L., densidades óptimas, frijol de temporal.

#### Abstract

We describe studies on the use of high densities of dryland beans in the state of Chihuahua. Most producers of irrigated beans planted at a density below INIFAP recommendations. The objectives of the studies reported here were: a) to make a random sampling in commercial plots of dryland beans in Chihuahua to determine the population of plants in use; and b) to evaluate the performance of the dryland Pinto Saltillo variety at different densities, locations and years. The sampling of the density of dryland bean plots was made in 2009. The experiments for determining the use of high or optimal densities were performed in 2010 in Bachiniva, Bachiniva, and in 2011 in Carbajal de Abajo, Cusihuirachi and Felipe Angeles, Namiquipa. Fertilization and management varied according to the producer. The densities used varied from 2 to 16 plants per meter (plants m<sup>-1</sup>). The average density recommended for dryland beans in the three localities was 8 to 16 plants m<sup>-1</sup> (100 000 to 200 000 plants per hectare at harvest), depending on the soil type, crop management and amount and distribution of rainfall in the year.

**Key words:** *Phaseolus vulgaris* L., optimal density, dryland beans.

\* Recibido: junio de 2012  
Aceptado: enero de 2013

## 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 2012 de 520 kg ha<sup>-1</sup> a un rango de 800 a 1 000 kg ha<sup>-1</sup>; e incrementar el promedio nacional del frijol de riego de 1 700 kg ha<sup>-1</sup> a un rango de 2 000 a 2 500 kg ha<sup>-1</sup>. 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 de América 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. En temporal, aún en áreas de alto potencial el rendimiento promedio es bajo, y en éstas y en áreas de mediano potencial se puede lograr el incremento sostenible del rendimiento que permita mayor rentabilidad. Lo anterior dará certidumbre a los productores, comercializadores y transformadores de frijol.

La variedad Pinto Saltillo registró un nivel de adopción por los productores de 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

## Introduction

Because bean consumption in Mexico has declined in recent decades, domestic production is marginally sufficient to meet demand in years favorable for production, but in years with intermittent drought, as was 2008, it is not sufficient, and there is a resort to imports (Reynoso *et al.*, 2007). The federal government, by way of SAGARPA, expects to increase the national yield of dryland beans for 2012 from 520 kg ha<sup>-1</sup> to a range of 800-1 000 kg ha<sup>-1</sup>, and increase the national average yield of irrigated beans from 1 700 kg ha<sup>-1</sup> to a range of 2 000-2 500 kg ha<sup>-1</sup>. This will help to increase domestic production from 0.99 million tons to 1.33 million. This could be achievable through the transfer, adoption and use of available technology for the cultivation of irrigated and dryland beans. The loss of returns in the production units, together with the increase of import volumes and market deregulation, make the Mexican bean increasingly less competitive relative to that produced in the United States of America and Canada, the major trading partners of Mexico.

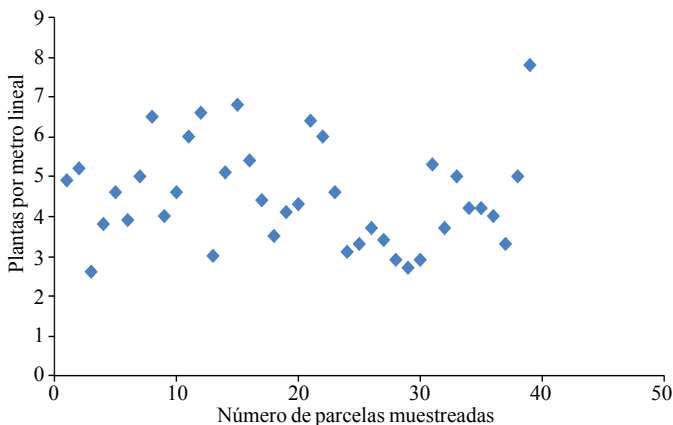
Moreover, it is important to consider that the cultivation of beans has great social importance, as, according to official figures (SAGARPA, 2010) there are 570 000 producers in Mexico; in addition, it generates 76 million wages amounting to 382 000 permanent jobs. In the state of Chihuahua there are 22 380 bean producers established in various areas with different productive potentials, from those highly productive with irrigation to those of low productivity. In dryland areas, even where the potential is high, the average yield is low, and in these and in medium potential areas it could be possible to achieve a sustainable increase of yield that enables a higher return. This will provide certainty for producers, traders and processors of beans.

The Pinto Saltillo variety registered an adoption percentage of 82% by producers in Chihuahua (Ávila *et al.*, 2009). The main challenges for improving production efficiency are increasing the yield and reducing production costs resulting from increases in the prices of fuels and chemical fertilizers. With the transfer and use of technology of high densities, it will be possible to contribute to the increased productivity of bean producers and to food self-sufficiency. In Chihuahua, erratic and low rainfall, usually less than 450 mm per year, limits farming activities in dryland areas and exerts a negative influence on productivity. Furthermore, the quality of the soils in many bean producing areas is

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.

### La densidad en parcelas de temporal

Aunque la densidad fue variable, pocos productores cosechan la densidad óptima para temporal. Los dos escenarios más comunes en terrenos de productores son 1) 4 plantas  $m^{-1}$  con la dosis de fertilización 30-50-00; y 2) 4 plantas  $m^{-1}$  sin fertilizante. De acuerdo al muestreo de densidad en parcelas de productores el promedio de plantas por metro lineal para frijol de temporal fue de 4.4 plantas  $m^{-1}$ , considerando un promedio de ancho de surco de 80 cm da una densidad de 55 000 plantas  $ha^{-1}$ ; Por lo tanto de acuerdo con Fernández *et al.* (2007), Ibarra *et al.* (2003 a), Ibarra *et al.* (2003 b) los productores siguen cosechando menos de la mitad de plantas recomendadas. Solo en un predio de temporal se observaron 8 plantas  $m^{-1}$  en la cosecha, que es el promedio mínimo de densidad recomendado (100 000 plantas  $ha^{-1}$ ). El 100% de los predios visitados tenían menos de 8 plantas  $m^{-1}$  (Figura 1).



**Figura 1. Muestreo de densidad realizado al azar en 2009, en parcelas de productores de frijol de temporal en el estado de Chihuahua.**

**Figure 1. Random density sampling made in 2009 in plots of dryland bean farmers in the state of Chihuahua.**

### Mapa de muestreo en frijol de temporal

Los predios visitados fueron de los municipios de Namiquipa, Riva Palacio, Cuauhtémoc, Cusihiuriachi, Guerrero y Gómez Farías del estado de Chihuahua, cubriendo así los principales municipios productores de frijol de temporal en el estado (Figura 2).

