

D

Efectos del distanciamiento entre líneas y del riego complementario en etapas reproductivas en el cultivo de garbanzo Influencia en los rendimientos y calibre de granos

Juan I. Romero*; Diego E. Mendez**; Agustín G. Sanzano*** y Oscar N. Vizgarra****

* Sección Suelos, ** Sección Granos, *** Sección Suelos, **** Sección Granos. EEAOC. Email: jromero@eeaoc.org.ar

Introducción

El cultivo del garbanzo se ha convertido en una interesante alternativa de siembra invernal en el noroeste argentino. Las variedades más utilizadas actualmente por los productores pertenecen al garbanzo de tipo Kabuli, y son Norteño, Chañarito S-156, Kiara y Felipe las más difundidas.

La siembra de este cultivo invernal puede realizarse desde la segunda quincena de abril hasta mediados de junio, dependiendo de factores como humedad disponible (agua útil) en el perfil del suelo, probabilidad de ocurrencia de heladas en períodos críticos, fecha de cosecha del cultivo antecesor y probabilidad de lluvias en la época de cosecha como factor que deteriora la calidad del grano. En Tucumán, la fecha de siembra más generalizada corresponde a la segunda quincena de mayo, ya que generalmente alrededor de esa fecha la cosecha de soja de grupos de madurez cortos ya se ha efectuado y normalmente las lluvias ocurridas hasta este período permitieron recargar la humedad en el perfil del suelo (Espeche *et al.*, 2014). La cosecha normalmente se realiza a fines de octubre o primera quincena de noviembre.

El requerimiento hídrico del cultivo de garbanzo es de aproximadamente 300 mm (Saluzzo, 2010). En la región del NOA, el invierno y la primavera son secos (régimen monzónico). La brusca disminución de las precipitaciones se inicia en el mes de abril y se prolonga hasta septiembre-octubre, cuando comienzan a aumentar progresivamente, aunque con balances hídricos todavía negativos (Pascale *et al.*, 1990). De esta manera, durante prácticamente todo el ciclo del cultivo las lluvias son de escasas a nulas, y por lo tanto la cantidad y la distribución de agua almacenada dentro del perfil del suelo al momento de la siembra son un factor clave en la productividad del cultivo a secano en la región (Romero *et al.*, 2014). Sin embargo, la ocurrencia de precipitaciones a lo largo del ciclo del cultivo (por lo general poco frecuentes) podría influir en los rendimientos o calibres, según el volumen y el momento fenológico en que aquellas ocurran (Romero *et al.*, 2017).

El tamaño de los granos tiene importancia en el valor comercial de los mismos. Los precios de comercialización de los grandes (calibre 9 mm o mayor) superan a los de los medios o chicos (calibres 8, 7 o diámetros menores) (Rovati *et al.*, 2014), por lo que este parámetro de calidad afecta notablemente la rentabilidad de la campaña. El calibre se define



principalmente por la genética del cultivar elegido, pero también varía en función de la fecha de siembra, las condiciones ambientales durante la campaña y la disponibilidad y utilización eficiente de los recursos por parte del cultivo.

Siendo el agua el factor limitante más frecuente, cobra importancia el ajuste e implementación de prácticas agronómicas que generen una mayor eficiencia en el uso de la humedad almacenada y de la proveniente de las lluvias que puedan acontecer durante el ciclo del cultivo. Entre estas prácticas podemos citar el mantenimiento de la cobertura del suelo, la fecha de siembra, la densidad de plantas y el distanciamiento entre líneas.

Como tendencia general, en ensayos realizados por la EEAOC se observó que el retraso en la fecha de siembra produce una disminución en la proporción de granos de mayor tamaño (Rovati *et al.*, 2014).

El manejo del arreglo espacial del cultivo es central para optimizar el uso de los recursos ambientales y la productividad de los sistemas agrícolas (Salvagiotti *et al.*, 2010). Este puede modificarse variando el distanciamiento entre líneas o el número de plantas por metro lineal, generando cambios en el número total de plantas por unidad de superficie (densidad de plantas). Reducir el distanciamiento entre líneas sin ajustar el número de plantas por metro lineal implica además incrementar la densidad de plantas (pl/m^2), lo que puede influir directamente en el comportamiento productivo del cultivo, además de incrementar el costo de semilla y los productos asociados a esta.

Resulta escasa la información local sobre los efectos del distanciamiento entre líneas, la densidad de siembra o la influencia que puede tener la ocurrencia de precipitaciones en los períodos reproductivos, tanto en los rendimientos como en el calibre de los granos del cultivo de garbanzo.

