RENDIMIENTO Y CALIDAD DE SEMILLA DE VARIEDADES E HÍBRIDOS DE CANOLA EN EL NORTE DE TAMAULIPAS, MÉXICO

SEED YIELD AND QUALITY OF VARIETIES AND HYBRIDS OF CANOLA IN NORTHERN TAMAULIPAS, MÉXICO

Alfredo S. Ortegón Morales[1*], Arturo Díaz Franco[1] y Alberto Ramírez de León[2]

[1]Campo Experimental Río Bravo, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. Apdo. Postal 172, 88900, Río Bravo, Tamaulipas, México. [2]Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma de Tamaulipas. Calle 16 y Lago de Chapala, Col. Aztlán. 88740, Reynosa, Tam., México. Correo electrónico: aortegon@aol.com
** Autor para correspondencia*

RESUMEN

La creciente importación de aceite de canola por la industria mexicana, ha promovido el interés de explorar el potencial de *Brassica napus* L. y *B. rapa* L. como cultivos alternativos en México. El objetivo de este estudio fue caracterizar la respuesta de nuevos genotipos de canola para la región semiárida del norte de Tamaulipas, en condiciones de 'riego restringido' (un riego de auxilio), en el ciclo otoño-invierno 2001-2002, en Río Bravo, Tamaulipas. Se evaluaron 14 variedades y cuatro híbridos, incluido Hyola 401 (testigo), sembrados el 29 de noviembre con 1.3 kg ha^{-1} de semilla, en los que se midieron 10 características de planta y el rendimiento de semilla. A 12 genotipos de alto rendimiento se les determinó el contenido de aceite, ácidos grasos y proteína en la semilla. El mayor rendimiento ($P \leq 0.01$) se obtuvo con los híbridos Hyola 401, 308 y 330 y la variedad ICM 204, con un promedio de 1613 kg ha^{-1}. El promedio de contenido de aceite en la semilla fue de 37.4 % y 23.8 % de proteína; entre los ácidos grasos, la mayor cantidad fue de oleico (69.5 %). Según el análisis de regresión, los componentes de rendimiento que tuvieron mayor asociación con el rendimiento, fueron número de silicuas por planta, longitud de silicua y peso de semilla por silicua, que explicaron 83.5 % de la varianza total ($R^2=0.79$). Ningún genotipo superó al rendimiento del híbrido Hyola 401.

Palabras clave: *Brassica napus*, oleaginosas, rendimiento, calidad de grano.

SUMMARY

Increasing imports of canola oil importation by the Mexican national industry has promoted interest to explore the potential of *Brassica napus* L. and *B. rapa* L. as alternate crops in México. The purpose of the study was to characterize the response of new canola genotypes on the semiarid region of northern Tamaulipas, México, under "restricted irrigation" (one irrigation) conditions in the Autum Winter 2001-2002 growing season, in Río Bravo, Tamaulipas. Fourteen varieties and four hybrids were evaluated (including Hyola 401 as control), planted on November 29 at a seed density of 1.3 kg ha^{-1}. At harvest, 10 plant characteristics and seed yield were measured. Twelve genotypes of high grain yield were used to determine oil percent, fatty acids and protein content in the seed. The highest significant ($P \leq 0.01$) yield was observed in Hyola (401, 308 and 330) hybrids and on the ICM 204, variety with an average yield of 1613 kg ha^{-1}. The average seed oil content was 37.4 % and the greatest fatty acids content was from oleic acid with 69.5 %; the protein content was 23.8 %. The regression analysis showed that the yield components more related with yield were the number of pods per plant, length pod and weight seed per pod, with 83.5 % of total variance ($R^2=0.79$). No new canola genotype was better than Hyola 401 hybrid.

Index words: *Brassica napus*, oil crops, grain yield and grain quality.

