

COMPONENTES DE RENDIMIENTO DE CANOLA (*Brassica napus* L.) EN SIEMBRA A BAJA DENSIDAD DE POBLACIÓN

Canola (*Brassica napus* L.) yield components in low density crops

AS Ortegón-Morales ✉, J González-Quintero, A Díaz-Franco, N Castillo-Torres

(ASOM)(JGQ)(ADF) Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Carr. Matamoros-Reynosa km 61, apdo. Postal 172, Río Bravo, 88900, Tamaulipas, México. aortegon@aol.com
(NCT) Campo Experimental Valle del Yaqui, INIFAP

Nota científica recibida: 8 de noviembre de 2007, **aceptada:** 19 de noviembre de 2009

RESUMEN. Para conocer la respuesta de canola a baja densidad de población, en 2001 se evaluaron tres variedades y un híbrido en siembra en surcos con hilera sencilla y doble; en 2003 cuatro híbridos y cuatro variedades en surcos a 80 cm; y en 2005 se incluyó una población en proceso de selección. Las variables fueron: altura de planta, diámetro de tallo, número de ramas y silicuas por planta, longitud y número de granos por silicua, peso de granos por planta, peso específico y peso de biomasa seca. En 2001 el híbrido 'Hyola 401' obtuvo el mayor peso de grano por parcela (542 g) con apoyo de la longitud de la silicua ($r = 0.48^{**}$). En 2003 el rendimiento fue diferente entre híbridos y variedades en el peso de granos por planta (ANDEVA; $p = 0.05$). El análisis de regresión (Stepwise) mostró que el número de silicuas por planta y la longitud de la silicua fueron consistentes en el rendimiento [2001, $y = -22.2 + 0.04ns + 3.4ls + 0.04rg$ ($R^2 = 43\%$); 2003, $y = -15.4 + 0.05ns + 2.62ls + 0.10pbs$ ($R^2 = 72\%$)]. En el 2005 destacó el número de silicuas sobre el rendimiento, en este caso con el apoyo del número de ramas por planta [$y = 23.2 + 0.02ns$ ($R^2 = 28.4\%$); $y = 24.4 + 1.5nr$ ($R^2 = 15.6\%$)].

Palabras clave: Genotipos, características de planta, método de siembra.

ABSTRACT. In order to establish the response of canola to a low population density, three varieties and one hybrid in single and double rows were evaluated in 2001; four hybrids and four varieties in rows at 80 cm in 2003; and a population going through a selection process was included in 2005. The variables included: plant height, stem diameter, number of braches and pods per plant, number of seeds and length per pod, seed weight per plant, specific weight and dry biomass weight. In 2001, the 'Hyola 401' hybrid obtained the greatest grain weight per plot (542 g) with support from the pod length ($r = 0.48^{**}$). In 2003, the yield was different between the hybrids and the varieties with respect to the weight of seeds per plant (ANOVA; $p = 0.05$). A regression analysis (Stepwise) showed that the number of pods per plant and the length of the pods were consistent in the yield [2001, $y = -22.2 + 0.04ns + 3.4ls + 0.04rg$ ($R^2 = 43\%$); 2003, $y = -15.4 + 0.05ns + 2.62ls + 0.10pbs$ ($R^2 = 72\%$)]. In 2005, the number of pods was markedly above the yield, in this case with support from the number of branches per plant [$y = 23.2 + 0.02ns$ ($R^2 = 28.4\%$); $y = 24.4 + 1.5nr$ ($R^2 = 15.6\%$)].

Key words: Genotypes, plant characteristics, planting system.

INTRODUCCIÓN

El cultivo de canola (*Brassica napus* L.) muestra posibilidades para integrarse a la producción comercial como una nueva alternativa en México y este se encuentra en una etapa de introducción. El interés de la industria aceitera nacional por el aceite de esta oleaginosa, ha logrado promo-

ver y apoyar la explotación del cultivo a través de contratos para su comercialización (Díaz FA, Ortegón MAS 2006. Rev. Fitotec. Mex. 29: 63-67; Ortegón MAS, Díaz FA, Ramírez LA 2006. Rev. Fitotec. Mex. 29: 181-186). En las regiones más importantes productoras de canola en el mundo, Canadá, Japón y Europa, utilizan una práctica común que consiste en la siembra en plano con altas densidades de po-

blación (5 a 7 kg ha⁻¹ de semilla), práctica que no es factible en México principalmente por el alto costo de la semilla (Ortegón MAS, Díaz FA, Rodríguez CA 2002. *Agric. Téc. Méx.* 28: 151-158; Ortegón MAS, Díaz FA, González QJ 2007. *Univ. Cien.* 23: 21-28).