Durante la campaña 2016 se llevaron a cabo dos ensayos con el objetivo de evaluar los efectos del distanciamiento entre líneas y de un aporte hídrico

adicional en dos estadios reproductivos, tanto en los rendimientos como en los calibres de grano de garbanzo de tipo Kabuli.

■ Descripción de las experiencias

Se establecieron dos experimentos en la localidad de La Cruz, departamento Burruyacu, Tucumán, Argentina. La siembra se realizó el 01/06/2016. Las semillas presentaban un PG del 80% y correspondían a la variedad Norteño. Se curó e inoculó siguiendo las recomendaciones del producto comercial. Se realizó un barbecho químico previo a la siembra, la que se realizó manualmente, colocando las semillas en surcos abiertos con herramientas manuales tipo escardillos, a una profundidad de 2-3 cm, aproximadamente.

El número de semillas por metro y el distanciamiento entre líneas fue variable según el tratamiento. La emergencia de las plántulas se registró el 14/06/2016. El suelo del lote experimental se encuentra caracterizado en la Tabla 1. La textura del perfil es homogénea en la profundidad analizada y el contenido de agua útil promedio a la siembra, determinado por gravimetría, fue de 190 mm y 210 mm hasta los 150 cm y 210 cm de profundidad, respectivamente.

El control de malezas en post-emergencia se realizó manualmente.

El comportamiento de las precipitaciones y las temperaturas durante el año 2016 se detallan en la Figura 1 (estación meteorológica ubicada en la localidad de La Cruz).

No se registraron heladas agronómicas a lo largo del ciclo del cultivo. La temperatura mínima absoluta se registró el 05/09/2016 (0,6°C).

Las únicas precipitaciones de consideración a lo largo del ciclo sucedieron a los pocos días de emergido el cultivo (25/06/2016) aportando 25 mm; y hacia fines de octubre, próximo a la cosecha (21mm).

Tabla 1. Análisis de suelo del lote experimental, Localidad La Cruz, departamento Burruyacu - Tucumán.

Muestra	Profundidad	pH (agua 1:2,5)	Salinidad	Carbonatos %	Textura	M. Org.	P disp (Bray 1)
1	0-30 cm	6,6	0,6 dS/m	-	Franco arcillo-limoso	2,90%	9 ppm

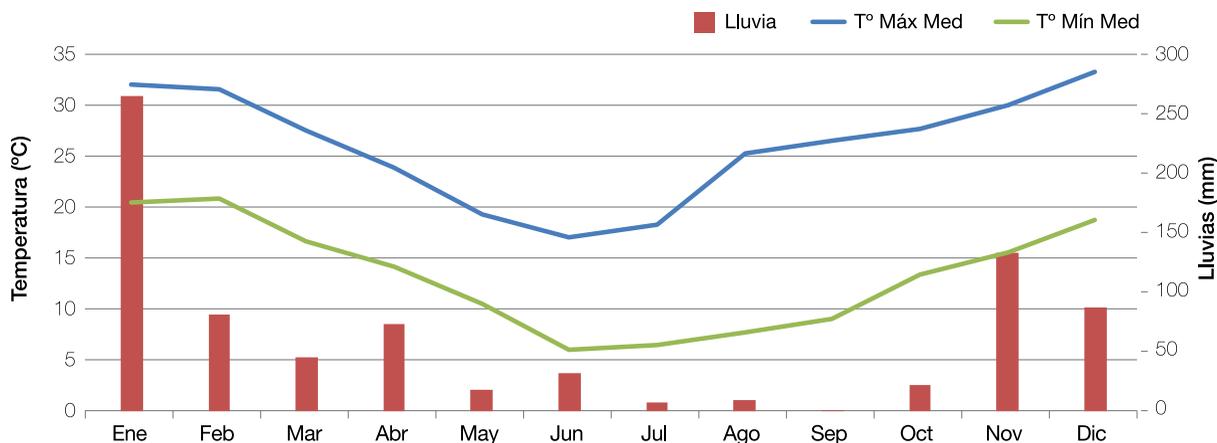


Figura 1. Precipitaciones y temperaturas mínima y máxima medias mensuales en la localidad de La Cruz durante el año 2016.