INTRODUCCIÓN

Entre las oleaginosas cultivadas, la canola (*Brassica napus* L.) ocupa actualmente el tercer lugar en el mundo en cuanto a producción de aceite de alta calidad alimenticia (Haumann, 1988). La canola fue derivada de variedades de colza que generalmente contienen de 20 a 55 % de ácido erúcico, tóxico para los humanos (Pass y Pierce, 2002). El término canola (Can-Oil Low Acid) fue registrado en 1979 por The Canola Council of Canada para diferenciarla de las variedades de colza, con bajo contenido de ácido erúcico (menos de 2 %) en su aceite, así como glucosinolatos; compuestos azufrados solubles en agua que se encuentran en las harinas de la colza en mayor proporción, aunque no son significativas en harinas o pastas de canola (Barret *et al.*, 1998; Starner *et al.*, 1999). Los glucosinolatos se consideran indeseables porque causan efectos dañinos al reducir el nivel de hormonas y ocasionar anormalidades en el desarrollo del hígado, riñones y tiroides, de acuerdo con pruebas realizadas en ratones (Heaney y Fenwick, 1995).

Actualmente la explotación comercial de canola se cubre principalmente con las especies *B. napus* L. y *B. rapa* L. En ambas especies se dispone de dos grupos de variedades, uno adaptado para el ciclo de invierno y otro para siembras de primavera (Downey y Rimmer, 1993). La producción mundial de canola se estima en 7.7 millones de toneladas con una superficie de 1.6 millones de hectáreas. Canadá produce 15 % y la Comunidad Económica Europea 17 %; mientras que EE.UU. produce menos de 1 % (Oplinger *et al.*, 1989). Australia, India, Japón, Argentina, entre otros países, también son productores de canola.

La industria aceitera de México ha importado volúmenes considerables de canola; en el periodo 1994-95 se importaron 494.5 mil ton, mientras que en 2003-04 fueron 1.067 millones ton, principalmente de Canadá (Canola Council of Canadá, 2005). Ante esta situación, en México

Recibido: 16 de Diciembre del 2004.
Aceptado: 6 de Marzo del 2006.

se han hecho los primeros intentos por introducir este cultivo a la producción comercial en las regiones del noroeste, en Cd. Obregón, Son., en los Valles Altos del centro del país y en el norte y centro de Tamaulipas. En Ciudad Obregón, Son., en el ciclo 1998-1999 se sembraron 400 ha y de 1999 a 2001 la superficie se mantuvo en un promedio de 2000 ha (Muñoz *et al*., 2002). En las otras regiones, la superficie de siembra de esta oleaginosa ha fluctuado entre 600 y 1000 ha. En los estudios sobre manejo y adaptación de la canola, tanto en riego como temporal o secano, realizados por el Campo Experimental Río Bravo del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP), se destacan la adaptación del híbrido Hyola 401, así como la reducción a 25% de la cantidad de semilla utilizada en otros países productores (6 kg de semilla/ha) (Ortegón *et al.*, 2002; Ortegón, 2003).

Según Ortegón (2003), la producción de canola es factible en regiones con precipitaciones de apenas 200 mm durante el desarrollo del cultivo. Por ello, la canola muestra posibilidades para integrarse a la producción comercial en la región semiárida del norte de Tamaulipas, como una nueva alternativa para el ciclo otoño-invierno, por las siguientes razones: 1) Diversificar cultivos, ya que el sorgo [*Sorghum bicolor* (L.) Moench] es el monocultivo regional; 2) El rendimiento de canola comercial ha promediado 1 t ha^{-1} y, según estimaciones de Ortegón *et al*. (2002), esta producción representa un incremento de cerca de 20 % en la rentabilidad con relación a la de sorgo; y 3) La comercialización de la canola está asegurada, debido al interés de la industria aceitera de promover la siembra del cultivo a través de contratos.

Recientemente han surgido nuevas variedades e híbridos de canola de los cuales se desconoce su comportamiento en la región. Por lo anterior, el propósito del estudio fue evaluar la productividad de 18 genotipos de canola en el norte de Tamaulipas.