Mendham & Salisbury (Mendham NJ, Salisbury PA 1995. In: Kimber D, McGregor DI (eds.) *Brassica oilseeds: Production and utilization*. CAB Internacional) mencionan que en Canadá debido a las bajas temperaturas, tienen un período de siembra-cosecha limitado, por lo que es difícil que la canola exprese su potencial comparado con otras regiones del mundo donde se amplía esta posibilidad. Angadi *et al.* (Angadi SV, Cutforth HW, McConkey BG, Gan Y 2003. *Crop Sci.* 43: 1358-1366) indican que la alta densidad de siembra que se utiliza en Canadá hace más difícil optimizar la población. Sultan (Sultan SE 2000. *Trends Plant Sci.* 5: 537-542) señala que la plasticidad de la planta de canola para compensar una baja población depende de la disponibilidad de recursos tales como luz, agua y nutrientes.

Yousaf *et al.* (Yousaf M, Ahmad A, Jahangir M, Naseeb T 2002. *Asian J. Plant Sci.* 6: 634-635) concluyen que la fecha de siembra es uno de los factores más importantes para maximizar el rendimiento de canola, especialmente en aquellas áreas donde la temperatura, la longitud del día, la precipitación y humedad relativa varían durante el año.

Angadi *et al.* (Angadi SV, Cutforth HW, McConkey BG, Gan Y 2003. *Crop Sci.* 43: 1358-1366) reportan que el rendimiento de grano de canola está en función de la densidad de población, número de silicuas por planta, número de semillas por silicua y peso de la semilla. Diepenbrock (Diepenbrock W 2000. *Field Crops Res.* 67: 35-49) considera que el número de silicuas por planta es el componente de rendimiento más importante.

Morrison *et al.* (Morrison MJ, McVety PBE, Scarth R 1990. *Can. J. Plant Sci.* 70: 127-137) evaluaron rangos de 1.5 a 3 kg ha⁻¹ de semilla (35 a 70 plantas m⁻²) y obtuvieron los mayores rendimientos bajo condiciones favorables de humedad. Thomas (Thomas PM. 1984. *Canola Council of Canada*) agrega que aún con la amplia plasticidad de

la canola, en las condiciones ambientales canadienses la densidad de siembra se debe mantener de 80 a 180 plantas m⁻².

En México es posible sembrar la canola en surcos y con bajas densidades de población (1.2 a 2 kg ha⁻¹ de semilla), al disponer de un amplio período de siembra-cosecha (cinco meses) en el ciclo otoño-invierno en regiones subtropicales como Tamaulipas o en primavera-verano como en los Valles Altos del país. Con esta práctica se logra el control cultural de maleza, incrementar la rentabilidad del cultivo y a pesar del contraste con la densidad y método de siembra de las regiones productoras, los rendimientos son similares (Ortegón MAS, Díaz FA, Rodríguez CA 2002. *Agric. Téc. Méx.* 28: 151-158; Ortegón MAS, Díaz FA, González QJ 2007. *Univ. Cien.* 23: 21-28). La canola en estas latitudes, por tener un período de floración indeterminado, el período de madurez del grano se alarga aún con bajas densidades de población. Sin embargo, las variadas condiciones de clima como vientos, lluvias y fluctuaciones extremas de temperatura, pueden influir en su rendimiento, de acuerdo a lo señalado por Raymer & Thomas (Raymer D, Thomas PM 1990. *Proc. Int. Canola Conf. Foundation for Agronomy Research*) y Hall (Hall D 1990. *Proc. Int. Canola Conf. Foundation for Agronomy Research*).