► **Experiencia 1: Efecto del distanciamiento entre líneas (52 cm vs. 35 cm) y del riego complementario en floración y llenado de granos**

El diseño experimental utilizado en el ensayo fue de parcelas subdivididas en franjas con cuatro repeticiones. El factor principal fue el riego con tres tratamientos: 1) Secano 2) Riego en floración y 3) Riego en llenado de granos. El factor secundario fue el distanciamiento entre líneas: 52 cm y 35 cm, manteniendo una densidad final de 28 plantas/m². Cada parcela constó de 3 m de frente por 10 m de largo, lo que significó seis líneas de frente para el mayor distanciamiento y ocho-nueve líneas para las parcelas a 35 cm.

Las parcelas con riego contaban con cintas de goteo superficiales, distanciadas a 70 cm en líneas y 30 cm entre goteros, con un caudal de 5 mm/h. La lámina otorgada al cultivo en los tratamientos regados fue de 30 mm en una única aplicación. Esos 30 mm aportados mediante el riego en los momentos citados fueron el único aporte de agua de consideración durante la mayor parte del ciclo del cultivo.

El momento de cierre del cultivo en los distintos tratamientos se estimó visualmente.

La cosecha del ensayo se realizó el 31/10/2016, luego de haberse desecado con paraquat (2,5 l/ha). Se cosechó en cada réplica una subparcela de tres líneas de cultivo por 3 m de largo. Se determinó la fitomasa aérea y posteriormente el rendimiento y calibre de los granos. Los porcentajes de cada calibre se determinaron en el laboratorio de semillas de la EEAOC a partir de muestras de los distintos tratamientos.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un ANOVA, utilizando el contraste de medias Fisher LSD en el programa Infostat.

► **Experiencia 2: Efecto del distanciamiento entre líneas (25, 35, 52 y 70 cm)**

El diseño experimental utilizado fue de parcelas completamente aleatorizadas con tres repeticiones. Los tratamientos consistieron en cuatro distanciamientos entre líneas (Tabla 2): A) 70 cm, B) 52 cm, C) 35 cm y D) 25 cm. Cada parcela tuvo 3 m de frente por 4 m de largo.

Tabla 2. Tratamientos evaluados en el ensayo.

Densidad de plantas	28 pl/m ²			
Distancia entre líneas (Tratamientos)	25 cm	35 cm	52 cm	70 cm
Nº plantas/m lineal	7	9,8	14,6	19,6
Distancia entre plantas en la línea	14 cm	10 cm	6,9 cm	5,1 cm

La cosecha se realizó el 31/10/2016, luego de haber desecado el cultivo con paraquat (2,5 l/ha). Se cosechó, en cada réplica, una subparcela de tres líneas por 3 m de largo con el fin de evaluar la fitomasa aérea, el rendimiento y calibre de los granos de los diferentes tratamientos, el cual fue determinado en el laboratorio de semillas de la EEAOC.

El análisis estadístico de los datos se realizó mediante un ANOVA, utilizando el contraste de medias Fisher LSD en el programa Infostat.

■ **Resultados y discusión**

► **Experiencia 1: Efecto del distanciamiento entre líneas (52 vs. 35 cm) y del riego complementario en floración y llenado de granos**



El rendimiento promedio obtenido para cada distanciamiento y tratamiento de riego se presenta en las Tablas 3 y 4.

Tabla 3. Rendimientos promedio de garbanzo obtenidos en los dos distanciamientos evaluados en el ensayo bajo los diferentes tratamientos de riego.

Distanciamiento	Rendimiento (t/ha)	
0,52 m	1,92	A
0,35 m	2,23	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Tabla 4. Rendimientos promedio de garbanzo obtenidos para los tratamientos secano, riego en floración y riego en llenado de granos, en los dos distanciamientos evaluados.

Régimen Hídrico	Rendimiento (t/ha)	
Secano	1,86	A
Riego en Llenado	2,16	B
Riego en Floración	2,19	B

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Se destaca que en las condiciones en las que se desarrolló este ensayo, los rendimientos obtenidos fueron mayores en el distanciamiento a 35 cm, superando al de 52 cm por 300 kg/ha (16%).

Por otro lado, los rendimientos de los tratamientos que recibieron riego adicional superaron significativamente al tratamiento en secano en 300 kg/ha (16%). No se detectaron diferencias significativas entre la aplicación del riego en plena floración respecto al de inicio de llenado de granos. No se observó interacción entre el distanciamiento y el riego en el rendimiento.