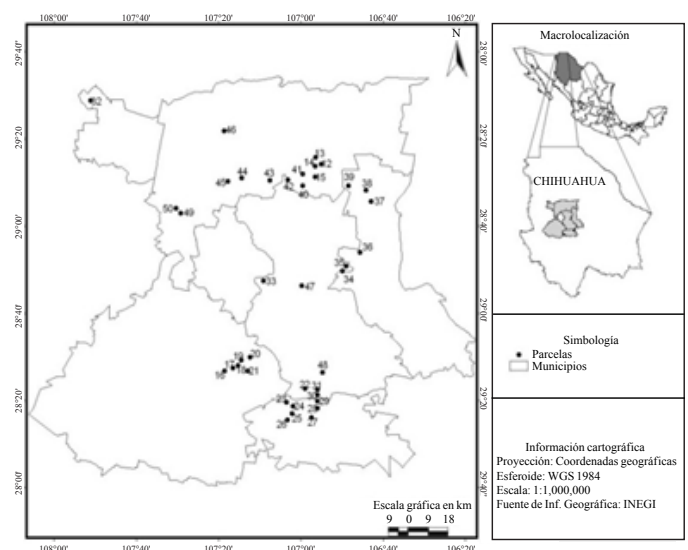
marginal; these are soils poor in nutrients and organic matter, and consequently in their moisture-retaining capacity.

### Density in dryland plots

Although the density was variable, few producers plant the optimal density for dryland farms. The two most common scenarios in producer fields are 1) 4 plants  $m^{-1}$  with a fertilizer dose of 30-50-00; and 2) 4 plants  $m^{-1}$  without fertilizer. According to the density sampling in producer plots, the average number of plants per linear meter for dryland beans was 4.4  $m^{-1}$ , with an average groove width of 80 cm, which gives a density of 55 000 plants  $ha^{-1}$ . Therefore, according to Fernández *et al.* (2007), Ibarra *et al.* (2003 a), and Ibarra *et al.* (2003 b), producers continue to plant less than half of recommended plants. Only in a dryland plot eight plants  $m^{-1}$  were observed at harvest, which is the recommended minimum average density (100 000 plants  $ha^{-1}$ ). 100% of the plots visited had less than 8 plants  $m^{-1}$  (Figure 1).

### Sampling map of dryland beans

The plots visited were in the municipalities of Namiquipa, Riva Palacio, Cuauhtémoc, Cusihiuriachi, Guerrero and Gómez Farías in the state of Chihuahua, thus covering the major dryland bean producing municipalities in the state (Figure 2).



**Figura 2. Localización de parcelas de frijol de temporal muestreadas en 2009.**

**Figure 2. Location of dryland bean plots sampled in 2009.**

### Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi 2011

La presente investigación de densidades en frijol de temporal, se realizó en el Rancho San Pedro del Sr. Wilivaldo Ordoñez Maldonado, cerca de la Localidad de Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, Chihuahua: 28° 15' 52.84", de latitud norte, 107° 04' 37.97" longitud oeste, a una altitud de 2 157 msnm. En un suelo franco arcillo arenoso con 63.58% de arena, 16% de limo y 20.42% de arcilla, libres de sales, contenidos de materia orgánica medianamente bajos (0.957 %); Con el objetivo de evaluar el comportamiento del frijol Pinto Saltillo de temporal con diferentes densidades en dicha localidad.

Se utilizaron 6 tratamientos: 1) 2 plantas  $m^{-1}$  + 00-00-00 + HS; 2) 2 plantas  $m^{-1}$  150 kg de 18-46-00 + HS; 3) 4 plantas  $m^{-1}$  150 kg de 18-46-00 + HS; 4) 8 plantas  $m^{-1}$  150 kg de 18-46-00 + HS; 5) 16 plantas  $m^{-1}$  150 kg de 18-46-00 + HS; y 6) 12 plantas  $m^{-1}$  + *Trichoderma* + 25 kg de 18-46-00 + HD. Ancho de surco a 0.8 m. La fecha de siembra se realizó el 16 de julio de 2011. La precipitación durante el cultivo fue de 261 mm. Para control de malezas se aplicó  $\frac{1}{2}$  litro de Fusilade +  $\frac{1}{2}$  litro de Flex por hectárea. No hubo presencia de plagas ni aplicaciones. La parcela demostrativa se muestreo en un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro repeticiones y 2 surcos de cinco metros por repetición. La variable evaluada fue rendimiento de grano ( $kg\ ha^{-1}$ ) de donde se estimo también la rentabilidad.

### Resultados y discusión

La precipitación durante el ciclo de cultivo 2011 en la parcela del experimento fue de 263 mm, como puede observarse en la siguiente figura, considerándose como un año regular con escasa y mala distribución de la precipitación para producir frijol de temporal, con más de un mes de sequía intraestival durante el cultivo (Ávila *et al.*, 2009), (Figura 3).

Los tratamientos que dan mayor rendimiento son a hilera simple con 16 plantas  $m^{-1}$ , con la fórmula de fertilización 27-69-00 (150 kg de 18-46-00 por hectárea), con un rendimiento de 746  $kg\ ha^{-1}$  seguido por el tratamiento de doble hilera con un promedio de 12 plantas  $m^{-1}$  con *Trichoderma* que presenta un rendimiento de 758.7  $kg\ ha^{-1}$ . La mayor rentabilidad es para el tratamiento doble hilera con *Trichoderma* y 12 plantas  $m^{-1}$  con 0.78, seguida del tratamiento de 16 plantas  $m^{-1}$  a hilera simple con 0.38.

### Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, 2011

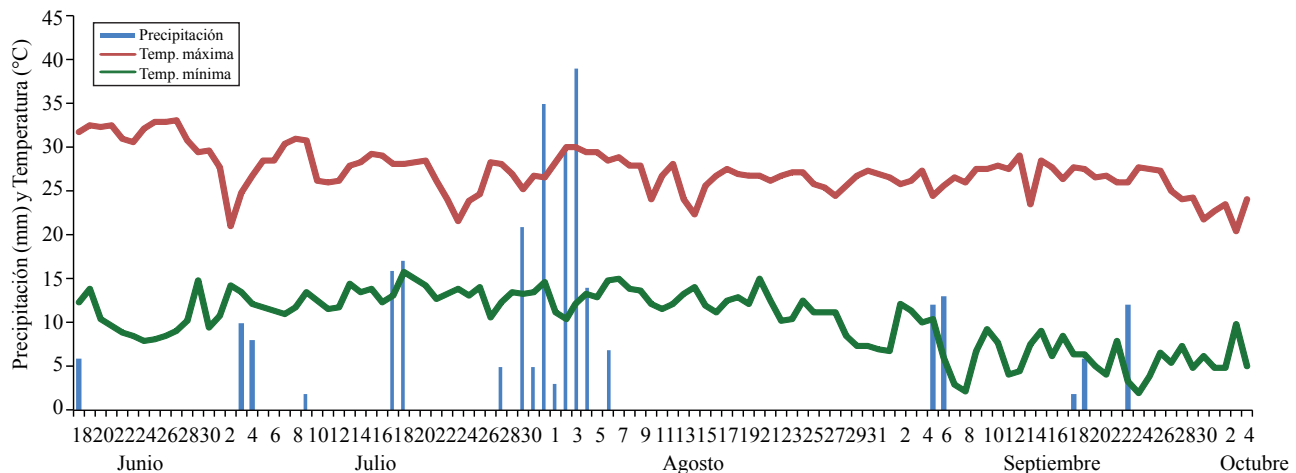
The present investigation of dryland bean densities was done at the Rancho San Pedro of Mr. Wilivaldo Ordoñez Maldonado, near the town of Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, Chihuahua: 28° 15' 52.84" N, 107° 04' 37.97" W, at an altitude of 2 157 masl. It has a sandy clay loam soil with 63.58% sand, 16% silt and 20.42% clay, free of salts, and fairly low organic matter content (0.957%). The objective was to evaluate the performance of dryland Pinto Saltillo beans at different densities in that location.

