

---

## **PRODUCTION CHARACTERS AND INDUSTRIAL QUALITY OF SUNFLOWER FROM THE BUENOS AIRES REGION (ARGENTINA) [CARACTERES PRODUCTIVOS Y DE CALIDAD INDUSTRIAL EN LA REGION GIRASOLERA BONAERENSE]**

**Julio Gonzalez, Nora Mancuso, Catalina Amándola, and Pedro Ludueña,**  
Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA) Estación Experimental  
Agropecuaria Pergamino, Girasol, C.C.31, (2700) Pergamino, Argentina  
E-mail: pergira@pergamino.inta.gov.ar

### **Abstract**

Argentina is a competitive country in the production and exportation of sunflower grain, flour, and oil. Sunflower offers great possibilities for obtaining food of different qualities that is beneficial to health and industry. The objective of this study is to characterize yield, oil and fatty acid content under different environmental conditions. Parameters of stability were analyzed in commercial cultivars: M 734, ACA 884, Punta, Tordillo, Contiflor 3, Surcoflor, Cariló, Maitén, Tritón and Cauquén. Field experiments were carried out in Pergamino and Bellocq from 1991/92 to 2001/02. Combined analysis and Tai and AMMI methods were applied to the data. Yield, oil contents and fatty acid proportions were significantly affected by environmental conditions. The data obtained showed that the stability of cultivars was similarly estimated by both methods. Seed yield was the main determinant for oil yield while kernel percent was the main one for oil.

### **Resúmen**

Argentina es un país competitivo en la producción y exportación de aceite y harina de girasol. El girasol ofrece grandes posibilidades de obtener alimentos de calidades diferenciales con beneficios para la salud. El objetivo de este estudio es caracterizar el rendimiento, contenido de aceite y ácidos grasos en diferentes condiciones ambientales. Se analizaron parámetros de estabilidad en los cultivares comerciales: M 734, ACA 884, Punta; Tordillo; Contiflor 3, Surcoflor, Cariló, Maitén, Tritón y Cauquén. Se condujeron ensayos comparativos en las localidades de Pergamino y Bellocq desde 1991/92 a 2001/02. Se aplicaron los métodos de Tai y AMMI para el análisis combinado de los datos. El rendimiento, el contenido porcentual de aceite y la composición de ácidos grasos fueron afectados significativamente por las condiciones ambientales. Los resultados obtenidos en la estimación de la estabilidad de los cultivares fueron similares para ambos métodos. El rendimiento de semilla fue el principal determinante del rendimiento de aceite y el porcentaje de pepita fue el principal determinante del porcentaje de aceite.

## Introducción

Argentina es un país competitivo en la producción y exportación de grano, harina y aceite de girasol. La información sobre rendimiento, calidad y estabilidad productiva de los cultivares comerciales permite la mejor elección del híbrido y en consecuencia disminuir el riesgo productivo.

Dos oleaginosos, soja y girasol, ocupan superponiéndose parte de la superficie agrícola. El girasol ofrece amplias posibilidades de obtener productos de calidades diferenciales para la salud y la industria de alimentos. El alto contenido de ácido linoleico disminuye el contenido de colesterol en sangre y consecuentemente el riesgo de enfermedades cardio-vasculares (Raaneep, 1998). Se detectó también que los precursores del ácido linoléico conjugado (CLA) ofrecen características antioxidantes favorables para la salud humana (Santini et al., 2002). Los contenidos medios y altos de ácido oleico hacen al aceite estable para obtener de frituras de calidad. Las harinas de girasol utilizadas como fuente proteica, rica en metionina, en la alimentación de monogástricos favorecen la producción cárnica de calidad.

Putt (1966) encontró que el contenido de ácidos grasos es controlado genéticamente e independiente de la temperatura. Kinman y Earle (1964) y Robutti et al. (1970) concluyeron que el grado de insaturación varía inversamente con la temperatura durante el desarrollo de la semilla.

Canvin (1965) y Gupta et al. (1985) encontraron que los contenidos de ácidos oleico y linoleico eran afectados por la temperatura, mientras que para Unger y Thompson (1982) variaban con la radiación solar y el largo del día.

