

Rendimiento de grano y porcentaje de aceite de híbridos de girasol "alto oleico" cultivados en Argentina

Agüero, M.E.; V.R. Pereyra; L.A.N. Aguirrezábal y J. Lúquez

RESUMEN

Los híbridos de girasol con aceite de alto contenido en ácido oleico están disponibles en el mercado argentino de semillas desde hace tres años. Su comportamiento agronómico no ha sido bien estudiado, como tampoco lo ha sido en comparación al de los híbridos considerados tradicionales. En este trabajo, en una Red de Ensayos Comparativos de Rendimiento, se evaluaron el rendimiento de grano, el porcentaje de aceite y el porcentaje de ácido oleico de una colección de híbridos "alto oleico" experimentales y comerciales e híbridos tradicionales, que representan el nivel alcanzado por el mejoramiento genético de girasol en Argentina. Los experimentos se realizaron durante dos años consecutivos y cubrieron la mayor parte del área de producción de girasol en Argentina. La media del porcentaje de ácido oleico de los híbridos experimentales "alto oleico" fue 82,3%, mientras que la de los híbridos tradicionales fue 28,6%. El rendimiento y el porcentaje de aceite de algunos híbridos "alto oleico" fue significativamente mayor al de los híbridos tradicionales en ambas campañas agrícolas. Se concluye que será posible encontrar en los próximos años en el mercado argentino de semillas, híbridos de girasol "alto oleico" con porcentajes de aceite iguales o superiores y con rendimiento de grano potencial superior al de los híbridos tradicionales.

Palabras clave: girasol, rendimiento de grano, ácido oleico, porcentaje de aceite.

Agüero, M.E.; V.R. Pereyra; L.A.N. Aguirrezábal y J. Lúquez, 1999. Grain yield and oil content in "high oleic" hybrids of sunflower cultivated in Argentina. Agriscientia XVI : 49-53.

SUMMARY

High oleic (HO) hybrids of sunflower have been available in the Argentinean seed market during the last three years. Their agronomic performance has not been fully studied and a comparison with those hybrids considered "traditionals" (HT) for this character, has not been made.

In this work, the grain yield, oil content and oleic acid content were measured in a collection of experimental and commercial HO and traditional sunflower hybrids. Experiments were made during two consecutive years and covered the major part of the sunflower production area in Argentina.

The mean oleic acid content in experimental HO hybrids was 82.3%. The mean oleic acid content in traditional hybrids was 28.6%. Grain yield and oil content of some experimental HO hybrids were significantly higher than in traditional hybrids in the two years tested.

It is concluded that in the near future it will be possible to find in the Argentinean seed market HO sunflower hybrids with the same or higher oil content and with a grain yield potential higher than that of the traditional hybrids.

Key words: sunflower, grain yield, oleic acid, oil content.

Agüero, M.E.; V.R. Pereyra; L.A.N. Aguirrezábal y J. Lúquez. *Unidad Integrada Balcarce, ce 276, 7620 Balcarce, Argentina. E-mail: jluquez@balcarce.inta.gov.ar*

INTRODUCCIÓN

El girasol se cultiva en Argentina principalmente para obtener aceite a partir de sus granos. En los híbridos tradicionales, los frutos contienen entre 40 y 55% de aceite. Los ácidos grasos insaturados más frecuentes son el ácido oleico (15-30%) y el ácido linoleico (55-75%). Los ácidos grasos saturados alcanzan el 10% (Connor & Hall, 1997). Esta composición permite que este aceite sea apto para el consumo humano.

El contenido máximo de aceite está controlado genéticamente y se ha incrementado significativamente por mejoramiento genético (Sadrás y Villalobos, 1994). La expresión de este carácter es influenciada por factores ambientales y prácticas agronómicas (Aguirrezábal y Pereyra, 1998). La composición de ácidos grasos es también altamente controlada por factores genéticos (Fernández Martínez *et al.*, 1986) y ambientales, entre los cuales la temperatura del aire juega un rol principal (Dombos & Muller, 1992). La temperatura afecta la actividad y la síntesis de la enzima oleil-CoA-desaturasa, que desatura el ácido oleico para dar ácido linoleico. En los materiales "alto oleico" esta enzima está presente aunque en menor cantidad y/o menor actividad que en los tradicionales (Garcés y Mancha, 1991; Garcés *et al.*, 1992; Kabbaj *et al.*, 1996). Debido a ello, estos materiales poseen generalmente más del 70% de ácido oleico en sus granos. Este aceite es preferido por algunos sectores de la industria alimenticia debido a que su baja insaturación causa menor autooxidación y por ende mayor estabilidad que el aceite de los híbridos tradicionales (Widlak, 1994; Turkulov, 1994; Urbaski *et al.*, 1994; Demurin *et al.*, 1996).