En Tamaulipas se han realizado diferentes estudios de investigación y validación sobre la tecnología de producción de canola (Ortegón MAS, Escobedo MA 1994. *Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto No. 12*; Ortegón MAS 2003. *Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto No. 14*) y particularmente se ha constatado la factibilidad de producirla con bajas densidades de población. La metodología consiste en la siembra en surcos de 0.4 a 0.8 m y con una rango de semilla que va de 1.2 a 2 kg ha⁻¹. Los resultados obtenidos en ambiente subtropical de temporal y riego en distintos años indican una producción de grano que fluctúa entre 1000 a 2300 kg ha⁻¹ (Ortegón MAS, Díaz FA, Rodríguez CA 2002. *Agric. Téc. Méx.* 28: 151-158; Ortegón MAS 2003. *Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto No. 14*; González QJ, Ortegón MAS 2006. In: Rodríguez BL (ed.). *Campo Experimental Río Bravo: 50 Años de Investigación Agropecuaria*

en el Norte de Tamaulipas, Historia, Logros y Retos. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Libro Técnico No. 1; Ortegón MAS, Díaz FA, González QJ 2007. Univ. Cien. 23: 21-28).

El propósito del estudio fue obtener información sobre la respuesta de la planta en sus componentes de rendimiento, sembrada con baja densidad de población.

MATERIALES Y MÉTODOS

Varios estudios se realizaron en el ciclo de invierno con siembras de canola a baja densidad de población. En el Campo Experimental Río Bravo (INIFAP) localizado en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas (25° 57' N, 98° 01' O; 60 msnm), se estableció en el 2001 una prueba donde se utilizaron tres variedades 'Monty', 'Scoop' y 'Karoo' (Dovuron Seeds, Co.) y el híbrido de canola 'Hyola 401' (Interstate Seed Co.). La siembra se realizó en surcos a 80 cm en hilera sencilla y doble hilera. En 2003 se evaluaron los híbridos 'Hyola 308', 'Hyola 330', 'Hyola 330', 'Hyola 420' (Interstate Seed Co.) y las variedades 'IMC 205' (Inter. Mountain Cargill); 'Monty', 'Scoop', y 'Karoo' (Dovuron Seeds, Co.); la siembra se practicó en surcos a 80 cm. En el 2005 se incluyó información obtenida de la población P2C1 en proceso de selección (masal) con un grupo de 50 plantas sembradas en surcos de 80 cm. En todos los casos las condiciones de suelo fueron similares: de textura arcillosa sin problemas de sales, con pH alcalino (7.9) y bajo de materia orgánica (1.6%).

La siembra fue manual y sobre humedad residual en el suelo en todos los casos; se practicó en su oportunidad el aclareo de plántulas para mantener en 2001 una población aproximada de 30 y 40 plantas m^{-1} (surco sencillo y doble respectivamente); mientras que en 2003 y 2005, el aclareo fue de 20 plantas. La fertilización fue similar en los tres años con la fórmula a base de 100 $kg\ ha^{-1}$ de urea y 60 $kg\ ha^{-1}$ de superfosfato triple de calcio. Se aplicaron dos riegos de auxilio (lámina de 10 cm) programados en su oportunidad entre los 40 y 70 d. Otras prácticas agronómicas se siguieron según recomendaciones locales (Ortegón MAS 2003. Campo

Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto No. 14).

Las variables fenotípicas de la planta consideradas fueron: altura de planta (AP); diámetro de tallo (DT); número de silicuas (NS) y de ramas por planta (NR); peso de grano por planta (PG); longitud de silicua (LS); número de granos por silicua (NGS); peso específico de semilla (Pe) y el peso de biomasa seca de planta (PBS). El rendimiento de grano (RG) por parcela en 2001 y en $kg\ ha^{-1}$ en el 2003. En 2001, las características de planta se midieron en dos plantas por parcela de cada genotipo, y de cuatro plantas en el 2003. Ambos experimentos se establecieron bajo un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones; cada parcela consistió de cuatro surcos de 5 m y se consideró como parcela útil dos surcos centrales de 4 m donde se contó el número de plantas m^{-1} que llegaron a cosecha. En 2005 las variables se midieron por planta individual en un total de 50 tomadas al azar dentro de la parcela y con el conteo de plantas m^{-1} en su entorno.