Los valores de índice de cosecha (IC: peso de granos/peso total parte aérea) determinados en los distintos tratamientos variaron entre 44% y 46%. Es decir que en las condiciones del ensayo, ni el distanciamiento ni el riego afectaron significativamente el patrón de partición de asimilados por parte del cultivo, por lo que plantas de mayor biomasa aérea produjeron mayores rendimientos.

El distanciamiento de 0,35 m entre líneas alcanzó el 90% del cierre del cultivo aproximadamente un mes antes que el distanciamiento a 0,52 m, por lo cual la mayor productividad de este tratamiento se explicaría por la mayor radiación interceptada por el cultivo a lo largo del ciclo (Kang *et al.*, 2008). Además, bajo condiciones de humedad residual, con la siembra en

hileras estrechas se genera temprano en el ciclo una mayor cobertura del suelo que reduce la pérdida de agua por evaporación y aumenta la eficiencia en el uso del agua (Apáez Barrios *et al.*, 2016).

► Calibre de los granos

No se observó interacción entre el distanciamiento y el riego en el calibre de los granos.

En la Tabla 5 se observa el análisis estadístico de la proporción en que participan los diferentes calibres en el rendimiento en granos, obtenido en los distanciamientos evaluados. Se observan diferencias significativas en las cantidades obtenidas de granos de calibre 8 a favor del distanciamiento más estrecho. Este tamaño de granos fue el que predominó en el ensayo.

Tabla 5. Peso de granos de diferentes calibres producidos en los distanciamientos evaluados.

Distanciamiento	Cal 9 (kg/ha)	Cal 8 (kg/ha)	Cal 7 (kg/ha)	< Cal 7 (kg/ha)
0,35 m	53,81 A	1499 A	347 A	30,19 A
0,52 m	45,01 A	1282 B	564 A	28,99 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Sin embargo, al analizar la distribución porcentual de los granos de diferentes calibres producidos en los dos distanciamientos, se evidencia que los porcentajes de calibre 8 son prácticamente iguales (Figura 2).

Esto indicaría que el menor distanciamiento (0,35m) mejoró significativamente los rendimientos sin

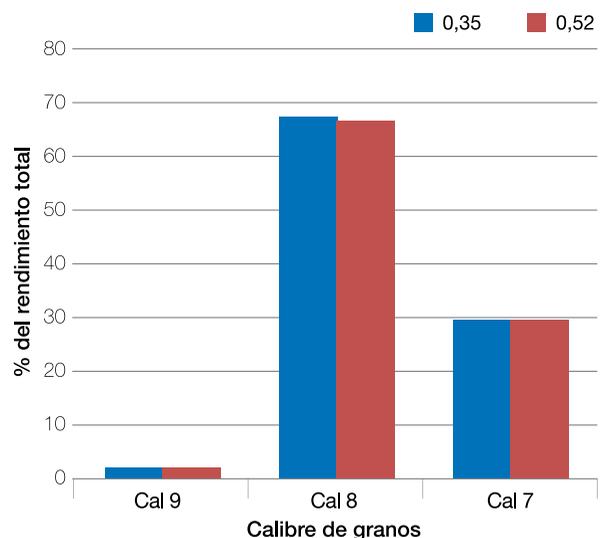


Figura 2. Distribución porcentual del calibre de los granos cosechados en los distanciamientos entre líneas evaluados.

modificar la distribución porcentual de calibres de los granos, generando de esta forma una mayor cantidad de granos de mayor tamaño, con el consecuente beneficio económico. El incremento de granos de calibres 8 y 9 en el distanciamiento más estrecho fue de 225 kg/ha respecto al distanciamiento de 0,52 m.

En cuanto a la respuesta al riego (Tabla 6 y Figura 3), los tratamientos regados superaron significativamente al seco en la cantidad (kg/ha) de granos de calibre 8 producidos, aunque no se diferenciaron estadísticamente entre ellos (riego en floración vs. riego en llenado). En la distribución porcentual se observó un incremento en el porcentaje de calibre 8 desde el tratamiento a seco hasta el tratamiento regado en llenado de granos.

Tabla 6. Cantidad de granos de diferentes calibres producidos bajo los diferentes tratamientos de riego.