Los híbridos comerciales de girasol "alto oleico" están disponibles en el mercado argentino de semillas desde hace tres años. Por otra parte, en la región girasolera argentina, cuya superficie promedio para el período 1984-85/1994-95 fue 2.316.000 hectáreas (Ráscale y Damarío, 1995), se conducen usualmen-

te redes de Ensayos Comparativos de Rendimiento (ECR) de híbridos tradicionales, donde se evalúan el rendimiento de grano y el porcentaje de aceite. Estos caracteres son poco conocidos en materiales con alto contenido de ácido oleico cultivados en Argentina, especialmente en relación al rendimiento de grano y porcentaje de aceite de los híbridos tradicionales. Para obtener información al respecto, una red de ECR con este tipo de materiales fue especialmente diseñada en la región girasolera argentina.

Los objetivos de este trabajo fueron: a) evaluar el rendimiento de grano y porcentaje de aceite en un grupo de híbridos de girasol "alto oleico" comerciales y experimentales (HCAO y HEAO), y b) comparar el comportamiento de estos últimos con los híbridos con composición ácida del aceite tradicional (HT).

MATERIALES Y MÉTODOS

Se diseñó una red de ECR en la que participaron materiales provistos por todas las empresas semilleras que componen el mercado de semillas "alto oleico" en Argentina. La mayoría de los genotipos ensayados fueron híbridos experimentales que las empresas podrían inscribir en los próximos años. Estos genotipos fueron comparados frente al comportamiento de híbridos comerciales tradicionales y "alto oleico".

Ambientes analizados

Los ensayos fueron conducidos en dos campañas agrícolas, 1995/96 y 1996/97. En 1995/96 fueron utilizados siete ambientes contrastantes: Canals, Venado Tuerto, Pergamino, Junín, Carlos Casares, Balcarce y Tres Arroyos. Las localidades extremas se encuentran en los 34° y 38° Lat. S y 57° y 64° Long. O, cubriendo así una amplia zona del área girasolera de Argentina. En 1996/97, los ambientes fueron: Río Cuarto, Canals, Venado Tuerto, Pergamino, Gral. Villegas, Bragado, 9 de julio, Bal-

carce (dos épocas de siembra) y Tres Arroyos. El área cubierta por los experimentos en esta campaña fue mayor que en la primera (las localidades extremas se encontraron en los 33° y 38° Lat. S y 57° y 65° Long. O).

Material vegetal

En la campaña agrícola 1995/96 se evaluaron 17 híbridos experimentales "alto oleico" (HEAO) y 5 testigos. Ellos fueron 4 híbridos comerciales "alto oleico" (HCAO) (Aromo, Trisum 870, Sideral y P-6661 (Ho) y un híbrido tradicional (HT) (Contiflor 9). En la campaña 1996/97 participaron 23 HEAO y 7 testigos. Éstos fueron los 5 testigos del año anterior y 2 HT (ACA 884 y Dekasol 3881).

Los materiales comunes para los dos años fueron 5 HEAO (950303, 950702, 950301, 950501 y 950302), los 4 HCAO y Contiflor 9. Estos 5 últimos fueron utilizados como testigos.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño en bloques completos aleatorizados con 3 repeticiones. Las parcelas constaban de 3 surcos de 6 m de longitud distanciados entre sí a 0,70 m. La densidad de siembra fue de 71.500 plantas por hectárea.

Variabes evaluadas

Rendimiento de grano y porcentaje de aceite

El rendimiento de grano fue determinado en el surco central de cada parcela. Los valores medios de las repeticiones fueron expresados en kg/ha. El porcentaje de aceite fue determinado por Resonancia Nuclear Magnética (NMR) (Robertson & Morrison, 1979) en granos provenientes de plantas que se polinizaron libremente ubicadas en el surco central de cada parcela.