MATERIALES Y MÉTODOS

El estudio se hizo en el Campo Experimental Río Bravo, INIFAP, localizado en el municipio de Río Bravo, Tamaulipas (25º 57' LN, 98º 01' LO; 25 msnm). La siembra se estableció el 29 de noviembre de 2001 con humedad residual pluvial. Se incluyeron 14 variedades y cuatro híbridos; el híbrido Hyola 401 fungió como testigo (Cuadro 1), ya que se usa tanto en esta región como en otras del país.

La distancia entre surcos fue de 80 cm, y de 5 cm entre plantas (13 a 18 plantas/m^2), con aproximadamente 1.3 kg ha^{-1} de semilla. La fertilización química consistió en aplicar la fórmula 100N-60P-00K, al momento de la siembra; como fuentes se utilizaron urea y superfosfato triple de calcio, respectivamente. Se aplicó un cultivo y deshierbe manual, y sólo se suministró un riego de auxilio a los 40 d de nacidas las plantas, que es el manejo local debido a las limitaciones de agua, conocido como "riego restringido".

Cuadro 1. Características de los genotipos de canola establecidos en Río Bravo, Tam.

Genotipo	Tipo¶	Ciclo¶¶	Registrada por	País	Distribuidor
Tobin	V	P	Agriculture Canada, Saskatoon	Canadá	Agriculture Canada, Saskatoon
Cavalier	V	T	Cargill Hybrid Seeds	EE,UU.	Cargill Hy. Seeds, Minneapolis, MN
Argentina	V	T	"	"	"
Maguellan	V	T	"	"	".
Monty	V	P	Waga Waga Ag. Institute	Australia	Dovuro/New South Wales
Scoop	V	I	"	"	"
Mystic	V	I	Ag-Seed Research	"	"
Karoo	V	I	Agriculture Victoria/GRDC	"	"
Hyola 401	H	P	Advanta Seed	Canadá	Interstate, Fargo, N. Dakota, EUA
Hyola 420	H	I	"	"	"
Hyola 308	H	P	"	"	"
Hyola 330	H	P	"	"	"
ICM 104	V	I	Inter Mountain Canola	EE.UU.	ICM-Cargill, Idaho, EUA
ICM 105	V	T	"	"	"
ICM 108	V	T	"	"	"
ICM 204	V	I	"	"	"
ICM 205	V	I	"	"	"
ICM 207	V	I	"	"	"

¶ Tipo: V= Variedad; H= Híbrido.
¶¶ Ciclo: P= Precoz; I= Intermedio; T= Tardío.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con cuatro repeticiones; la parcela experimental fue de cuatro surcos de 6 m y la parcela útil la constituyeron los dos surcos centrales (9.6 m^2). Las variables medidas fueron: días a inicio de floración y a madurez fisiológica, y rendimiento de semilla (kg ha^{-1}). La cosecha de cada parcela se efectuó conforme los genotipos llegaron a madurez. De cada parcela útil se seleccionaron cuatro plantas para medir: diámetro de tallo, a 10 cm de altura sobre el nivel del suelo; altura de planta; número de ramas totales y de silicuas; número de semillas por silicua; longitud de silicua; peso de semilla por silicua; peso de grano por planta y peso de materia seca, que consistió de la parte aérea de la planta excluyendo la semilla.

Los datos fueron analizados estadísticamente mediante la versión 6.12 de SAS (SAS Institute, 1998); la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) se utilizó para establecer diferencias de promedios. Con los datos también se hicieron correlaciones entre el rendimiento y sus componentes. Además, se aplicó el análisis de regresión múltiple con el método Stepwise Forward (Draper y Smith, 1980) para determinar las variables que más influyeron en el rendimiento, que fue la variable dependiente.