Régimen Hídrico	Cal 9 (kg/ha)	Cal 8 (kg/ha)	Cal 7 (kg/ha)	< Cal 7 (kg/ha)
Secano	31,59 A	1173 A	634 A	21,41 A
Riego en Llenado	59,49 A	1468 B	639 A	23,85 A
Riego en Floración	57,49 A	1532 B	544 A	29,51 A

Letras distintas indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

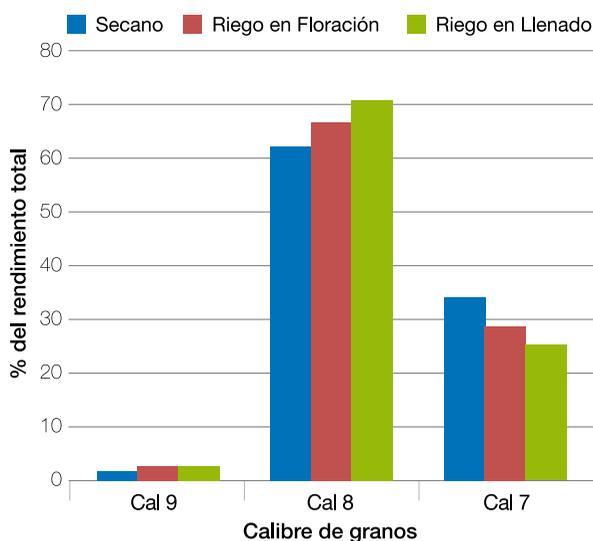


Figura 3. Distribución porcentual del calibre de los granos cosechados en los diferentes tratamientos de riego evaluados.

El porcentaje de granos de calibre 9 fue muy bajo en todos los tratamientos (distanciamientos y riegos). El riego adicional permitió un aumento de la proporción de granos de mayor calibre (cal 8), respecto al tratamiento en seco. El riego (en floración o en

llenado) mejoró los rendimientos; y además, al incrementar en cierto grado la proporción de granos de mayor calibre, aporta un beneficio económico adicional.

► Consideraciones Experiencia 1

En las condiciones del ensayo, el distanciamiento entre líneas de 0,35 m generó rendimientos significativamente superiores a los del distanciamiento de 0,52 m: el incremento promedio fue de 310 kg/ha, lo cual representó un 16% de la producción.

La distancia entre líneas (0,35 m vs. 0,52 m) no generó diferencias en la distribución porcentual de los calibre de granos obtenidos, por lo cual el distanciamiento a 0,35 m produjo una mayor cantidad (kg/ha) de granos de cada tamaño y superó significativamente al distanciamiento mayor (0,52 m) en la producción de granos de calibre 8; esto representó el 66% del total de granos producidos.

Por otro lado, considerando ambas distancias de siembra, la aplicación de una lámina de 30 mm de riego complementario en floración o en llenado de granos (indistintamente) provocó un incremento significativo del rendimiento de aproximadamente 300 kg/ha (16%) respecto al cultivo en seco.

En cuanto al calibre de los granos, los tratamientos con riego obtuvieron un incremento significativo (300 kg/ha) de la cantidad de granos de calibre 8, el cual representó un aumento del 25% de la cantidad de granos de dicho calibre producidos a seco. El riego generó además un incremento de la proporción de granos de mayor calibre respecto al seco, lo cual se observó principalmente en el riego a inicio de llenado de granos (8% de incremento en el porcentaje de granos calibre 8 respecto al seco).

► Experiencia 2: Efecto del distanciamiento entre líneas (25, 35, 52 y 70 cm).

• Fitomasa y rendimientos

En las condiciones en las que se desarrolló este ensayo se observaron comportamientos diferentes entre los distanciamientos evaluados. En las Figuras 4 y 5 pueden verse los valores promedio de tres repeticiones para fitomasa aérea y rendimiento en los diferentes tratamientos.

Puede observarse que al disminuir la distancia

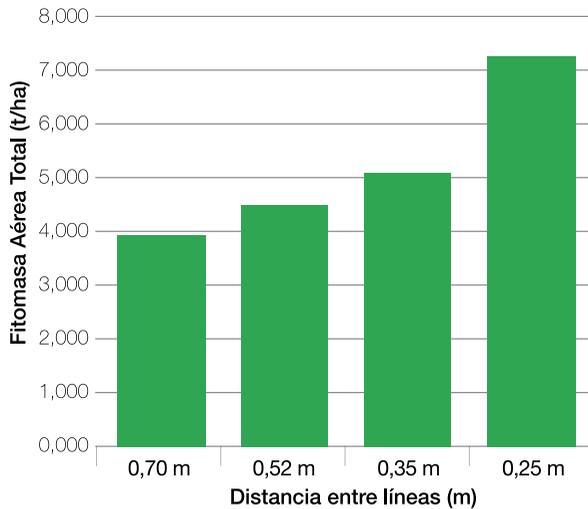


Figura 4. Fitomasa aérea de cultivos de garbanzo con igual densidad de plantas pero diferente distanciamiento entre líneas.