Las asociaciones entre contenido de aceite y sus componentes fueron analizadas por varios autores. Fick et al. (1974) obtuvieron correlación negativa entre contenido de aceite y peso de aquenio; pero Fernández Martínez y Domínguez Giménez (1985) no encontraron correlación entre peso de aquenio y aceite.

Dada la extensión del área apta para la siembra, se infiere un efecto ambiental en la expresión de los caracteres de importancia industrial. Por lo tanto el estudio del comportamiento de cultivares comerciales en las diferentes regiones de producción permitiría conocer la importancia de la interacción genotipo-ambiente en caracteres productivos y de calidad industrial.

Tai (1971) desarrolló un método para analizar la interacción genotipo-ambiente y la repetibilidad (probabilidad de que se repitan valores de una variable). Por su parte el modelo de efectos principales aditivos e interacción multiplicativa (AMMI), aplicado por Crossa et al. (1990), complementa la interpretación de la interacción.

El objetivo de este trabajo fue evaluar la estabilidad y repetibilidad de los valores de caracteres productivos y de calidad industrial en cultivares de girasol en la región girasolera argentina.

## Materiales y Métodos

Ensayos de evaluación de híbridos comerciales de girasol fueron conducidos entre 1991/92 y 2001/02 en las localidades de Pergamino y Bellocq (Provincia de Buenos Aires, Argentina),

constituyendo un ambiente la combinación año- localidad.

Los caracteres evaluados fueron rendimiento (kg/ha) de semilla y aceite (producto de rendimiento de semilla por porcentaje de aceite); peso de cien semillas (g); porcentaje de pepita; contenido porcentual de aceite total y en pepita, de ácidos oleico y linoleico, y de proteína.

Los ambientes fueron agrupados según criterios estadísticos que contemplaron la homogeneidad de varianzas y la prueba de aditividad de las variables a un nivel de  $\alpha = 0.05$ .

Los cultivares (híbridos comerciales) M 734, ACA 884, Punta, Tordillo, y Contiflor 3 fueron evaluados en los años 91/92 al 98/99; y Surcoflor, Cariló, Maitén, Tritón, Cauquén y ACA 884 en los años 96/97 al 2001/2002 en Pergamino y Bellocq.

En todos los ambientes se efectuó el análisis combinado con el procedimiento GLM del paquete estadístico SAS. empleándose el siguiente modelo:

$$y_{ijk} = \mu + \pi_i + \beta_{j(i)} + \tau_k + (\pi\tau)_{ik} + \varepsilon_{ijk}$$

donde:  $\mu$  : efecto de la media ;  $\pi_i$  : efecto de los ambientes  $i = 1 \cdots l$  (número de ambientes) ;  $\beta_{j(i)}$  : efecto de los bloques dentro de ambientes  $j = 1 \cdots r$  (número de repeticiones);  $\tau_k$  : efecto de los cultivares  $k = 1 \cdots t$  (número de cultivares);  $\varepsilon_{ijk}$  : término de error  $\varepsilon_{ijk} = N(0, \sigma_e^2)$

Para la comparación de medias se empleó la prueba de Tukey-Kramer ( $\alpha = 0.05$ ). En los casos que la interacción ambiente por cultivar fue significativa, se aplicó por el método de Tai (1971) donde el intervalo de predicción fue de  $1-\alpha$  para un  $\alpha = 0.10$ . Para los caracteres rendimiento de semilla y contenido porcentual de aceite se presentan, además, los gráficos "biplot" resultantes de aplicar el modelo AMMI (Efectos principales aditivos e interacción multiplicativa).

Se calcularon los coeficientes de correlación entre las distintas variables. En los ambientes de Pergamino se empleó el método de selección de variables "stepwise" del procedimiento REG-SAS para encontrar las variables que mejor explicaban el rendimiento semilla y aceite, y porcentaje de aceite.

## Resultados

**Pergamino.** En los cultivares: M 734, ACA 884, Punta, Tordillo y Contiflor 3 se encontraron correlaciones significativas ( $\alpha=0.05$ ) entre aceite y peso de cien semillas y entre pepita y peso de cien semillas. Peso de cien semillas y el porcentaje de pepa explicaron el 13.5% del rendimiento de semilla.