Se practicaron análisis de varianza en las pruebas del 2001 y 2003 utilizando SAS (Statistical Analysis System Institute 1998. Statistical Analysis System). Para comparar diferencias entre medias se utilizó la prueba de DMS ($p = 0.05$). El análisis de regresión múltiple Stepwise Forward (Draper NR, Smith H 1980. John Wiley and Sons) se utilizó en los primeros dos años y en el 2005 se utilizó Statgraphics (Statgraphics Plus 3.1 1997. Manugistics, Inc.) para determinar los componentes que más influyeron en el rendimiento de grano.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de planta

En el 2001 el número de plantas m^{-1} fue semejante entre genotipos, y en función del método de siembra fue significativo (ANDEVA; $p = 0.01$); mientras que con el rendimiento de grano y el peso específico fue a la inversa, significativa entre genotipos y no significativa en función del método de siembra. Entre los componentes de rendimiento el peso de grano y la altura de planta mantuvieron diferencia (ANDEVA; $p = 0.05$), así como la longitud de silicua (ANDEVA; $p = 0.01$); a su vez, el diámetro de tallo, número de ramas, de silicuas y de grano

Tabla 1. Promedios de componentes de rendimiento por planta de canola de cuatro genotipos en dos métodos de siembra. Río Bravo, Tam., 2001.

Table 1. Means of yield components per plant of four canola genotypes in two planting methods. Rio Bravo, Tam., 2001.

Factor	Componentes de rendimiento*									
	NP m ⁻¹	RGp	Pe	PG/P	NS	NGS	LS	AP	DT	NR
Genotipos (G)										
Monty	22.4	373 bc	660 a	19.3 b	272	24.2	5.09 b	95.2 b	1.33	6.2
Scoop	28.6	415 b	644 ab	22.5 ab	291	26.4	5.78 a	99.1 ab	1.51	6.6
Karoo	26.2	326 c	624 bc	23.2 ab	308	25.1	4.90 b	98.1 ab	1.46	6.1
Hyola 401	28	542 a	613 c	30.1 a	278	27.6	5.18 b	103.3 a	1.53	5.8
Significación F	ns	**	**	*	ns	ns	**	*	ns	ns
Mét. siembra (MS)										
Surco 80 cm	23.1 b	414	640	24.6	308	25.8	5.31	99.3	1.5	6.6 a
Doble hilera	29.5 a	415	630	23	266	25.9	5.16	98.6	1.41	5.7 b
Significación F	**	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	**
Interacción GxMS	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns	ns
CV (%)	32.1	18.2	6.7	52.1	42.9	15.5	14.8	8.2	19.9	24.3

*NP m⁻¹, número de plantas m⁻¹; RGp, rendimiento de grano por parcela (g); Pe, peso específico (g L⁻¹) gramos L⁻¹; PG/P, peso de grano planta (g); NS, número de silicuas; NGS, número de granos por silicua; LS, longitud de silicua (cm); AP, altura de planta (cm); DT, diámetro de tallo (cm); NR, número de ramas.

fueron iguales estadísticamente. Con el método de siembra, el número de ramas mostró diferencia y los otros componentes fueron semejantes. No hubo interacción genotipo x método de siembra entre componentes (Tabla 1). El híbrido 'Hyola 401' que mostró el mayor rendimiento de grano por parcela (542 g) se atribuye al mayor peso de granos por planta relacionado con la longitud de la silicua; la variedad 'Monty' que obtuvo el menor peso de granos por planta con similar longitud de silicua que 'Hyola 401', pudo mantener similitud en su rendimiento de grano con las variedades 'Scoop' y 'Karoo'. Estos dos últimos genotipos que mostraron igualdad en el peso de granos por planta y con diferencias en la longitud de silicua, mantuvieron esa diferencia en el rendimiento de grano por parcela. La densidad de población con el número de plantas que llegaron a cosecha con una diferencia de 6.2 plantas en el promedio entre surco sencillo y doble hilera se mantuvo estadísticamente igual en la mayoría de los componentes; sólo el número de ramas y de plantas m⁻¹ mostraron diferencias en su promedio (Tabla 1). Esto muestra las posibilidades de la canola de competir con un amplio rango en la densidad de población. Ozer (Ozer H 2003. Plant Soil Environ. 49: 422-426), indicó que al ampliar el espacio entre surcos se aumentó significativamente el número de ramas

y de silicuas, y no hubo interacción entre componentes de rendimiento y la densidad de población, resultados que coinciden con el presente estudio.