6 treatments were used: 1) 2 plants  $m^{-1}$  + 00-00-00 + HS; 2) 2 plants  $m^{-1}$ , 150 kg of 18-46-00 + HS; 3) 4 plants  $m^{-1}$ , 150 kg of 18-46-00 + HS; 4) 8 plants  $m^{-1}$ , 150 kg of 18-46-00 + HS; 5) 16 plants  $m^{-1}$ , 150 kg of 18-46-00 + HS, and 6) 12 plants  $m^{-1}$  + *Trichoderma* + 25 kg of 18-46-00 + HD. Groove width of 0.8 m. Planting date was done on July 16, 2011. Rainfall during the crop was 261 mm. For weed control, half liter of Fusilade and half liter of Flex were applied per hectare. There was no presence of pests or application of pesticides. The demonstration plot was sampled in an experimental design of completely randomized blocks with four replications and two grooves of five meters per replication. The variable assessed was grain yield ( $kg\ ha^{-1}$ ) from which returns were also estimated.

### Results and discussion

Rainfall during the 2011 crop cycle was 263 mm in the experiment plot, as shown in the following figure. 2011 was considered a regular year, with poor and bad distribution of rainfall for producing dryland beans and with more than a month of midsummer drought during cultivation (Ávila *et al.*, 2009) (Figure 3).

The treatments that provide greater yield are a single row with 16 plants  $m^{-1}$ , with the fertilizer formula of 27-69-00 (150 kg of 18-46-00 per hectare) and a yield of 746  $kg\ ha^{-1}$ , followed by the treatment of double rows with an average of 12 plants  $m^{-1}$  with *Trichoderma*, showing a yield of 758.7  $kg\ ha^{-1}$ . The higher return was that of the double row treatment with *Trichoderma* and 12 plants  $m^{-1}$  with 0.78, followed by the treatment of 16 plants  $m^{-1}$  in a single row with 0.38.



**Figura 3. Precipitación en el cultivo durante el ciclo primavera- verano, 2011 en Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi.**  
**Figure 3. Precipitation on the crop during the spring-summer cycle of 2011 in Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi.**

El tratamiento con doble hilera tuvo un promedio de 12 plantas  $m^{-1}$  y presentó un rendimiento de 758.7  $kg\ ha^{-1}$  por lo que representa una buena alternativa de acuerdo a las posibilidades de los productores de cambiar su tecnología, es decir comprar o modificar su sembradora, aplicar herbicidas, comprar aspersor, modificar su cultivadora, y solventar los demás problemas técnicos que se vayan presentando, como por ejemplo el corte durante la cosecha. La densidad en la cosecha del tratamiento doble hilera presentó en promedio 12 plantas  $m^{-1}$  y la de hilera simple con alta densidad presentó 16 plantas  $m^{-1}$ , posiblemente si la doble hilera hubiera estado uniforme igual con 16 plantas  $m^{-1}$  hubiera superado al tratamiento de 16 plantas  $m^{-1}$  a hilera simple. El ancho de surco de la doble hilera es también de 80 cm, aunque permite menor competencia entre plantas.

En hilera simple con alta densidad se incrementaron demasiado los costos de producción con la aplicación de 150 kg de 18-46-00 por hectárea. Resultados similares fueron reportados por Martínez *et al.* (2011), Cortés *et al.* (2010), Acosta y Martínez (2006). La siembra a hilera simple solo requiere saber calibrar sembradoras e incluir la cantidad de semilla necesaria para sembrar alrededor de 60 kg de semilla por hectárea de la variedad Pinto Saltillo. En ocasiones solo se requiere cambiar engranes o discos los cuales son de muy bajo costo; aunque existen sembradoras que traen múltiples engranes en las cuales sólo se debe mover cadenas hasta dejar la sembradora lista para sembrar la cantidad de semilla antes mencionada (Cuadro 1).

The double row treatment had an average of 12 plants  $m^{-1}$  and presented a yield of 758.7  $kg\ ha^{-1}$ , thus representing a good alternative according to the possibilities of the producers for changing their technology, i.e., to buy or modify their seeder, apply herbicides, buy a sprinkler, modify their tiller, and resolve other technical problems as they arise, such as the cut during harvest. The double row crop treatment had an average density of 12 plants  $m^{-1}$ , and the single row treatment with high density presented 16 plants  $m^{-1}$ ; if the double row had also had 16 plants  $m^{-1}$ , it would have overcome the treatment of 16 plants  $m^{-1}$  in a single row. Groove width in the double row treatment is 80 cm, although it allows lesser competition between plants.

With the single row treatment with high density, the production costs increased too much with the application of 150 kg of 18-46-00 per hectare. Similar results were reported by Martínez *et al.* (2011), Cortés *et al.* (2010), Acosta and Martínez (2006). Single row planting only requires knowing how to calibrate a sowing machine and to include the amount of seed needed to sow about 60 kg of Pinto Saltillo seeds per hectare. Sometimes it is only necessary to manipulate gears or discs, which are of very low cost; although there are sowing machines with multiple gears, of which one must move chains until the machine is ready to sow the amount of seed mentioned above (Table 1).

### Returns

The higher return corresponds to the double row treatment with Trichoderma and 12 plants  $m^{-1}$  with 0.78, followed by the treatment of 16 plants  $m^{-1}$  in a single row with 0.38. Production costs increase too much with the application of 150 kg of 18-46-00 per hectare (Table 2).



**Cuadro 1. Rendimiento de frijol de temporal en Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, Chihuahua con la variedad de frijol Pinto Saltillo en el ciclo primavera- verano, 2011. Duncan 0.05, R<sup>2</sup>= 0.95.**

**Table 1. Yield of dryland beans in Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, Chihuahua, with the Pinto Saltillo variety in the spring-summer cycle of 2011. Duncan 0.05, R<sup>2</sup>= 0.95. Returns.**

Tratamiento	Densidad de siembra (semillas m <sup>-1</sup> )	Kilogramos (semilla ha <sup>-1</sup> )	Densidad de cosecha (plantas m <sup>-1</sup> )	Densidad de cosecha (plantas ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
1	4 HS	15.0	2	25000	110.2 d
2	4 HS	15.0	2	25000	162.0 d
3	6 HS	22.5	4	50000	366.9 c
4	10 HS	37.5	8	100000	563.6 b
5	18 HS	67.5	16	200000	746.0 a
6	14 HD	52.5	12	150000	758.7 a
Media	-	-	-	-	451.2
DMS	-	-	-	-	162.3
C. V.	-	-	-	-	15.6

Tratamiento 1) 2 plantas m<sup>-1</sup> + 00-00-00 + HS; 2) 2 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 3) 4 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 4) 8 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 5) 16 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; y 6) 12 plantas m<sup>-1</sup> + *Trichoderma* + 25 kg de 18-46-00 + HD. HS= hilera simple. HD= doble hilera.