Porcentaje de ácido oleico

En principio de floración se taparon tres capítulos del surco central de cada parcela, para favorecer la autofecundación. El porcentaje de ácido oleico se determinó en el aceite de los granos cosechados en estas plantas autofecundadas por Cromatografía en Gas-Líquido de los ésteres metílicos de los ácidos totales, libres de insaponificable, obtenidos por esterificación con metanol (Hildrich & Williams, 1964). En 1995/96, el porcentaje de ácido oleico se determinó en todos los ensayos. En 1996/97, estas determinaciones se realizaron en los ensayos de Tres Arroyos, Venado Tuerto, Balcarce (en dos épocas de siembra), 9 de Julio y Pergamino.

Análisis estadísticos

Las variables rendimiento de grano y porcentaje de aceite fueron sometidas a análisis de varianza y pruebas de medias de Duncan (5%) con el paquete estadístico SAS (1992). Las medias para porcentaje de ácido oleico fueron comparadas con una *t* de Student.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación de las variables agronómicas

Los rendimientos de grano promedio de la campaña agrícola 1996/97 fueron significativamente superiores a los obtenidos en 1995/96 ($P \leq 0,05$) para todas las categorías de híbridos (tabla 1). La fecha de siembra, que fue más tardía en este año ($16/11 \pm 4$ días vs. $3/11 \pm 10$ días), podría explicar parcialmente este menor rendimiento (Andrade, 1995). En ambos casos los HT rindieron en promedio más que los HEAO y HCAO. Entre las dos categorías de HAO las diferencias tendieron a incrementarse a favor de los experimentales debido a la inclusión en 1996/97 de 7 nuevos híbridos con mayores rendimientos. Los resultados para el porcentaje de aceite mostraron una tendencia similar a los de rendimiento de grano entre años de ensayos. Los contenidos de aceite fueron poco variables entre categorías dentro de cada año. En ambos años, los contenidos de aceite promedio de los HEAO y los HCAO no difirieron del de los HT (tabla 1).

El promedio del porcentaje de ácido oleico para los híbridos "alto oleico" fue 81,2% y para el HT, 28,6%. El porcentaje de ácido oleico no mostró diferencias significativas entre ambos grupos de híbridos "alto oleico" [HEAO: 82,4% e HCAO: 79,9% ($P \leq 0,05$)] (tabla 1).

El promedio de los materiales para el año 1995/96 fue de 80,61% (81,5% para HE y 79,8% para HC), mientras que para el año 1996/97 fue de 81,44% (83,2% para HE y 79,9% para HC) (tabla 1). En ambos casos, estos resultados superaron la base de comercialización (80%) impuesta por algunas empresas aceiteras en Argentina (Arnaldo Vázquez, comunicación personal).

Análisis de la variabilidad

Análisis de la variabilidad de todos los materiales en cada campaña agrícola

Todas las fuentes de variación resultaron significativas para rendimiento de grano y porcentaje de aceite en cada uno de los años de ensayo. En 1995/96, el HEAO 950301 presentó el mayor rendimiento (2078 kg/ha) y el HEAO 950102 presentó el

Tabla 1. Promedios y desvíos estándar del rendimiento de grano y porcentajes de aceite y ácido oleico para las categorías de materiales participantes de la red "alto oleico".

Categoría	Híbridos Experimentales Alto Oleico	Híbridos comerciales Alto Oleico	Híbridos Tradicionales
Campaña 1995/96			
Nº de materiales	17	4	1
Rendimiento (kg/ha)	1719,8 ± 659,9	1648,0 ± 674,2	2024,1 ± 764,3
Contenido de aceite (%)	41,8 ± 2,5	42,0 ± 2,9	42,5 ± 4,5
Contenido de ácido oleico (%)	81,5 ± 1,2	79,8 ± 2,8	27,48 ± 3,7
Campaña 1996/97			
Nº de materiales	23	4	1
Rendimiento (kg/ha)	2412,6 ± 505,3	2260,8 ± 570,9	2790,5 ± 631,5
Contenido de aceite (%)	45,4 ± 2,0	45,5 ± 2,6	45,0 ± 2,4
Contenido de ácido oleico (%)	83,2 ± 1,6	79,9 ± 3,9	29,7 ± 6,1

mayor contenido de aceite (45,4%) ($P \leq 0,05$). En 1996/97, el HT ACA 884 presentó el mayor rendimiento: 3072,2 kg/ha, que no difirió significativamente con el rendimiento de 3 HEAO: 960303, 960301 y 961001 ($P \leq 0,05$). En tanto, 10 HEAO (promedio: 47,2%), 2 HCAO (promedio: 46,9%) y un HT (46,7%) presentaron los más altos contenidos de aceite y no fueron significativamente diferentes ($P \leq 0,05$).