En un grupo de 12 genotipos de mayor rendimiento de semilla, se tomó una muestra homogénea de 20 g de semilla para determinar su calidad, con base en: porcentaje de aceite mediante el método de Soxlet, utilizándose éter de petróleo como disolvente; y porcentaje de proteína por el método de Kjeldahl (Plenecassagne *et al.*, 1999). Para determinar el contenido de los ácidos grasos palmítico, esteárico, oleico, linoléico, linolénico y erúcico, se usó la técnica de cromatografía de gases (Garcés y Mancha, 1993). Con estos datos se obtuvieron la media y la desviación estándar del total de los genotipos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características de planta y rendimiento

Hubo diferencias estadísticas significativas entre genotipos, en todas las variables. En rendimiento de semilla, el grupo superior ($P \leq 0.01$) estuvo integrado por los híbridos Hyola 401, 308, 330 y la variedad ICM 204 (Cuadro 2). Es decir, que en las condiciones del estudio ningún nuevo genotipo de canola supera en producción al híbrido testigo Hyola 401, lo que constata su potencial para la región. Estos resultados coinciden con lo informado por Muñoz *et al.* (2002), quienes en condiciones de riego en Cd. Obregón, Son., obtuvieron el mayor rendimiento (3000 kg ha^{-1}) con ese híbrido, comparado con un grupo de 20 genotipos de canola. Por el contrario, se han reportado genotipos que superan significativamente a Hyola 401 en Canadá (Canola Council of Canadá, 2005).

También se registraron variaciones significativas entre los genotipos de canola para las variables número de ramas totales (4.2 a 6.8), número de silicuas (252 a 401), número de semillas por silicua (20 a 29), diámetro de tallo (1.34 a 1.86 cm), altura de planta (99 a 134 cm), longitud de silicua (3.29 a 5.52 cm), peso de semilla por silicua (0.06 a 0.18 g), peso de semilla por planta (8.1 a 27.8 g) y peso de materia seca (40.1 a 99.9 g). Hyola 401, también destacó por su ciclo corto en días a inicio de floración y a madurez fisiológica (Cuadro 2). Duncan y Hoveland (1986) señalaron que la precocidad le permite a la canola escapar al estrés de calor durante la formación de grano, y hace posible el establecimiento de un segundo cultivo como sorgo o soya [*Glycine max* (L.) Merr.]. Esa situación también es factible para el norte de Tamaulipas, pero aún falta información para determinar un sistema de producción con dos cultivos anuales.

En relación con el rendimiento y la competitividad de la canola, en condiciones de "riego restringido", Ortegón *et al.* (2002) obtuvieron rendimientos estadísticamente similares de 1404 a 1534 kg ha^{-1}, con los híbridos Hyola

Cuadro 2. Promedios de los componentes del rendimiento de semilla de 18 genotipos de canola, en Río Bravo, Tam.