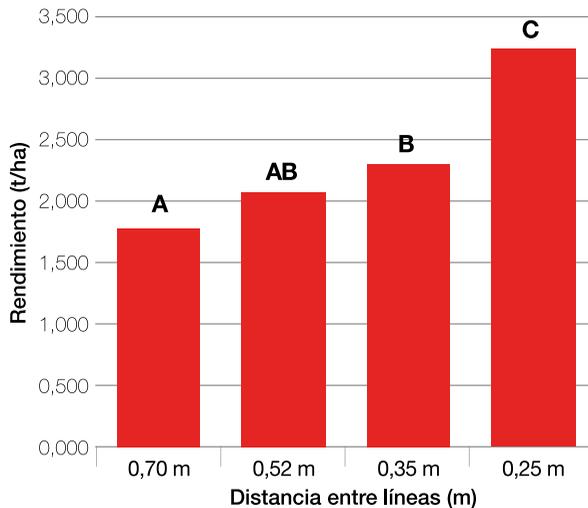


Figura 5. Rendimiento de cultivos de garbanzo con igual densidad de plantas pero diferente distanciamiento entre líneas. Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0,1$).

entre líneas, a igual número de plantas/m², la biomasa aérea y los rendimientos incrementaron significativamente ($p > 0,10$), con el mayor aumento en el distanciamiento más estrecho (Figuras 2 y 3). Justamente, el tratamiento a 25 cm entre líneas superó significativamente ($p > 0,05$) en fitomasa aérea y en rendimiento a los demás distanciamientos.

Los rendimientos obtenidos en los distintos

tratamientos estuvieron directamente asociados a las biomásas aéreas producidas. Esa relación, denominada Índice de Cosecha (IC), varió entre 45% y 47% entre los diferentes distanciamientos, no evidenciando diferencias significativas entre ellos. El menor distanciamiento entre líneas provocó un cierre anticipado, lo cual habría generado una mayor eficiencia en el uso del agua y radiación interceptada por el canopeo, lo que explicaría las mayores biomásas y rendimientos logrados en los distanciamientos más estrechos.

► Calibres

Como puede observarse en las Figuras 6 y 7, el calibre 8 fue el que predominó en los tratamientos evaluados en el ensayo, mientras que la cantidad de granos de calibre 9 producida no fue significativa. Al igual que lo registrado con los rendimientos, a medida que disminuyó el distanciamiento entre líneas, la cantidad de granos de calibre 8 aumentó (Figura 6).

En la Figura 7 puede observarse la distribución porcentual de los calibres obtenidos en los distintos tratamientos. Se observó un leve incremento de los porcentajes de granos de calibre 8 y 9 en los distanciamientos de 0,52 m y 0,35 m respecto a los restantes. Sin embargo debido al mayor rendimiento registrado en el distanciamiento a 25 cm, la producción de calibre 8 fue claramente superior en el distanciamiento más estrecho (Figura 6).

► Consideraciones Experiencia 2

En las condiciones en las que se desarrolló el ensayo, a medida que disminuyó la distancia entre líneas, manteniendo una densidad de plantas constante (28 pl/m²), aumentaron la biomasa aérea y el rendimiento del cultivo. Los diferentes distanciamientos no generaron diferencias significativas en los índices de cosecha.

El significativo incremento en los rendimientos observado a medida que disminuye el espacio entre líneas hizo que las mayores producciones de granos (kg/ha) de calibre 8 (el cual predominó en el ensayo) se obtuvieran en los tratamientos más estrechos (0,35 m y 0,25 m, especialmente).