El rendimiento de aceite fue explicado en un 90% por el rendimiento de semilla, aportando el porcentaje de aceite y el peso de cien semillas el 12 %. El porcentaje de aceite estuvo determinado en un 70% por el porcentaje de pepita y de aceite en pepita.

El análisis de estabilidad (Figura 1) mostraron estabilidad promedio M 734, ACA 884 y Punta, Tordillo inferior y Contiflor 3 superior al promedio; ACA 884; Punta, Tordillo y Contiflor 3 se ubicaron dentro del área de confiabilidad.

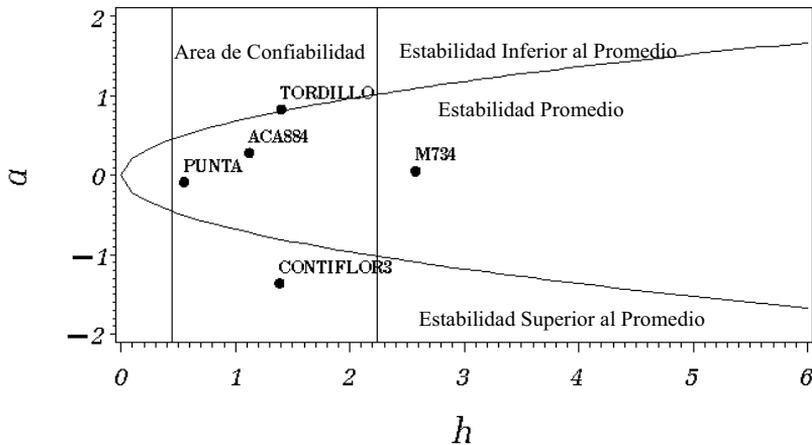


Figura 1. Parámetros de estabilidad para Rendimiento de Semilla según método de Tai correspondientes a Pergamino.

En el análisis de componentes principales (Figura 2), Punta y ACA 884 tuvieron la menor distancia al origen indicando la mayor estabilidad; similar a lo encontrada en el método de Tai (Figura 1) en la que ambos cultivares estuvieron en la zona de estabilidad promedio y confiabilidad.

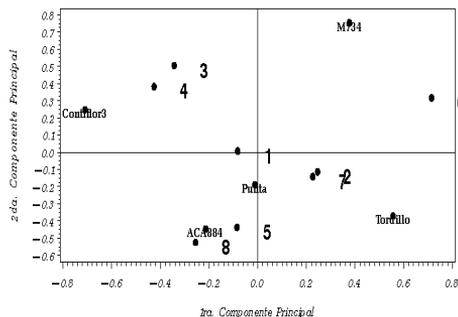


Figura 2. Biplot de las 1ra y 2da componentes principales correspondientes a Pergamino.

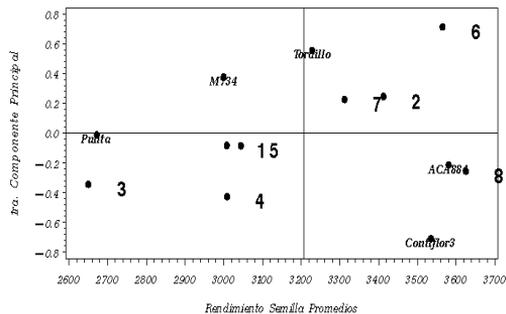


Figura 3. Biplot de la 1ra componente principal y los promedios de rendimiento de semilla correspondientes a Pergamino.

En la Figura 3, se presenta el biplot para la primera componente y rendimiento en Pergamino. Se observa que si bien Punta fue estable con rendimientos por debajo del promedio en ACA 884 y Contiflor 3 fueron menos estables con mayores rendimientos. El contenido porcentual de aceite en estos mismos ambientes también tuvo diferencias significativas para ambientes y

para la interacción ambiente por cultivar. El análisis de medias mostró diferencias significativas entre cultivares en algunos ambientes. Punta superó a ACA 884 en dos ambientes, a Tordillo y M 734 en cuatro, y a Contiflor 3 en cinco. ACA 884 fue estable y confiable; los otros cultivares estuvieron también dentro de la estabilidad promedio pero fuera de los límites de confiabilidad.