En el 2003 hubo diferencia (ANDEVA; p = 0.01) de plantas cosechadas entre genotipos con un rango desde 6.2 hasta 16.6 plantas m⁻¹, la diferencia con el promedio de rendimiento de grano se atribuye al genotipo. El análisis de varianza mostró diferencia significativa en la mayoría de los componentes de rendimiento (ANDEVA; p = 0.01) y también significativa (ANDEVA; p = 0.05) con el número de ramas; el número de silicuas se mantuvo sin diferencia significativa (Tabla 2). Con la evaluación de híbridos y variedades se pudieron establecer diferencias con relación al rendimiento. En el grupo de los híbridos, 'Hyola 401' y 'Hyola 330' obtuvieron los más altos rendimientos (1827 y 1542 kg ha⁻¹, respectivamente), asociados de igual manera (con la prueba del 2001) con el peso de grano por planta y la longitud de la silicua. En el grupo de las variedades, 'Monty' y 'Scoop' fueron superiores en el rendimiento (1417 y 1433 kg ha⁻¹, respectivamente) y de igual manera asociados con el peso de grano por planta y la longitud de la silicua (Tabla 2).

Análisis de correlación y regresión

En la prueba de 2001, el número de plantas

Tabla 2. Promedios de componentes de rendimiento por planta de canola en ocho genotipos. Río Bravo, Tam., 2003.

Table 2. Means of yield components per plant of eight canola genotypes. Rio Bravo, Tam., 2003.

Híbridos	Componentes de rendimiento*										
	NP m ⁻¹	Kg ha ⁻¹	AP	DT	NR	NS	NGS	LS	PGP	PBS	Pe
Hyola 401	11.7	1827	112	1.71	6.6	335	28.7	5.4	27.8	69.1	621
" 420	11.1	1352	118	1.5	5.5	280	26	4.9	18.5	76.4	627
" 330	13.1	1542	105	1.47	5.9	354	26.7	5.31	23.3	64.8	640
" 308	15.2	1352	101	1.35	5.6	308	28.1	5.46	17.6	60.7	612
<i>Media</i>	12.8	1518	109	1.51	5.9	319	27.4	5.27	21.8	67.8	625
Variedades											
IMC 205	15.7	1352	123	1.65	5.8	274	23.1	4.62	15.4	88.8	607
Monty	16.6	1417	99	1.55	6	372	26.5	5.47	21.1	56.1	640
Scoop	10.8	1433	106	1.49	6.2	402	27.4	5.4	26.6	60.7	625
Karoo	6.2	916	101	1.37	6.3	329	22.7	4.5	13.4	41.3	590
<i>Media</i>	12.3	1280	107	1.52	6.1	344	24.9	5.0	19.1	61.7	616
<i>DMS .05</i>	2.01	245.7	6.7	0.15	0.67	89	2.5	0.47	6.9	22.2	18
<i>CV (%)</i>	10.9	18.9	4.2	6.7	7.7	18.3	6.5	6.1	23.1	23.8	2

* NP m⁻¹, número de plantas m⁻¹; AP, altura de planta (cm); DT, diámetro de tallo (cm) NR, número de ramas NS, número de silicuas; NGS, número de granos por silicua; LS, longitud de silicua (cm);PG, peso de grano (g); PBS, peso de biomasa seca (g); Pe, peso específico (g L⁻¹).

por metro mostró mayor asociación con las variables: número de granos por silicua ($r = 0.37^*$), longitud de silicua ($r = 0.36^*$), peso de granos por planta ($r = 0.29^*$) y el rendimiento de grano ($r = 0.29^*$); mientras que el peso de granos por planta correlacionó con las variables: número de silicuas por planta ($r = 0.48^{**}$), longitud de silicua ($r = 0.30^*$) y el rendimiento de grano ($r = 0.44^{**}$).

Entre componentes de rendimiento, al considerar el peso de granos por planta como variable dependiente se mantuvo en el 2003 una correlación positiva y significativamente alta con el número de silicuas por planta ($r = 0.72^{**}$), el peso de biomasa seca ($r = 0.43^{**}$), la longitud de silicua ($r = 0.52^{**}$), el número de granos por silicua ($r = 0.52^{**}$), el número de ramas ($r = 0.49^{**}$) y el diámetro de tallo ($r = 0.43^{**}$). El peso de biomasa seca correlacionó alta y significativamente con altura de planta ($r = 0.70^{**}$) y el diámetro de tallo ($r = 0.63^{**}$); también se mantuvo una alta correlación entre el número de granos y la longitud de la silicua ($r = 0.70^{**}$).