Análisis combinado de la variabilidad de los materiales comunes

Todas las fuentes de variación, excepto la interacción localidad*genotipo, resultaron significativas para rendimiento de grano y contenido de aceite ($P \leq 0,01$). Para rendimiento de grano los materiales mantuvieron un orden similar en todas las localidades, sin diferir significativamente el híbrido tradicional Contiflor 9 de los 5 "alto oleico" experimentales y del comercial P-6661 (Ho). Para porcentaje de aceite los materiales que encabezaron el ranking fueron los híbridos experimentales 950501 y 950702, los "alto oleico" comerciales Aromo, Sideral y P-6661 (Ho) y el tradicional Contiflor 9. Estos híbridos no difirieron significativamente entre sí. El orden similar encontrado entre materiales para rendimiento de grano y porcentaje de aceite en el amplio rango de ambientes ensayados indica la presencia de estabilidad para ambos caracteres (Fehr, 1989).

No es posible comparar los resultados encontrados en este trabajo con otros resultados obtenidos en Argentina, ya que según nuestro conocimiento, éste es el primer estudio sobre la "performance" agronómica de los híbridos "alto oleico" en una serie de ambientes de la región girasolera argentina. Nuestros resultados están de acuerdo con los encontrados en una red de ensayos realizada en Francia a través de 4 años y varios ambientes (CETIOM, 1999). En este trabajo, el rendimiento y porcentaje de aceite de algunos materiales "alto oleico" fue similar en todos los años al del testigo tradicional (3407 kg/ha y 45,8%). El mayor rendimiento promedio de los materiales "alto oleico" hallado en ese estudio (3340 kg/ha) en relación a los encontrados aquí (1769 kg/ha), coherente con las diferencias entre los rendimientos promedio nacionales de ambos países (2290 vs. 1730 kg/ha para Francia y Argentina respectivamente (Bolsa de Cereales, 1996; Oil World, 1998), refleja probablemente diferencias en técnicas de cultivo y/o efectos de factores ambientales y no un menor rendimiento potencial de estos materiales. En efecto, en algunos ambientes, algunos materiales "alto oleico" rindieron más de 2600 kg/ha. Por otra parte, el rendimiento expresado por el testigo tradicional Contiflor 9 en estos ensayos fue inferior al potencial encontrado en algunos de los ambientes en que híbridos del mismo tipo fueron probados (en Balcarce, éste fue estimado en 6000 kg/ha, [Sosa *et al.*, 1999])