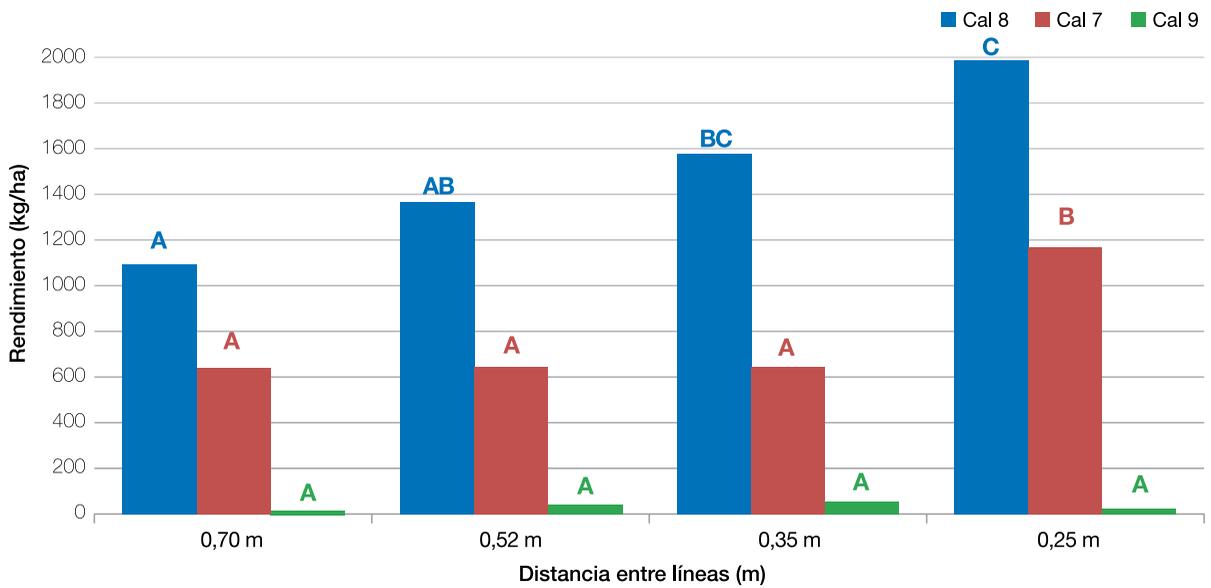


Figura 6. Peso de granos de diferentes calibres producidos bajo distintos distanciamientos entre líneas en cultivo de garbanzo. Letras distintas indican diferencias significativas ($p > 0,1$).

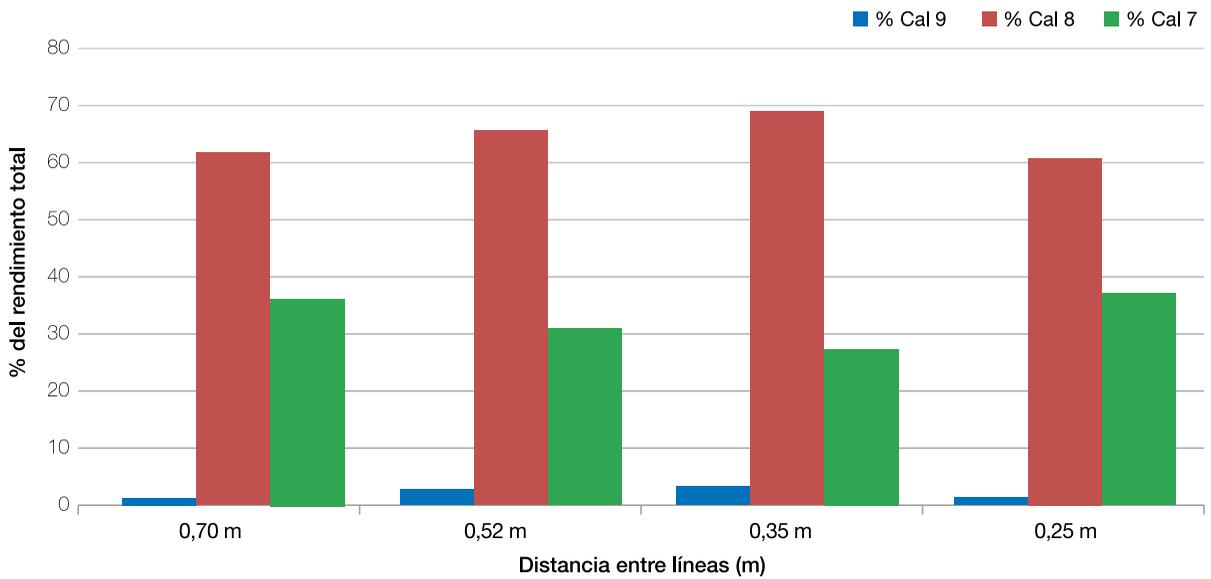


Figura 7. Distribución porcentual de los calibres de grano producidos bajo cuatro distanciamientos entre líneas.



Figura 8. Vista general del ensayo de riego y distanciamiento entre líneas.



Figura 9. Vista general del ensayo de riego y distanciamiento entre líneas.