Genotipo	IF (dds)	MF (dds)	NRT	NSP	NSS	DT (cm)	AP (cm)	LS (cm)	PSS (g)	PSP (g)	PMS (g)	RS (kg ha^{-1})
Tobin (V)	60	108	6.6 a¶	397 ab	20 f	1.45 ed	109 defg	3.59 h	0.10 cde	11.1 efg	41.9 ef	939 j
Mystic (V)	74	127	4.2 c	292 de	23 cde	1.55 cde	114 cde	5.52 a	0.10 cde	15.6 cdef	41.8 ef	1214 defghi
Maguellan (V)	84	135	6.3 ab	267 e	22 def	1.83 ab	122 bc	5.04 abcd	0.08 de	12.1 defg	76.6 bc	1063 hi
Cavalier (V)	81	134	6.8 a	288 de	23 cde	1.53 cde	118 cd	4.81 cdef	0.08 de	11.8 defg	49.6 ef	969 j
Argentina (V)	81	137	6.1 ab	235 e	24 cde	1.47 de	113 cdef	4.98 abcd	0.06 e	8.1 g	47.1 ef	820 j
Monty (V)	64	117	6.0 ab	372 abc	26 abcd	1.55 cde	99 g	5.47 a	0.18 a	21.1 bc	56.1 cdef	1417 bcdef
Scoop (V)	67	117	6.2 ab	401 a	27 abc	1.48 cde	106 efg	5.14 abc	0.13 bc	26.6 a	60.7 cdef	1433 bcde
Karoo (V)	74	124	6.3 ab	304 bcde	23 cde	1.36 e	100 g	4.58 defg	0.09 cde	13.4 cdefg	41.3 f	916 j
Hyola 420 (H)	62	113	5.4 abc	280 de	26 abcd	1.50 cde	108 defg	4.89 bcde	0.16 ab	18.5 bcd	74.8 bc	1352 bcdefg
Hyola 308 (H)	63	114	5.6 abc	308 bcde	28 a	1.34 e	101 g	5.46 a	0.17 a	17.6 bcde	48.7 ef	1542 abc
Hyola 330 (H)	62	110	5.8 ab	360 abcd	26 abcd	1.47 de	105 fg	5.42 ab	0.18 a	23.3 ab	64.7 cde	1513 abcd
ICM 104 (V)	72	124	6.4 ab	252 e	25 bcde	1.51 cde	118 cd	4.59 cdefg	0.11 cd	12.8 defg	40.1 f	1295 bcdefghi
ICM 105 (V)	82	134	5.8 ab	286 de	21 ef	1.60 abcd	121 bc	3.35 h	0.08 de	13.2 defg	48.9 ef	1189 defghi
ICM 108 (V)	82	131	5.6 abc	296 bcde	24 cde	1.86 a	130 ab	4.31 fg	0.12 bc	13.8 cdefg	99.9 a	1278 bcdefghi
ICM 204 (V)	75	127	5.2 abc	305 bcde	25 bcde	1.66 abcd	122 bc	4.45 efg	0.10 cde	12.9 defg	57.7 cdef	1573 ab
ICM 205 (V)	74	121	5.8 ab	274 de	27 abc	1.60 bcde	123 bc	4.62 cdefg	0.17 a	15.4 cdef	90.8 ab	1352 bcdefgh
ICM 207 (V)	76	126	5.7 abc	338 abcd	23 cde	1.70 abcd	134 a	4.20 g	0.12 c	10.5 fg	49.4 def	1302 bcdefgh
Hyola 401 (H)	64	110	6.5 a	348 abcd	29 a	1.71 abc	111 def	5.40 ab	0.18 a	27.8 a	72.7 bcd	1827 a
Significancia F			**	**	**	**	**	*	**	**	**	**

IF=Inicio de floración; MF=Madurez fisiológica; NRT=Número de ramas totales; NSP=Número de silicuas por planta; NSS=Número de semillas por silicua; DT=Diámetro de tallo; AP=Altura de planta; LS=Longitud de silicua; PSS=Peso de semilla por silicua; PSP=Peso de semilla por planta; PMS=Peso de materia seca; RS=Rendimiento de semilla; V=Variedad; H=Híbrido.

¶ Valores unidos con la misma letra en cada columna no difieren entre sí (Duncan, 0.05).

*,** Significancia a nivel de $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

330, 401 y 420; con el promedio de los rendimientos obtenidos, la relación costo-beneficio de la canola fue de 1.61, mientras que para sorgo fue de 1.19. Estudios realizados en la Universidad de Georgia, EE. UU., indican que la canola se adapta como cultivo de otoño-invierno; la maquinaria y los costos de producción son similares a lo requerido para trigo (*Triticum aestivum* L.) y con rentabilidad similar o superior a éste (Raymer *et al.*, 1990).

Este estudio evidenció que los nuevos genotipos de canola no superaron en productividad al híbrido Hyola 401, utilizado como testigo (Ortegón, 2003; Muñoz *et al.*, 2002). Su capacidad de adaptación lo consolida como una buena perspectiva para su producción comercial en el norte de Tamaulipas. Recientemente, algunos productores han tenido fracasos en la producción de canola con la siembra de genotipos inadaptados a la región. Es importante considerar que ante un eventual incremento de la superficie de siembra de canola en México, aunado a la dependencia de genotipos extranjeros, el desarrollo de cultivares nacionales tendría relevancia.