En el análisis de componentes principales de porcentaje de aceite, ACA 884 es el cultivar mas estable, coincidiendo con el análisis de Tai en el que se ubicó en la zona de estabilidad media y confiabilidad. En la Figura 6 que relaciona la componente principal con el promedio, se observó que si bien Punta alcanzó valores mas altos que ACA 884 su estabilidad fue menor; Contiflor 3 y M 734 tuvieron promedios y estabilidad bajas.

En la Tabla 1 se presentan los valores promedios y los parámetros de Tai para rendimiento y porcentaje de aceite correspondientes a Pergamino. A continuación, en la Tabla 2 se presentan los valores del método de Tai de los parámetros para los caracteres de calidad y semilla.

Tabla 1. Promedio y parámetros del método de Tai (1971) de rendimiento y porcentaje de aceite correspondientes a Pergamino.

Cultivar	Rendimiento de semilla			Porcentaje de Aceite		
	Promedio kg/ha	Estabilidad	Confiabilidad	Promedio %	Estabilidad	Confiabilidad
M 734	3021	Media	No	46.1	Media	No
ACA 884	3581	Media	Si	48.0	Media	Si
PUNTA	2672	Media	Si	51.5	Media	No
TORDILLO	3229	Inferior	Si	47.0	Media	No
CONTIFLOR 3	3535	Superior	Si	45.0	Media	No

Tabla 2: Promedio y parámetros del método de Tai (1971) de los caracteres de calidad y semilla correspondientes a Pergamino.

Cultivar	Porcentaje de Acido Oleico			Porcentaje de Acido Linoleico		
	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad
M 734	25,8	Media	Si	62,2	Media	Si
ACA 884	25,3	Inferior	Si	63,7	Media	No
PUNTA	28,2	Media	Si	58,9	Media	Si
TORDILLO	30,7	Media	No	54,1	Media	No
CONTIFLOR 3	27,1	Media	No	61,3	Media	No

Cultivar	Porcentaje de Proteína			Porcentaje de Aceite en pepita		
	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad
M 734	17,1	Media	No	64,6	Media	Si
ACA 884	14,7	Media	No	66,5	Media	Si
PUNTA	16,3	Inferior	Si	67,0	Media	Si
TORDILLO	15,3	Media	No	66,4	Media	Si
CONTIFLOR 3	14,9	Superior	No	65,0	Media	Si

Cultivar	Porcentaje de Pepita			Peso de 100 semillas		
	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad
M 734	68,9	Media	Si	6,5	Media	No
ACA 884	70,7	Media	No	6,2	Media	Si
PUNTA	75,7	Superior	Si	5,1	Media	Si
TORDILLO	69,8	Media	Si	6,6	Media	No
CONTIFLOR 3	67,2	Media	No	6,1	Media	No

**Bellocq.** Los cultivares Surcoflor, Cariló, Maitén, Tritón, Cauquén y ACA 884 mostraron en rendimiento de semilla diferencias significativas en la interacción ambiente por cultivar. ACA 884 rindió mas que Tritón en los años 97/98 y superó a todos en el año 1999/00 (Figura 7). Cariló fue estable y confiable, Tritón, Maitén y Surcoflor fueron estables pero no confiables. ACA 884 y Cauquén estuvieron fuera de los límites de estabilidad y confiabilidad.

En el análisis de componentes principales (Figura 5), Maitén y Cariló fueron los cultivares mas estables y Tritón y ACA 884 los menos. Se observó asociación entre cultivares y ambientes.

En la relación de la componente principal y los promedios de rendimiento (Figura 6), ACA 884 tuvo los mas altos rendimientos pero su estabilidad fue menor a la de Cauquén y Maitén que tuvieron rendimientos superiores al promedio.