CONCLUSIONES

Algunos híbridos experimentales "alto oleico" igualaron y/o superaron a los comerciales y a los tradicionales en rendimiento de grano y porcentaje de aceite. El porcentaje de ácido oleico de los híbridos experimentales promedió, entre las dos campañas ensayadas, el 82,3%, superando así la base de comercialización impuesta por la industria aceitera, que es el 80%. Esto hace suponer entonces que sería posible encontrar en los próximos años en el mercado argentino de semillas, híbridos de girasol con alto contenido de ácido oleico e igual o mayor rendimiento de grano y contenido de aceite que los híbridos tradicionales. De acuerdo a estos resultados, la producción de híbridos de girasol con alto contenido de ácido oleico podría constituir una alternativa más rentable que la de los híbridos tradicionales.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer a las empresas proveedoras de las semillas, Nidera S.A., Pioneer Argentina, Mycoyen S.A., Van der Have S.A., Dekalb Argentina, Cargill Argentina, Sursem, Ciba Geigy y Eureka Seeds, como así también a los Ings.Agrs. Ricardo Maich, Diana Mañero de Zumelzú y al Ing. Agr. Marcelo Cantarero por la lectura crítica del manuscrito.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguirrezábal, L.A.N. y V.R.Pereyra, 1998. Girasol. En: Aguirrezábal, L.A.N. y Andrade, F.H. Eds. "Calidad de productos agrícolas. Bases ecofisiológicas, genéticas y de manejo agronómico". Edición de la Facultad de Ciencias Agrarias (UNMdP) y de la Estación Experimental Balcarce del Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, pp.139-192
- Andrade, F.H., 1995. Analysis of growth and yield of maize, sunflower and soybean grain in Balcarce, Argentina. *Field Crops Research* 41: 1-12.
- Bolsa de Cereales. 1996. *Número estadístico 1994/95-1995/96*. N 57. Buenos Aires. 344 pp.
- Oil World, 1998. *World Statistics*. (20-2-98).
- CETIOM, 1999. Le tournesol en 99. 36 pp.
- Connor, D.J.and A.Hall, 1997. Sunflower Physiology. In: "Sunflower Technology and Production Agronomy Monograph n 35". American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, Soil Science Society of America, pp. 113-182.
- Demurin, Y., D. Skoric and D. Karlovic, 1996. Genetic variability of tocoferol composition in sunflower seeds as a basic of breeding for improved oil quality. *Plant Breeding*, 115:33-36.
- Dombos Jr., D.L.and R.E. Muller, 1992 Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. *Journal of American Oil Chemistry Society* 69 (3): 228-231.
- Fehr, W., 1989. *Principles of development of cultivars*. Ed. Mc Millan. 457 pp.
- Fernández Martínez, J.; A.Jiménez Ramírez; J. Domínguez Giménez y M. Alcántara, 1986. "Influencia de la temperatura en el contenido de ácido oleico y linoleico del aceite de tres genotipos de girasol". *Grasas y Aceites*, vol.37, Nro.6, pp. 326-331.
- Garcés, R. and M. Mancha, 1991. *In vitro* oleate desaturase in developing sunflower seeds. *Phytochemistry* 30: 2127-2130.
- Garcés, R.; C. Sarmiento, C. and M.Mancha, 1992. "Temperature regulation of oleate desaturase in sunflower (*Helianthus annuus*L.) seeds". *Planta* 186: 461-465.
- Hildrich, T.P.& P.N. Williams, 1964. *The Chemical Constitution of natural fats*. 4th. Chapman & Hall, London, pp. 688.
- Kabbaj A.; A.G. Abbott and A. Berville, 1996. "Expression of stearate, oleate and linoleate desaturase genes in sunflower with normal and high oleic contents". Proceedings of 14th International Sunflower Conference, Beijing, Shengyang, China, 1: 60-65.
- Pascale, A. J.y E.A. Damario, 1995. "Condiciones agroclimáticas actuales para el cultivo de girasol en la Argentina". Primer Congreso Nacional de Soja y Segunda Reunión Nacional de Oleaginosos. Pergamino, Buenos Aires Compendio de Trabajos Presentados, pp. 132-141.
- Robertson, J.A.and W.H. Morrison, 1979. "Analysis of oil content in sunflower seed by wide-line NMR". *Journal of American Oil Chemistry Society* 56: 961-964.
- Sadras, V.O. and F.J. Villalobos,1994. "Physiological characteristics related to yield improvement in sunflower (*Helianthus annuus* L.)". In: *Genetic improvement of Field Crops* (Gustavo A. Slafer ed.). Marcel Dekker, Inc. New York-Hong Kong, pp. 287-319.
- SAS Institute, 1992. SAS technical Report P-229, SAS/S-TAT Software: changes and enhancements, release 6.07, Cary, NC.
- Sosa, L.; H.E. Echeverría; G.Dosio y L.A.N. Aguirrezábal, 1999. "Evaluación de la nutrición nitrogenada de girasol cultivado en Balcarce (Buenos Aires, Argentina)". *Ciencia del Suelo*, Vol.17: 1 (en prensa)
- Turkulov, J.,1994, Karakteristike suncokretovog semena- Tehnickotehnoloske karakteristike, poglavlje u knjizi Skoric, D., Masirevic, S., Tadic, L., Glusac, D., Turkulov, J. Suncokret, Poljoprivredna knjiga, Novi Sad.
- Vrbaski, D., M. Budimsevic, J.Turkulov and D. Karlovic, 1994. "Oxidation stability of sunflower oil after the long storage of seeds". Joint Congress of 2nd EUROLIPID and 50th DFG Conference, Munster.
- Widlak, N., A.,1994. "Comparison between the oxidative stabilities of high oleic canola and sunflower oils". American Oil Chemistry Society Meeting.