Calidad de semilla

En promedio de los 12 genotipos evaluados para calidad, los resultados fueron: 37.4 % de aceite y 23.8 % de proteína. El mayor contenido de ácidos grasos correspondió al oleico, con promedio de 69.5 %, seguido por el linoléico (15.5 %), palmítico (5.3 %), linolénico (4.1 %), esteárico (1.9 %) y erúcico (0.24 %) (Cuadro 3). No obstante, no hubo diferencias genotípicas para el contenido de ácidos grasos. Resultados semejantes informaron Muñoz *et al.* (2002) en el Valle del Yaqui y en condiciones de riego, donde el promedio de cuatro genotipos de canola fue de 42.2 % en aceite, 20.1 % de proteína, 62.8 % de oleico, 17.8 % de linoléico, 8.6 % de linolénico y 0.3 % de erúcico. El aceite de canola ocupa el segundo lugar en el consumo mundial; las especies *B. napus* y *B. rapa* contienen aproximadamente 40 % de aceite y de 35 a 40 % de proteína en la pasta o harina (Raymer, 2002). Esos valores de proteína son superiores a los obtenidos en el presente estudio (23.8 %) y al 20.1 % reportado por Muñoz *et al.* (2002).

Según Raymer (2002), los ácidos grasos de canola se mantienen en un nivel estimado de 70 % de ácido oleico, 20 % de ácido linoléico y 4 % de linolénico. El contenido de ácidos grasos de canola en este estudio siguió la tendencia señalada, excepto en el linolénico que tuvo un promedio de 15.5 % (Cuadro 3), 22 % menos de lo indicado por Raymer (2002). Es importante destacar que a diferencia de las variaciones en el contenido de proteína y de algunos ácidos grasos, el porcentaje de ácido oleico permaneció cercano a 70 %. Aunque una de las características importantes del aceite de canola es precisamente su alto contenido de oleico (insaturado), parámetro de calidad para el consumo humano, actualmente la comercialización de la semilla en el mercado internacional se fundamenta en su mayor porcentaje de aceite. A futuro se espera que los criterios de la comercialización de la semilla cambien en función a la calidad del aceite.

Correlación y regresión entre las variables

Los valores de correlación entre el rendimiento y sus componentes se muestran en el Cuadro 4. El inicio de floración y la madurez fisiológica mostraron entre sí una relación positiva altamente significativa ($r=0.91^{**}$), y ambas una relación similar con altura de planta y el diámetro de tallo. La alta relación positiva entre estas variables asociadas a la parte vegetativa, fue causa importante de la alta y significativa correlación negativa con las variables: número de silicuas por planta, número de semillas por silicua, peso de semilla por silicua, peso de grano por planta y rendimiento de grano como variables asociadas a la parte reproductiva de la planta. El peso de semilla por planta mantuvo una correlación positiva significativa con el número de semillas por silicua ($r=0.64^{**}$), asociación que se considera de importancia y relacionada con el rendimiento.

En la siembra de dos híbridos de canola a baja densidad de población, también Ortegón *et al.* (2002) obtuvieron, en ambos casos, una correlación positiva alta y significativa entre el peso de semilla por planta y el número de silicuas por planta. La habilidad de la planta de canola de compensar el incremento de silicuas por planta a baja densidad de población, como lo señalan Clarke y Simpson (1978), se comprueba en este caso por el alto número de silicuas por planta (252 a 401) y su correlación con el rendimiento, en comparación con las 60 a 80 silicuas por planta que se obtienen con altas densidades de población.

El análisis de regresión múltiple "Stepwise" mostró que, de acuerdo con la ecuación calculada al considerar el peso de semilla por planta como variable dependiente, el mejor modelo incluyó siete variables [$y=-21.77 - 0.11(AP) + 0.04(NSP) + 0.22(PSS) + 1.92(LS) + 0.008(RS) + 0.08(MS) + 0.01(PSP)$; $R^2=0.79$; $F=35.2$; $P>0.0001$; $gl=7, 64$]. Tres variables (número de silicuas por planta, longitud de silicua y peso de semilla por silicua) explicaron 83.5 % de la varianza total. Estos resultados confirman lo señalado por los valores de correlación y explican qué componentes mostraron su influencia en el rendimiento.