### Rentabilidad

La mayor rentabilidad es para el tratamiento doble hilera con *Trichoderma* y 12 plantas m<sup>-1</sup> con 0.78, seguida del tratamiento de 16 plantas m<sup>-1</sup> a hilera simple con 0.38. Los costos de producción se incrementan demasiado con la aplicación de 150 kg de 18-46-00 por hectárea (Cuadro 2).

### Experimental Field Bachiniva- INIFAP, 2010

The research was conducted during the spring-summer of 2010 on grounds belonging to the Experimental Station of the INIFAP in Bachiniva Chihuahua, Mexico: 28° 47' 19.32" N, 107° 16' 11.64" W, at an altitude of 2012 masl. In a clay loam soil with 43% sand, 28.72% silt and 28.28%

**Cuadro 2. Rentabilidad para frijol Pinto Saltillo de temporal en Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, Chihuahua.**

**Table 2. Returns of dryland Pinto Saltillo beans in Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, Chihuahua.**

Actividades	Tratamientos					
	1	2	3	4	5	6
Barbecho	431	431	431	431	431	431
Rastreo	237	237	237	237	237	237
Semilla	180	180	270	450	810	540
Siembra	211	211	211	211	211	211
Fertilización 18-46-00 (150 kg ha <sup>-1</sup> )	0	1404	1404	1404	1404	0
Fertilización 18-46-00 (25 kg ha <sup>-1</sup> )	0	0	0	0	0	234
<i>Trichoderma</i>	0	0	0	0	0	350
Cultivos (2)	358	358	358	358	358	358
Deshierbe manual	480	480	480	480	480	480
Insecticida Karate (2)	0	0	0	0	0	0
Herbicida flex	227	227	227	227	227	227
Herbicida fusilade	297	297	297	297	297	297
Aplicación de herbicidas	167	167	167	167	167	167
Arranque	244	244	244	244	244	244
Desgrane	300	300	300	300	300	300

Tratamiento 1) 2 plantas m<sup>-1</sup> + 00-00-00 + HS; 2) 2 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 3) 4 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 4) 8 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 5) 16 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; y 6) 12 plantas m<sup>-1</sup> + *Trichoderma* + 25 kg de 18-46-00 + HD. HS= hilera simple. HD= doble hilera.

**Cuadro 2. Rentabilidad para frijol Pinto Saltillo de temporal en Carbajal de Abajo, Cusihiuriachi, Chihuahua (Continuación).**  
**Table 2. Returns of dryland Pinto Saltillo beans in Carbajal de Abajo, Cusihiuriachi, Chihuahua (Continuation).**

	Tratamientos					
	1	2	3	4	5	6
Subtotal	3132	4536	4626	4806	5166	4076
Costo del dinero 4.5%, 5 meses	140.9	204.1	208.2	216.3	232.5	183.4
Costo total	3272.9	4740.1	4834.2	5022.3	5398.5	4259.4
Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	110.2	162	366.9	563.6	746	758.7
Valor de la producción (Saltillo \$10 kg)	1102	1620	3669	5636	7460	7587
Utilidad neta(\$)	-2170.9	-3120.1	-1165.2	613.7	2061.5	3327.6
Rentabilidad	-0.66	-0.66	-0.24	0.12	0.38	0.78

Tratamiento 1) 2 plantas m<sup>-1</sup> + 00-00-00 + HS; 2) 2 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 3) 4 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 4) 8 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; 5) 16 plantas m<sup>-1</sup> 150 kg de 18-46-00 + HS; y 6) 12 plantas m<sup>-1</sup> + *Trichoderma* + 25 kg de 18-46-00 + HD. HS= hilera simple. HD= doble hilera.

### Campo Experimental Bachiniva- INIFAP, 2010

La investigación se llevó a cabo durante el ciclo primavera-verano 2010 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 2012 msnm. En un suelo franco arcilloso con 43% de arena, 28.72% de limo y 28.28% de arcilla, libres de sales, altos contenidos de materia orgánica (2.01%); la pendiente del terreno fluctuó desde 0.16%, hasta 0.64%. La precipitación durante el cultivo fue de 351 mm, sumando desde dos lluvias antes de la fecha de siembra del experimento, que se realizó el 6 de Julio de 2010. Se utilizaron ocho tratamientos 1) sin fertilizante + 2 plantas m<sup>-1</sup>; 2) sin fertilizante + 4 plantas m<sup>-1</sup>; 3) sin fertilizante + 8 plantas m<sup>-1</sup>; 4) sin fertilizante + 14 plantas m<sup>-1</sup>; 5) 30-50-00 + 2 plantas m<sup>-1</sup>; 6) 30-50-00 + 4 plantas m<sup>-1</sup>; 7) 30-50-00 + 8 plantas m<sup>-1</sup>; y 8) 30-50-00 + 14 plantas m<sup>-1</sup>. Se evaluó solo el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> de donde se estimó también la rentabilidad. La parcela demostrativa se muestreo y se analizó con un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro repeticiones para disminuir algún efecto a lo largo de los surcos. Cada repetición constó de 2 surcos de 5 m de longitud.

### Resultados y discusión

La precipitación desde dos lluvias antes de la siembra en la Estación Experimental en Bachiniva, Chihuahua, fue de 379.5 mm como puede observarse en la Figura 4, considerándose como un año bueno, para producir frijol de temporal (Ávila *et al.*, 2009).

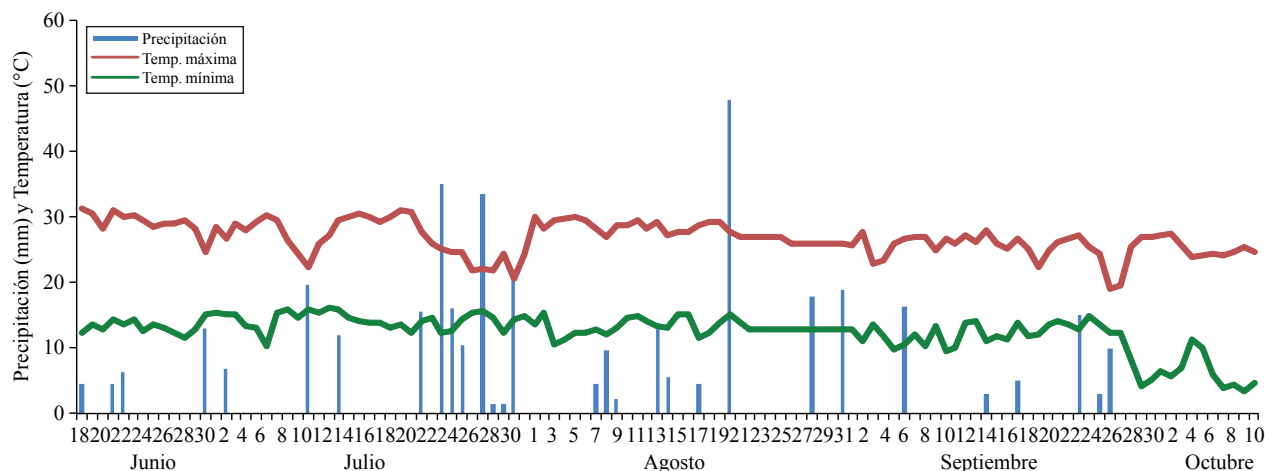
clay, free of salts, high in organic matter content (2.01%), the slope of the plot ranged from 0.16% to 0.64%. Rainfall during cultivation was 351 mm, counting from two rains before the planting date of the experiment, which took place on July 6, 2010. Eight treatments were used 1) no fertilizer + 2 plants m<sup>-1</sup>; 2) no fertilizer + 4 plants m<sup>-1</sup>; 3) no fertilizer + 8 plants m<sup>-1</sup>; 4) no fertilizer + 14 plants m<sup>-1</sup>; 5) 30-50-00 + 2 plants m<sup>-1</sup>; 6) 30-50-00 + 4 plants m<sup>-1</sup>; 7) 30-50-00 plants + 8 plants m<sup>-1</sup>; and 8) 30-50-00 + 14 plants m<sup>-1</sup>. Yield was evaluated only in kg ha<sup>-1</sup>, from which returns were also estimated. The demonstration plot was sampled and analyzed with an experimental design in randomized complete blocks with four replications to reduce any effect along the grooves. Each replication consisted of two grooves of 5 m long.