En rendimiento de aceite fue también significativa la interacción ambiente por cultivar. ACA 884 y Surcoflor superaron a Tritón en Bellocq (1996/97, 1997/98). Cauquén, Cariló y Maitén rindieron mas que Tritón en Bellocq 1996/97. Maitén fue estable y confiable, los restantes cultivares fueron estables pero no confiables.

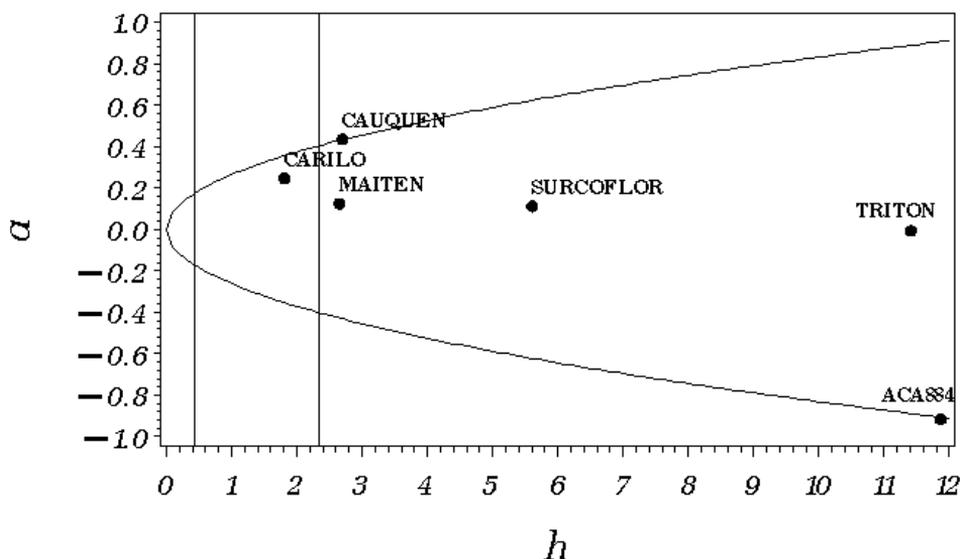


Figura 4. Parámetros de estabilidad para Rendimiento de Semilla según método de Tai correspondientes a Bellocq.

Tabla 3: Promedio y parámetros del método de Tai (1971) de rendimiento y porcentaje de aceite correspondientes a Bellocq.

Cultivar	Rendimiento de Semilla			Porcentaje de Aceite		
	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad	Promedio	Estabilidad	Confiabilidad
ACA 884	2924	Inferior	No	56,8	Media	No
TRITON	2257	Media	No	50,5	Media	No
SURCOFLOR	2415	Media	No	48,7	Media	No
CAUQUEN	2626	Inferior	No	48,7	Media	No
CARILLO	2546	Media	Si	47,4	Media	No
MAITEN	2603	Media	No	46,5	Media	Si

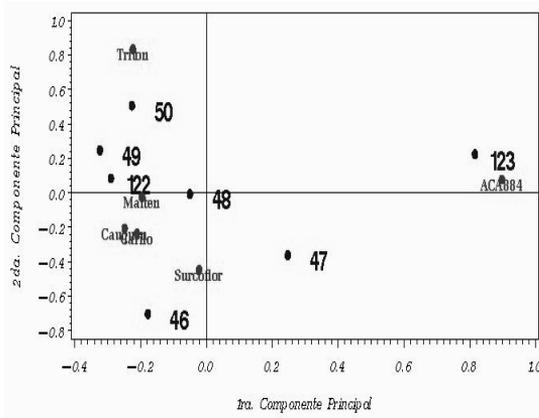


Figura 5. Biplot de las 1ra y 2da componentes principales correspondientes a Bellocq.

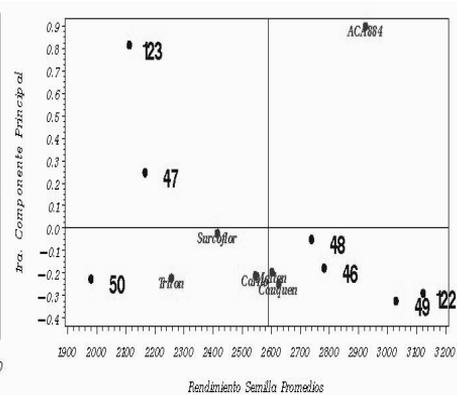


Figura 6. Biplot de la 1ra componente principal y los promedios de rendimiento de semilla correspondientes a Bellocq.