Cuadro 3. Porcentaje de aceite, de ácidos grasos y de proteína de 12 genotipos selectos de canola, en Río Bravo, Tam.

Genotipo	Aceite (%)	Proteína (%)	Acidos grasos (%)					
			Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoléico	Linolénico	Erúcico
Monty (V)[¶]	36.6	23.6	5.1	1.7	66.5	17.1	6.0	0.21
Scoop (V)	36.6	23.9	5.3	1.8	67.8	16.7	5.2	0.17
Hyola 420 (H)	35.0	23.5	5.8	2.1	64.0	16.3	6.1	0.10
Hyola 308 (H)	35.9	23.2	6.0	2.3	66.7	17.1	5.4	0.20
Hyola 330 (H)	35.6	23.4	6.4	2.2	66.0	16.6	5.9	0.51
ICM 104 (V)	39.6	24.9	6.3	2.3	68.4	15.2	4.4	0.49
ICM 105 (V)	37.0	24.8	5.3	1.8	68.1	19.6	2.0	0.27
ICM 108 (V)	39.6	23.9	5.0	1.7	67.8	19.6	2.3	0.22
ICM 204 (V)	36.2	25.0	4.6	2.0	74.5	10.3	1.4	0.22
ICM 205 (V)	39.4	23.0	4.7	1.6	77.6	9.5	1.7	0.16
ICM 207 (V)	38.4	23.4	4.4	1.9	77.3	11.8	2.3	0.28
Hyola 401 (H)	39.4	23.1	4.2	1.8	69.3	16.3	5.4	0.10
Media	*37.4*	*23.8*	*5.3*	*1.9*	*69.5*	*15.5*	*4.1*	*0.24*
Dev. Est.	*±1.51*	*±0.84*	*±0.22*	*±0.29*	*±3.1*	*±2.1*	*±1.0*	*±0.04*

[¶] V= Variedad; H= Híbrido.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación entre componentes de rendimiento y rendimiento de 18 genotipos de canola, en Río Bravo, Tam.

Comp.	MF	AP	DT	NRT	NSP	NSS	LS	PSS	PSP	PMS	PG
IF[¶]	0.91**	0.58**	0.35**	-0.13	-0.37**	-0.30**	-0.27*	-0.63**	-0.51**	0.09	-0.48**
MF		0.48**	0.26*	-0.16	-0.36**	-0.33**	-0.23	-0.62**	-0.51**	-0.03	-0.54**
AP			0.45**	-0.06	0.06	0.09	-0.37**	-0.28*	-0.39**	0.25*	-0.05
DT				0.13	0.04	0.61**	-0.08	-0.11	0.18	0.58**	0.22
NRT					0.06	0.09	-0.02	0.05	0.17	0.10	-0.25*
NSP						0.40**	0.08	0.14	0.64**	0.23*	0.27*
NSS							0.46**	0.55**	0.35**	0.20	0.74**
LS								0.38**	0.47**	0.13	0.40**
PSS									0.50**	0.28*	0.54**
PSP										0.39**	0.75**
PMS											0.33**

[¶]IF=Inicio de floración; MF=Madurez fisiológica; AP=Altura de planta; DT=Diámetro de tallo; NRT=Número de ramas totales; NSP=Número de silicuas por planta; NSS=Número de semillas por silicua; LS=Longitud de silicua; PSS=Peso de semilla por silicua; PSP=Peso de semilla por planta; PMS=Peso de materia seca; PS=Rendimiento de semilla.

*,** Significancia a nivel de $P \leq 0.05$ y 0.01, respectivamente.