### Results and discussion

The precipitation, counting from two rains before planting, was 379.5 mm at the Experimental Station in Bachiniva, Chihuahua, as shown in Figure 4, considered as a good year for producing dryland beans (Ávila *et al.*, 2009).

#### Yield and rate of return analysis with the fertilizer formula 30-50-00

The overall mean of plants per hectare cultivated by bean producers in the state of Chihuahua is 4.4 plants m<sup>-1</sup>, corresponding to 55 000 plants ha<sup>-1</sup>, considering an average groove width of 80 cm.



**Figura 4. Precipitación en el Campo Experimental Bachiniva, Chihuahua, México. Ciclo primavera-verano, 2010.**

**Figure 4. Precipitation on the Experimental Field Bachiniva, Chihuahua, Mexico. Spring-summer cycle, 2010.**

#### **Análisis de rendimiento y rentabilidad con la fórmula de fertilización 30-50-00**

La media general de plantas por hectárea que cosechan los productores de frijol del estado de Chihuahua es de 4.4 plantas  $m^{-1}$  correspondiente a 55 000 plantas  $ha^{-1}$  considerando un promedio de ancho de surco de 80 cm.

El Cuadro 3 muestra diferencias significativas entre los tratamientos. Se recomienda cosechar 14 plantas  $m^{-1}$ , sembrando 18 semillas por metro lineal, con 67.5 kilogramos de semilla por hectárea, obteniendo los mayores rendimientos de 1 374  $kg ha^{-1}$ , obteniéndose también el máximo índice de rentabilidad de 1.43. El incremento en rendimiento con respecto a la densidad de 2 plantas  $m^{-1}$  para la fórmula de fertilización 30-50-00 y con 14 plantas  $m^{-1}$  fue de 760  $kg ha^{-1}$ , correspondiente a 123.7%. El incremento en rendimiento con respecto a la densidad de 4 plantas  $m^{-1}$  para la fórmula de fertilización 30-50-00 y con 14 plantas  $m^{-1}$  fue de 402  $kg ha^{-1}$ , correspondiente a 41.3%. Resultados similares han encontrado Goulden, (1976); Aguilar *et al.* (1977); Singh *et al.* (1996); Blackshaw *et al.* (1999); All (1998); Dhanjal *et al.* (2001); NDSU (2003); Njoka *et al.* (2005); Acosta y Martínez (2006); Moniruzzaman *et al.* (2007); Shad *et al.* (2010); Nawar *et al.* (2010); Jiménez y Ramírez (2011); Alves *et al.* (2011); Shad *et al.* (2011); Eckert *et al.* (2011).

El análisis de rentabilidad indica que la mejor densidad es de 14 plantas  $m^{-1}$  lineal obteniéndose la mayor rentabilidad de 1.43, más alto que la rentabilidad con 4 plantas  $m^{-1}$  lineal que es de 0.88 (Cuadro 4).

Table 3 shows significant differences between treatments. It is recommended to cultivate 14 plants  $m^{-1}$ , sowing 18 seeds per linear meter, with 67.5 kilograms of seed per hectare, obtaining the highest yield of 1374  $kg ha^{-1}$ , and also obtaining the maximum rate of return of 1.43. The increase in yield, with respect to a density of 2 plants  $m^{-1}$ , of the fertilizer formula 30-50-00 with 14 plants  $m^{-1}$ , was 760  $kg ha^{-1}$ , or 123.7%. The increase in yield, with respect to a density of 4 plants  $m^{-1}$ , of the fertilizer formula 30-50-00 with 14 plants  $m^{-1}$ , was 402  $kg ha^{-1}$ , or 41.3%. Similar results have been found by Goulden (1976); Aguilar *et al.* (1977); Singh *et al.* (1996); Blackshaw *et al.* (1999); All (1998); Dhanjal *et al.* (2001); NDSU (2003); Njoka *et al.* (2005); Acosta and Martínez (2006); Moniruzzaman *et al.* (2007); Shad *et al.* (2010); Nawar *et al.* (2010); Jiménez and Ramírez (2011); Alves *et al.* (2011); Shad *et al.* (2011); Eckert *et al.* (2011).

The return analysis indicates that the best density is 14 plants  $m^{-1}$  linear, which produces the highest return of 1.43, higher than the return with 4 plants  $m^{-1}$  linear which is 0.88 (Table 4).

#### **Yield and rate of return analysis of control (no fertilizer)**

Table 5 shows that the highest bean yield is obtained with 14 plants  $m^{-1}$  linear and 80 cm between grooves (175 000 plants  $ha^{-1}$ ). No significant differences exist between treatments with 100 000 and 175 000 plants  $ha^{-1}$ , so it is recommended to cultivate between 8 and 14 plants  $m^{-1}$ , sowing between 10 and 18 seeds per meter, with 37.5 and 60 kilograms of seeds per hectare, which obtains the highest yields of



**Cuadro 3. Rendimiento de frijol de los tratamientos con la fórmula de fertilización 30-50-00 con la variedad de frijol Pinto Saltillo de temporal en el ciclo primavera- verano, 2010 en Bachiniva, Chihuahua. Duncan 0.05, R<sup>2</sup>= 0.94.****Table 3. Yield of beans treated with the fertilization formula 30-50-00 using the Pinto Saltillo dryland bean variety in the spring-summer cycle of 2010 in Bachiniva, Chihuahua. Duncan 0.05, R<sup>2</sup>= 0.94.**

Densidad de siembra (semillas m <sup>-1</sup> )	Kilogramos (semilla ha <sup>-1</sup> )	Densidad de cosecha (plantas m <sup>-1</sup> )	Densidad de cosecha (plantas ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
4	15.0	2	25000	614 c
6	22.5	4	50000	972 b
10	37.5	8	100000	1128 b
16	60.0	14	175000	1374 a
Media	-	-	-	1022.09
DMS	-	-	-	236.7
C. V.	-	-	-	10.4

**Cuadro 4. Rentabilidad fórmula de fertilización 30-50-00.****Table 4. Returns with the fertilization formula 30-50-00.**