La densidad de población en el cultivo de canola varía considerablemente en respuesta a su rendimiento dependiendo del ambiente, sistema de

producción y de los cultivares. Estudios previos han mostrado que la densidad de población es un factor importante que influye individualmente en plantas de canola en su rendimiento. Ozer (Ozer H 2003. Plant Soil Environ. 49: 422-426) menciona que la canola muestra variaciones en su rendimiento a diferentes densidades de siembra, por lo que su respuesta debe determinarse en lo particular para cada ambiente.

En el 2005 con el grupo de 50 familias (P2C1) se obtuvo un rango entre 6 a 18 plantas por metro; altura de planta de 105 a 136 cm; de 3 a 10 ramas por planta; con un peso de 24.8 a 49.7 g por planta; y con 166 a 920 silicuas por planta. Se practicó el análisis de correlación donde se mostró que sólo los componentes: número de silicuas y de ramas por planta fueron los que mostraron una correlación alta y significativa con el peso de granos, $r = 0.53^{**}$ y $r = 0.40^{**}$, respectivamente. En esta prueba no se midió el número de granos por silicuas y longitud de silicua.

El modelo de regresión (Stepwise) seleccionó en la prueba del 2001 las variables: número de silicuas por planta, rendimiento de granos por parcela y la longitud de silicua como los principales compo-

Tabla 3. Promedios de componentes de rendimiento por planta de canola en ocho genotipos. Río Bravo, Tam., 2001-2003.

Table 3. Means of yield components per plant of eight canola genotypes. Río Bravo, Tam., 2001-2003.

Año	Regresión	R ²	r/ns
Stepwise			
2001	y = -22.2 + 0.04NS + 3.4LS + 0.04RGp	43 %	0.48**
2003	y = -15.4 + 0.05NS + 2.62LS + 0.10PBS	72 %	0.72**
Statgraphic			
2005	y = 23.2 + 0.02NS	28.4 %	0.53**
	y = 24.4 + 1.5NR	15.6 %	0.40**
	y = 33.2 + 0.05NP/m	8.0 %	0.03

mentos que influyeron en el peso de granos por planta con un coeficiente de determinación $R^2 = 43\%$, donde el número de silicuas influyó con el 24%. En el 2003 el análisis de regresión mostró que el número de silicuas por planta, el peso de biomasa seca y la longitud de silicua fueron los componentes de mayor influencia con el peso de grano con un coeficiente $R^2 = 72\%$, donde el número de silicuas dominó con un 62%. En el 2005, con el grupo de 50 líneas el análisis de regresión (Statgraphics 1997) con el peso de granos por planta como variable dependiente mostró que el número de silicuas mostró el mayor coeficiente de determinación $R^2 = 28.4\%$; seguido por el número de ramas, con una correlación alta y significativa (ANDEVA = 0.53** Y 0.40**, respectivamente). Además se incluyó el número de plantas por metro con un coeficiente $R^2 = 8\%$, con una baja correlación (Tabla 3). La correlación con el peso de granos por planta es coincidente con los resulta-

dos obtenidos en las evaluaciones de los años 2001 y 2003.

No obstante que la estructura de la planta es plástica y ajustable a un amplio rango en la densidad de población, influyen también en el rendimiento otras características de la planta, además de las aquí señaladas, y donde se incluyen las condiciones ambientales (Ortegón MAS, Díaz FA, González QJ 2007. Univ. Cien. 23: 21-28). Los resultados obtenidos, apoyados con la estrecha relación que se mantuvo entre los valores de correlación y regresión confirman la importancia de los componentes de rendimiento incluidos en estas pruebas. Al modificar el método de siembra en surcos, se facilita para el productor su manejo y la disminución de costos al reducir la cantidad de semilla utilizada a 1.2-2 kg ha⁻¹, con la posibilidad de establecer su siembra en México como cultivo de invierno; o de verano en regiones de clima templado.