CONCLUSIONES

En la zona semiárida de Tamaulipas y con un riego de auxilio, los mayores rendimientos de canola se obtuvieron con los híbridos Hyola 401, 308 y 330 y la variedad ICM 204, los cuales promediaron 1613 kg ha^{-1}. De estos genotipos, únicamente los híbridos fueron precoces. Los 12 genotipos de canola de mayor rendimiento de semilla mostraron similitud en la calidad de semilla producida, con promedios de 37.4 % de aceite, 69.5 % de ácido oleico y 23.8 % de proteína.

Los componentes del rendimiento que mostraron mayor asociación positiva ($R^2 = 0.79$) con el rendimiento por planta fueron el número de silicuas por planta, la longitud de la silicua y el peso de semilla por silicua.

BIBLIOGRAFÍA

Barret, J E, C F Klopfenstein, H W Leipold (1998) Protective effects of cruciferous seed meals and hulls against colon cancer in mice. Cancer Letters 127:83-88.

Canola Council of Canada (2005) Growing canola. www.canola-council.org (al mes de abril, 2005).

Clarke, J M, G M Simpson (1978) Influence of irrigation and seeding rates on yield and yield components of *Brassica napus* cv. Tower. Can. J. Plant Sci. 58:731-737.

Downey R K, S R Rimmer (1993) Agronomic improvement in oilseed Brassicas. Adv. Agron. 50:1-66.

Draper N R, H Smith (1980) Applied Regression Analysis. 2nd ed. John Wiley & Sons. New York, N.Y. pp:307-311.

Duncan R R, C S Hoveland (1986) Double cropping winter rapeseed and grain sorghum. Can. J. Plant Sci. 60:425-430.

Garcés R, M Mancha (1993) One-step lipid extraction and fatty acid methyl esters preparation from fresh plant tissues. Anal. Biochem. 211:139-143.

Haumann B F (1988) Update: fats and oil industry changes. J. Amer. Chem. Soc. 65:702-713.

Heaney R K, G R Fenwick (1995) Natural toxins and prospective factors in *Brassica* species, including rapeseed. Nat. Toxins 3:23-27.

Muñoz S, G Buzza, R Ávalos (2002) Performance of Canola in Southern Sonora, México. *In*: Trends in New Crops and New Uses. J Janick, A Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria, VA. pp:131-134.

Oplinger E S, L L Hardman, E T Griton, J D Doll, K A Kelling (1989). Canola (Rapeseed). Field Crops Manual. Cooperative Extension Service. University of Wisconsin. pp:1-10.

Ortegón A S (2003) Guía para la producción de canola en el norte de Tamaulipas. Campo Experimental Río Bravo, INIFAP. Folleto No. 14. 15 p.

Ortegón A S, A Díaz, A Rodríguez (2002) Respuesta de híbridos de canola *Brassica napus* L. en diferentes métodos de siembra. Agr. Téc. Méx. 28:151-158.

Pass E, G Pierce (2002) Canola Oil. National Centre for Agri-Food Research in Medicine. St. Boniface General Hospital Research. Winnipeg, Manitoba, Canada. pp:1-18.

Plenecassagne A, E Romero F, C López B (1999) Manual de Laboratorio: Análisis de Suelo, Planta y Agua. INIFAP-ORSTOM. 173 p.

Raymer P L (2002) Canola: An emerging oilseed crop. *In*: Trends in New Crops and New Uses. J Janick, A Whipkey (eds). ASHS Press, Alexandria, VA. pp:120-126.

Raymer P L, D G Bullock, D L Thomas (1990) Potential of winter and spring rapeseed cultivars for oilseed production in the southeastern United States. *In*: Advances in New Crops. J Janick, J E Simon (eds). Timber Press, Portland, OR. pp:223-225.

SAS Institute (1998) SAS user's guide: Statistics. Version 6.12. SAS Institute, Cary, N.C.

Starner D E, A A Hamama, H L Bhardwaj (1999) Canola oil yield and quality as affected by production practices in Virginia. *In*: Perspectives on New Crops and New Uses. J Janick (ed). ASHS Press, Alexandria, VA. pp:254-256.