Actividades	2 pl m <sup>-1</sup>	4 pl m <sup>-1</sup>	8 pl m <sup>-1</sup>	14 pl m <sup>-1</sup>
Barbecho	431	431	431	431
Rastreo	237	237	237	237
Semilla	180	270	450	720
Siembra	211	211	211	211
Fert. 18-46-00 (108.6 kg ha <sup>-1</sup> )	821.9	821.9	821.9	821.9
Fert. Urea (22.8 kg ha <sup>-1</sup> )	136.3	136.3	136.3	136.3
Cultivos (2)	358	358	358	358
Deshierbe manual	480	480	480	480
Insecticida Karate (2)	250	250	250	250
Herbicida flex	454	454	454	454
Herbicida fusilade	594	594	594	594
Aplicación de herbicidas	167	167	167	167
Arranque	244	244	244	244
Desgrane	300	300	300	300
Subtotal	4864.2	4954.2	5134.2	5404.2
Costo del dinero 5.4%, 5 meses	218.9	222.9	231.0	243.2
Costo total	5083.1	5177.1	5365.2	5647.4
Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	614	972	1128	1374
Valor producción (Saltillo \$10/kg)	6140	9720	11280	13740
Utilidad neta(\$)	1056.9	4542.9	5914.8	8092.6
Índice de rentabilidad	0.21	0.88	1.10	1.43

**Análisis de rendimiento y rentabilidad del testigo (sin fertilizante)**

El Cuadro 5 muestra que el mayor rendimiento de frijol se obtiene con 14 plantas m<sup>-1</sup> lineal y 80 cm entre surcos (175 000 plantas ha<sup>-1</sup>). No hay diferencias significativas entre los tratamientos de 100 000 y 175 000 plantas ha<sup>-1</sup> por lo que se recomienda cosechar entre 8 y 14 plantas m<sup>-1</sup>, sembrando 10 y 18 semillas por metro, con 37.5 y 60.0 kilogramos de semilla

792 and 813 kg ha<sup>-1</sup>, and also the highest rates of return of 1.56 and 1.41, respectively. The increase in yield, with respect to a density of 2 plants m<sup>-1</sup>, of the control treatment without fertilizer and with 8 plants m<sup>-1</sup> was 440 kg ha<sup>-1</sup>, or 125%. The increase in yield, with respect to a density of 4 plants m<sup>-1</sup>, for the control treatment without fertilizer and 8 plants m<sup>-1</sup>, was 240 kg ha<sup>-1</sup>, or 43.4%. Similar results have been found by Dhanjal *et al.* (2001); Jiménez and Ramírez (2011); Alves *et al.* (2011).

por hectárea, obteniendo los mayores rendimientos de 792 y 813 kg ha<sup>-1</sup>, obteniéndose también los máximos índices de rentabilidad de 1.56 y 1.41 respectivamente. El incremento en rendimiento con respecto a la densidad de 2 plantas m<sup>-1</sup> para el testigo sin fertilizante y con 8 plantas m<sup>-1</sup> fue de 440 kg ha<sup>-1</sup>, correspondiente a 125% más. El incremento en rendimiento con respecto a la densidad de 4 plantas m<sup>-1</sup> para el testigo sin fertilizante y con 8 plantas m<sup>-1</sup> fue de 240 kg ha<sup>-1</sup>, correspondiente a 43.4%. Resultados similares han encontrado Dhanjal *et al.* (2001); Jiménez y Ramírez (2011); Alves *et al.* (2011).

The rate of return analysis indicated that the highest rate of return was obtained with 8 plants m<sup>-1</sup> (Table 6).

### Felipe Ángeles, Namiquipa, Chihuahua, 2011

The research was conducted during the spring-summer of 2011 on lands of Mr. Manuel Prieto in the town of Felipe Angeles, Namiquipa: 29° 05' 14.21" N, 107° 27' 17.93" W, at an altitude of 1889 masl. In a sandy loam soil with 63.58% sand, 22% silt and 14.42% clay, free of salts, moderately

#### Cuadro 5. Rendimiento de frijol de los tratamientos testigo (sin fertilizante) con la variedad de frijol Pinto Saltillo de temporal en el ciclo primavera- verano, 2010 en Bachiniva, Chihuahua. Duncan 0.05, R<sup>2</sup>= 0.88.

Table 5. Yield of beans under control treatment (no fertilizer) with the dryland Pinto Saltillo bean variety in the spring-summer cycle of 2010 in Bachiniva, Chihuahua. Duncan 0.05, R<sup>2</sup>= 0.88.

Densidad de siembra (semillas m <sup>-1</sup> )	Kilogramos (semilla ha <sup>-1</sup> )	Densidad de cosecha (pl m <sup>-1</sup> )	Densidad de cosecha (pl ha <sup>-1</sup> )	Rendimiento (kg ha <sup>-1</sup> )
4	15.0	2	25000	352 c
6	22.5	4	50000	552 b
10	37.5	8	100000	792 a
16	60.0	14	175000	813 a
Media	-	-	-	627.8
DMS	-	-	-	261.9
C. V.	-	-	-	18.9

El análisis de rentabilidad indicó que la mayor rentabilidad se obtuvo con 8 plantas m<sup>-1</sup> (Cuadro 6).

### Felipe Ángeles, Namiquipa, Chihuahua 2011

La investigación se llevó a cabo durante el ciclo primavera-verano 2011 en terrenos del Sr. Manuel Prieto en la localidad Felipe Ángeles, Namiquipa: 29° 05' 14.21", de latitud norte, 107° 27' 17.93" longitud oeste, a una altitud de 1 889 msnm. En un suelo franco arenoso con 63.58% de arena, 22% de limo y 14.42% de arcilla, libres de sales, contenidos de materia orgánica medianamente altos (1.914%); la pendiente del terreno fluctuó desde 0.16%, hasta 0.70%. La precipitación durante el cultivo fue de 244.85 mm, sumando desde dos lluvias antes de la fecha de siembra del experimento, que se realizó el 21 de julio de 2011. Se utilizaron tres tratamientos 1) 2 plantas m<sup>-1</sup> + 15-37-00; y 2) 5 plantas m<sup>-1</sup> + 15-37-00; y 3) 8 plantas m<sup>-1</sup> + 15-37-00. Se evaluó solo el rendimiento en kg ha<sup>-1</sup> de donde se estimó también la rentabilidad. La parcela demostrativa se muestreo y se analizó con un diseño experimental en bloques completos al azar con cuatro repeticiones para disminuir algún efecto a lo largo de los surcos. Cada repetición constó de 2 surcos de 5 m de longitud.

high organic matter content (1.914%), the slope of the plot ranged from 0.16% to 0.70%. Rainfall during cultivation was 244.85 mm, counting from two rains before the planting date of the experiment, which took place on July 21, 2011. Three treatments were used: 1) 2 plants m<sup>-1</sup> + 15-37-00; 2) 5 plants m<sup>-1</sup> + 15-37-00; and 3) 8 plants m<sup>-1</sup> + 15-37-00. Yield was evaluated only in kg ha<sup>-1</sup>, from which the rate of return was also estimated. The demonstration plot was sampled and analyzed with an experimental design in randomized complete blocks with four replications to reduce any effect along the grooves. Each replication consisted of two grooves of 5 m in length.