## Discusión y Conclusiones

En Pergamino, en rendimiento de semilla, cuatro de cinco cultivares fueron estables y confiables; en porcentaje de aceite, la estabilidad fue mayor pero la confiabilidad fue menor.

Comparando ambas localidades, los mayores rendimientos de semilla se obtuvieron en Pergamino. ACA 884 se destacó en ambas localidades, pero en Bellocq su estabilidad estuvo por debajo del promedio y fuera del área de confiabilidad. En Bellocq, Tritón, Surcoflor, Cariló y Maitén fueron estables y sólo Cariló fue confiable.

Los resultados obtenidos por el método de Tai son coincidentes con los del AMMI en las variables analizadas.

En el análisis de los caracteres de calidad los más estables fueron linoleico, peso de cien semillas y porcentaje de pepita. Punta alcanzó el valor más alto en porcentaje de pepita con estabilidad superior al promedio y dentro de los límites de confiabilidad. El contenido de aceite tuvo correlación negativa con peso de semilla, similar a lo señalado por Fick (1974). La asociación entre peso de semilla y pepita fue negativa y entre porcentaje de aceite y pepita positiva. Por lo tanto se esperaría mayor contenido de aceite en semillas más pequeñas y con mayor porcentaje de pepita. Los resultados mostraron la importancia del rendimiento de semilla como determinante del rendimiento de aceite, los cultivares con altos rendimientos de semilla y contenidos medios de aceite tendrían altas probabilidades de destacarse.

## Referentes

- Canvin, D.I. 1965. The effect of temperature on the oil content and fatty acid composition on the oils; several oil seed crops. *Canadian Journal of Botany*. 43:63-69.
- Crossa, J., Gauche, H. G., and Zobel, R. W., 1990. Additive main effects and multiplicative interaction analysis of two international maize cultivar trials. *Crop Science*. 30: 493-500.

- Fernández Martínez, J., and Domínguez Giménez, J. 1985. Evaluación de la variabilidad en caracteres de la semilla de una colección mundial de girasol. XI Conf. Intern. de Girasol. Arg.: 535-540.
- Fick, G.N., Zimmer, D.E. and Zimmer, D.C. 1974. Correlation of seed oil content in sunflower with other plant and seed characteristics. Crop Science. 14:755-756.
- Gupta, S.K., Wagle, D.S. and Yadava, T.P. 1985. Effect of environment on fatty acid composition of developing seed of sunflower (*Helianthus annuus* L.). XI Conf. Inter. Arg. p. 81-86.
- Kinman, M.L. and Earle, F.R. 1964. Agronomic performance and chemical composition of seed of sunflower hybrids and introduced varieties. Crop Science. 4:417-420.
- Putt, E.D. 1966. Fatty acid composition of sunflower oil from different varieties and locations. Morden, Manitoba. August 17,18. p. 110-117.
- Revista de la Asociación Argentina de Nutrición Enteral y Parenteral (RAANEP) 1998. Acidos grasos e isómeros trans en la nutrición humana.
- Robutti, J.L., Oliva, C., Piñeiro, A. and Chiocarello, J.C. 1970. Composición de ácidos grasos en aceite de girasol de diferentes variedades y regiones. Informe Técnico N° 98. INTA.EEA.Pergamino.
- Santini, F.J., Villarreal, E., Pavan, E., Grigera, J.M. and Grigera Naón, J.J. 2002. Importancia de los CLA en la carnes bovinas. Informe Técnico INTA Balcarce- UBA-Fac. Agronomía.
- Tai, G.C.C. 1971. Genotypic stability analysis and its application to potato regional trials. Crop Science. 11:184-190.
- Unger, P.W. and Thompson, T.E. 1982. Planting date effects on sunflower head and seed development. Agron. Journal. 74:389-395.