Figura 10. Vista general del ensayo de riego y distanciamiento entre líneas.



Figura 11. Vista general del ensayo de riego y distanciamiento entre líneas.

Consideraciones finales

En las condiciones en las que se desarrollaron los ensayos, a medida que disminuyó la distancia entre líneas, manteniendo una densidad de plantas constante (28 pl/m²), aumentaron la biomasa aérea y el rendimiento del cultivo de garbanzo.

El distanciamiento entre líneas no afectó significativamente la distribución porcentual de los diferentes calibres de grano, por lo cual la cantidad obtenida (kg/ha) de granos de un determinado calibre dependió directamente del rendimiento alcanzado.

La aplicación de una lámina de 30 mm de riego complementario en floración o en llenado de granos (indistintamente) provocó un incremento significativo del rendimiento y generó un cierto incremento en el porcentaje relativo de granos de mayor calibre respecto al secano.

Futuros estudios deberían profundizar en esta temática, evaluando el efecto en la producción de diferentes distanciamientos y densidades (n°pl/m²) en situaciones con diferente oferta de recursos, para así poder generar recomendaciones útiles para los productores.

Bibliografía citada

Apéaz Barrios, M.; J. A. S. Escalante Estrada; M. T. Rodríguez González; E. Sosa Montes y P. Apéaz Barrios. 2016. Distancia entre hileras, nitrógeno y producción de garbanzo en humedad residual. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas* 7 (2): 223-234.

Espeche, C.; O. Vizgarra; S. Mamaní González y D. Ploper. 2014. Efecto de la fecha de siembra en el comportamiento del cultivo de garbanzo en la provincia de Tucumán. *Publicación Especial EEAOC 48. El cultivo de garbanzo en el Noroeste Argentino.* ISSN:0328-7300.

Kang, S.; B. A. McKenzie and G. D. Hill. 2008. Effect of irrigation on growth and yield of Kabuli Chickpea (*Cicer arietinum* L.) and narrow-leafed lupin (*Lupinus angustifolius* L.). *Agronomy New Zeland* 38.

Romero, J. I.; C. Sotomayor; M. Morandini; A. Sanzano; F. Sosa y O. Vizgarra. 2014. El contenido de agua útil a la siembra y su relación con los rendimientos y calibres del cultivo de garbanzo en secano. Resultados preliminares. *Publicación Especial EEAOC 48.. El cultivo de garbanzo en el Noroeste Argentino.* ISSN: 0328-7300.

Rovati, A.; C. Prado; E. Escobar; C. Espeche y O. Vizgarra. 2014. Efecto de la fecha de siembra sobre el calibre y peso de grano en el cultivo de garbanzo. 2014. *Publicación Especial EEAOC 48. El cultivo de garbanzo en el Noroeste Argentino.* ISSN:0328-7300.

Pascale, A. J.; C. M. Lamelas y L. C. Suárez. 1990. Situaciones hídricas probables en el balance de agua de la región tucumana del cultivo en secano. *Revista Industrial y Agrícola de*

Tucumán 67 (2): 1-48.

Romero, J. I.; D. Méndez; E. R. Romero; A. Sanzano y O. Vizgarra. 2017. Garbanzo. Distanciamiento entre líneas y riego complementario. Su influencia en los rendimientos y calibres. *Revista Avance Agroindustrial*-38 (3): 12-17.

Saluzzo, J. A. 2010. Adaptación del cultivo de garbanzo en función de la variabilidad ambiental. Tercera Jornada Nacional de Garbanzo-INTA Salta 2010. [En línea]. Disponible en inta.gob.ar/documentos/adaptacion-del-cultivo-de-garbanzo-en-funcion-de-la-variabilidad-ambiental.

Salvagiotti, F.; J. M. Enrico; M. Bodrero y S. Bacigaluppo. 2010. Producción de soja y uso eficiente de los recursos. 2010. *Revista Para mejorar la producción* 45 - INTA EEA Oliveros.

LDC.  **MACRO SEED**
Louis Dreyfus Company

NEXSEM®

BIOPOWER

BIOFERTILIZANTE + PGPR.

POTENCIA SUSTENTABLEMENTE EL RENDIMIENTO DE TU CULTIVO DE MAIZ



Álvarez Condarco N° 612 • C.P.: 2700 • Pergamino (Buenos Aires) • Argentina.
T 2477- 413230 E contacto@barenbrug.com.ar W www.barenbrug.com.ar

 **BARENBRUG**