### Distribution of the precipitation

The amount of precipitation in Felipe Angeles, Namiquipa, was very low, of only 241.15 mm from June to October, considered a regular year for producing beans (Figure 5).

### Yield and rate of return analysis

The overall mean of plants per hectare cultivated by bean producers in the state of Chihuahua is 4.4 plants m<sup>-1</sup>, corresponding to 55 000 plants ha<sup>-1</sup>, taking an average

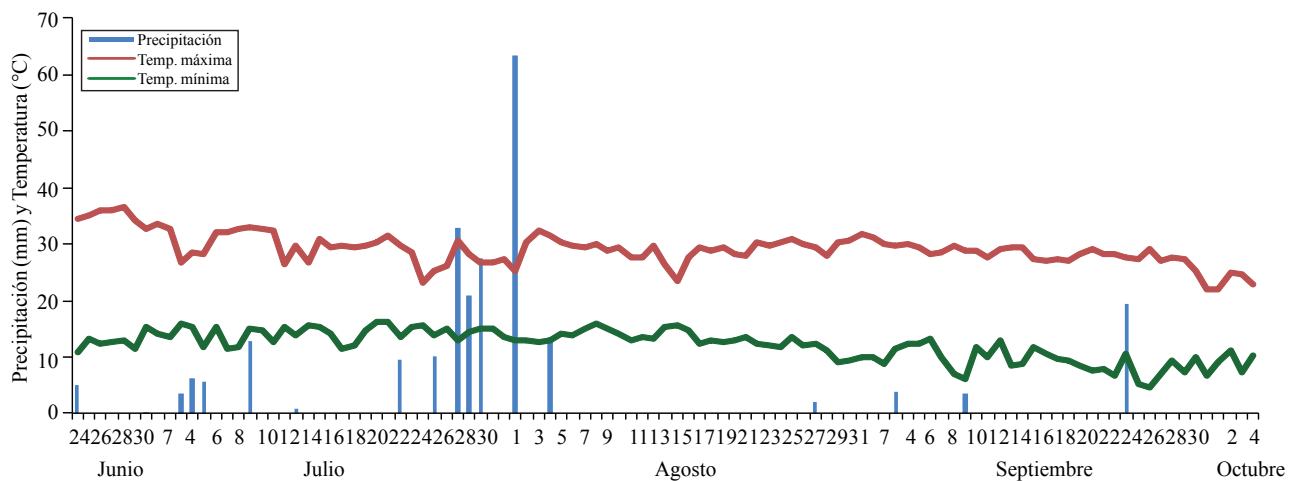
**Cuadro 6. Rentabilidad para los tratamientos sin fertilizante.**  
**Table 6. Returns with treatments without fertilizer.**

Actividades	2 pl m <sup>-1</sup>	4 pl m <sup>-1</sup>	8 pl m <sup>-1</sup>	14 pl m <sup>-1</sup>
Barbecho	431	431	431	431
Rastreo	237	237	237	237
Semilla	180	270	450	720
Siembra	211	211	211	211
Fertilización 18-46-00	0	0	0	0
Urea	0	0	0	0
Cultivos (2)	358	358	358	358
Deshierbe manual	480	480	480	480
Insecticida Karate (2)	250	250	250	250
Herbicida flex	0	0	0	0
Herbicida fusilade	0	0	0	0
Aplicación de herbicidas	0	0	0	0
Arranque	244	244	244	244
Desgrane	300	300	300	300
Subtotal	2691	2781	2961	3231
Costo del dinero 4.5%, 5 meses	121.1	125.1	133.2	145.4
Costo total	2812.1	2906.1	3094.2	3376.4
Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	352	552	792	813
Valor de la producción (Saltillo \$10 kg)	3520	5520	7920	8130
Utilidad neta(\$)	707.9	2613.9	4825.8	4753.6
Índice de rentabilidad	0.25	0.90	1.56	1.41

### Distribución de la precipitación

La cantidad de precipitación en Felipe Ángeles, Namiquipa fue muy escasa de apenas 241.15 mm de junio a octubre, considerado como un año regular para producir frijol (Figura 5).

groove width of 80 cm. Table 7 shows significant differences between treatments. It is recommended to plant 7 plants m<sup>-1</sup>, obtaining the highest rate of return of 175.2 kg ha<sup>-1</sup>. Although the rate of return is negative for all densities, the highest is -0.61 with 7 plants m<sup>-1</sup>. The increase in yield, with respect to a density of 2 plants m<sup>-1</sup>, of the treatment with 7 plants m<sup>-1</sup>



**Figura 5. Precipitación 2011 en Independencia Namiquipa.**  
**Figure 5. 2011 precipitation in Independencia Namiquipa.**

### Análisis de rendimiento y rentabilidad

La media general de plantas por hectárea que cosechan los productores de frijol del estado de Chihuahua es de 4.4 plantas  $m^{-1}$  correspondiente a 55 000 plantas  $ha^{-1}$  considerando un promedio de ancho de surco de 80 cm. El Cuadro 7 muestra diferencias significativas entre los tratamientos. Se recomienda cosechar 7 plantas  $m^{-1}$ , obteniendo los mayores rendimientos de 175.2 kg  $ha^{-1}$ . Aunque la rentabilidad es negativa para todas las densidades la mayor es la de -0.61 con 7 plantas  $m^{-1}$ . El incremento en rendimiento con respecto a la densidad de 2 plantas  $m^{-1}$  y con 7 plantas  $m^{-1}$  fue de 112 kg  $ha^{-1}$ , correspondiente a 177.2%. El incremento en rendimiento con respecto a la densidad de 4 plantas  $m^{-1}$  y con 7 plantas  $m^{-1}$  fue de 89.7 kg  $ha^{-1}$ , correspondiente a 104.9%. Sánchez *et al.* (2001) recomienda densidades similares.

El análisis de rentabilidad indica que la mejor densidad es de 7 plantas  $m^{-1}$  lineal obteniéndose la mayor rentabilidad de -0.61, más alto que la rentabilidad con 4 plantas  $m^{-1}$  que es de -0.80 (Cuadro 8).

was 112 kg  $ha^{-1}$ , or 177.2%. The increase in yield, with respect to a density of 4 plants  $m^{-1}$ , of a treatment with 7 plants  $m^{-1}$  was 89.7 kg  $ha^{-1}$ , or 104.9%. Sánchez *et al.* (2001) recommends similar densities.

The rate of return analysis indicates that the best density is 7 plants  $m^{-1}$  linear, which produces the highest rate of return of -0.61, higher than the rate of return with 4 plants  $m^{-1}$ , which is -0.80 (Table 8).

### Conclusions

In Carbajal de Abajo, Cusihuiriachi, the best densities were 16 plants  $m^{-1}$  with a 27-69-00 fertilizer formula, which yielded 746 kg  $ha^{-1}$ , and double row with 12 plants  $m^{-1}$  with Trichoderma which yielded 758.7 kg  $ha^{-1}$ .

In the town of Bachiniva, Bachiniva, it is recommended to cultivate 14 plants  $m^{-1}$  with a fertilizer formula of 30-50-00 for obtaining the highest yield of 1374 kg  $ha^{-1}$  and

**Cuadro 7. Rendimiento de frijol Pinto Saltillo con la fórmula de fertilización 15-37-00 de temporal en el ciclo primavera-verano, 2011 en Felipe Ángeles, Namiquipa Chihuahua. Duncan 0.05,  $R^2=0.93$ .**

**Table 7. Yield of Pinto Saltillo beans with the dryland fertilization formula 15-37-00 in the spring-summer cycle of 2011 in Felipe Angeles, Namiquipa, Chihuahua. Duncan 0.05,  $R^2=0.93$ .**

Densidad de siembra (semillas $m^{-1}$ )	Kilogramos (semilla $ha^{-1}$ )	Densidad de cosecha (pl $m^{-1}$ )	Densidad de cosecha (pl $ha^{-1}$ )	Rendimiento (kg $ha^{-1}$ )
4	15.0	2	25000	63.2 b
7	26.2	5	62500	85.5 b
9	33.7	7	87500	175.2 a
Media	-	-	-	108.0
DMS	-	-	-	48.24
C. V.	-	-	-	20.5

**Cuadro 8. Rentabilidad fórmula de fertilización 15-37-00.**

**Table 8. Returns with the fertilization formula 15-37-00.**

Actividades	2 pl $m^{-1}$	5 pl $m^{-1}$	7 pl $m^{-1}$
Barbecho	431	431	431
Rastreo	237	237	237
Semilla	180	315	405
Siembra	211	211	211
Fertilización 18-46-00 (80 kg $ha^{-1}$ )	605.4	605.4	605.4
Urea (22.8 kg $ha^{-1}$ )	0	0	0
Cultivos (2)	358	358	358
Deshierbe manual	0	0	0
Insecticida Karate (2)	250	250	250

**Cuadro 8. Rentabilidad fórmula de fertilización 15-37-00 (Continuación).**  
**Table 8. Returns with the fertilization formula 15-37-00 (Continuation).**

Actividades	2 pl m <sup>-1</sup>	5 pl m <sup>-1</sup>	7 pl m <sup>-1</sup>
Herbicida flex	454	454	454
Herbicida fusilade	594	594	594
Aplicación de herbicidas	167	167	167
Arranque	244	244	244
Desgrane	300	300	300
Subtotal	4031.4	4166.4	4256.4
Costo del dinero 5.4%, 5 meses	181.4	187.5	191.5
Costo total	4212.8	4353.9	4447.9
Rendimiento kg ha <sup>-1</sup>	63.2	85.5	175.2
Valor de la producción (Saltillo \$10 kg)	632	855	1752
Utilidad neta(\$)	-3580.8	-3498.9	-2695.9
Índice de rentabilidad	-0.85	-0.80	-0.61

## Conclusiones

En Carbajal de Abajo, Cusihuirachi las mejores densidades fueron la de 16 plantas m<sup>-1</sup> con la fórmula de fertilización 27-69-00, con un rendimiento de 746 kg ha<sup>-1</sup>, y doble hilera con 12 plantas m<sup>-1</sup> con *Trichoderma* que presentó un rendimiento de 758.7 kg ha<sup>-1</sup>.

En la localidad de Bachiniva, Bachiniva con la fórmula de fertilización 30-50-00 se recomienda cosechar 14 plantas m<sup>-1</sup> para obtener los mayores rendimientos de 1 374 kg ha<sup>-1</sup> y también el máximo índice de rentabilidad de 1.43. En los tratamientos sin fertilizante no hay diferencias significativas entre los tratamientos de 100 000 y 175 000 plantas ha<sup>-1</sup> por lo que se recomienda cosechar entre 8 y 14 plantas m<sup>-1</sup>, obteniendo los mayores rendimientos de 792 y 813 kg ha<sup>-1</sup> y también los máximos índices de rentabilidad de 1.56 y 1.41 respectivamente.

En Felipe Ángeles, Namiquipa la mejor densidad de cosecha es de 7 plantas m<sup>-1</sup> obteniéndose los máximos rendimientos de 175.2 kg ha<sup>-1</sup>, teniendo un incremento de 104.9% más que la densidad de 4 plantas m<sup>-1</sup>.

## Literatura citada

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. México*. 26(1):79-98.

the maximum rate of return of 1.43. In treatments without fertilizer there were no significant differences between the treatments with 100 000 and 175 000 plants ha<sup>-1</sup>, so it is recommended to cultivate between 8 and 14 plants m<sup>-1</sup>, obtaining the highest yields of 792 and 813 kg ha<sup>-1</sup> and also the highest rates of return of 1.56 and 1.41, respectively.

In Felipe Ángeles, Namiquipa, the best crop density is 7 plants m<sup>-1</sup>, which obtains maximum yields of 175.2 kg ha<sup>-1</sup>, an increase of 104.9% compared to the density of 4 plants m<sup>-1</sup>.

*End of the English version*



- 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. INIFAP-CIRNE Campo Experimental General Terán. Nuevo León, México.
- Aguilar, M. Immer, R. A. Fischer and Joshue Kohashi S. 1977. Effects of Plant Density and Thinning on High-Yielding Dry Beans (*Phaseolus vulgaris*) in México. *Exp. Agric.* 13: 325-335.
- All, M. 1998. Response of french 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. Diagnóstico 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.
- Cortés, C. M. A.; Osuna, C. E. S.; Garibaldi, M. F.; Padilla, R. J. S. y Martínez, G. M. A. 2010. Producción sostenible del cultivo de frijol a triple hilera en surcos estrechos, con captación de agua de lluvia y con dos tipos de labranza. Memoria de la XXII Semana Internacional de Agronomía FAZ-UJED. 1204-1208.
- Dhanjal, R.; Prakash, Om. and Ahlawat, I. P. 2001. Response of French bean (*Phaseolus vulgaris*) varieties to plant density and nitrogen application. Indian J. Agron. 46(2):277-281.
- Eckert, F. R.; Kandel, H. J.; Johnson, B. L.; Rojas-Cifuentes, G. A.; Deplazes, Ch.; Vander, W. and Albert, J. O. 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.
- 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. J. Exp. Agric. 4:177-180.
- Ibarra, P. F. J.; Cazares, E. B.; Acosta, G. J. A. y Cuéllar, R. E. I. 2003. 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. 2003. 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. and Ramírez, C. N. Y. Z. 2011. Grain yield with twelve technologies in rainfed dry beans in Chihuahua State. Bean Improvement Cooperative. 54:186-187.
- Martínez, G. M. A.; Jasso, C. C.; Osuna, C. S. E. y Acosta, G. J. A. 2011. Efecto del arreglo topológico en el rendimiento de frijol de temporal en el altiplano de San Luis Potosí. VI Reunión Nacional de Innovación Agrícola. León Guanajuato.
- 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.
- 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.
- Sánchez V. I.; Ibarra, P. F. J.; Rosales, S. R.; Singh, S. P. y Acosta, G. J. A. 2001. Pinto Saltillo: Nueva variedad de frijol para el altiplano de México. Rev. Mex. de Cien. Agríc. 27(1):73-75.
- 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. Z.; Khan, M.; Zubair, M.; Kalan, S.; 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 Zaman, K. A. 2011. Variation in leaf traits, yield components of faba bean in response to planting dates and densities. Egypt. Acad. J. Biol. 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.