

EVALUACION DE LA VARIABILIDAD EN CARACTERES DE LA SEMILLA DE UNA COLECCION MUNDIAL DE GIRASOL.

J. Fernández-Martínez y J. Domínguez-Giménez. Departamento de Plantas Oleaginosas, Apartado, 240, Córdoba, España.

Resumen

Se ha evaluado una colección mundial de girasol de 430 entradas, en las condiciones climáticas del Sur de España, para algunos caracteres de la semilla: contenido en aceite, peso de 100 semillas, porcentaje de cáscara, contenido de aceite de la almendra y composición de ácidos grasos. Se observó un considerable rango de variabilidad para estos caracteres: 23 a 56% para contenido en aceite, 2 a 12 gramos para peso de 100 semillas, 17 a 55% para porcentaje de cáscara y 39 a 68% para contenido de aceite en la almendra. En cuanto al contenido de ácidos grasos el rango de variación observado para los ácidos oleico y linoleico, 12 a 62% y 28 a 78% respectivamente, es menor que el obtenido en otros estudios. Se observó una correlación negativa, altamente significativa, del contenido de aceite con el porcentaje de cáscara (-0.70) y una correlación positiva con el contenido de aceite de la almendra (+0.62). No existió correlación entre el peso de 100 semillas y el contenido de aceite de estas. Con las 154 accesiones con un contenido de cáscara igual o inferior al 30%, se formaron dos grupos en función del contenido de aceite de la almendra: uno compuesto de 72 entradas con más del 55% y el otro con 82 entradas con un contenido de aceite en la almendra inferior al 55%. Estos grupos han sido recombinados independientemente para la formación de poblaciones de partida de un programa de selección recurrente dirigido a la mejora de poblaciones con alto contenido en aceite y alto contenido en proteínas respectivamente.

Introducción

Aunque el girasol es cultivado mayormente como planta oleaginosa es también un importante cultivo proteaginoso. Gran parte de las variedades o híbridos cultivados actualmente, que han sido seleccionados para alto contenido en aceite, contienen 16 a 22% de proteína en la semilla, y más de un 50% de aceite. Las proporciones de aceite y proteína del aguenuo dependen del porcentaje de cáscara de este, y del contenido de estos componentes en la almendra. En girasol, como en otras oleaginosas, para porcentajes constantes de cáscara, existe una relación inversa entre aceite y proteína (Deakov and Panchenco, 1975, Bedov, 1982). En el desarrollo del germoplasma actual de girasol rico en aceite, dos tercios del progreso de la selección provienen de cáscara y un tercio en el incremento de aceite en la almendra (Gundaev, 1971).

El desarrollo de genotipos con alto contenido en proteína en la semilla es teóricamente posible manteniendo bajos los porcentajes de cáscara de las variedades actuales, 20 a 25%, y seleccionando para alto contenido en proteína lo que disminuiría el de aceite. En este sentido Bedov (1982) informó de la existencia de líneas con contenido de proteína del 32.9% y un contenido medio de aceite, 40%. Un programa tendente al aumento de la proteína en la semilla de girasol podría ser de interés en países como en España, con excedentes de aceite y déficit en proteína y con una superficie de este cultivo de más de un millón de Has. Este tipo de material, con menor contenido graso y mayor contenido proteico, podría, por otra parte, en teoría, tener potencialmente mayor rendimiento en grano por el menor coste energético de la síntesis de proteína en relación con el aceite (Penning de Vries, 1975). Un primer paso para tal programa es la exploración de variabilidad existente para contenido relativo de proteína y aceite manteniendo bajo los porcentajes de cáscara. Sin embargo, dada la correlación negativa entre

aceite y proteína y la mayor facilidad de medida del aceite por resonancia nuclear magnética, en las primeras fases, la selección para alta proteína en la semilla puede limitarse a genotipos con bajo aceite en la almendra, similarmente a como se ha hecho en soja (Hartwig y Hinson, 1972) siempre que se mantengan bajos niveles de cáscara. En el presente trabajo se presentan los resultados de la evaluación de una colección mundial de girasol para contenido de aceite y cáscara así como otros caracteres de la semilla.

#### Materiales y Métodos

Una colección mundial de 430 entradas en gran parte formada, por la colección USDA se sembró en 1982 en las condiciones climáticas de Córdoba, España. La parcela se situó en un suelo aluvial profundo muy homogéneo. La siembra se hizo en mano, utilizándose dos repeticiones con parcelas elementales de una línea de 2 m. de longitud. La separación entre líneas fué de 0.70 cm.

Debido a la fuerte sequía se realizaron varios riegos antes y después de floración para simular las condiciones normales de este área. La semilla recolectada se utilizó para determinar contenido aceite, en aquenio y almendra, peso de 100 semillas y porcentaje de cáscara.

El contenido de aceite se determinó por resonancia nuclear magnética en base a peso seco. El porcentaje de cáscara se determinó separando a mano cáscara y almendra en muestras de 100 semillas, pesando a continuación cada porción. El contenido de ácidos grasos se determinó por cromatografía gaseosa.

#### Resultados y discusión

En la Tabla 1 se presentan las medias y rangos de variación para contenido de cáscara, contenido de aceite del aquenio y almendra y el peso de 100 semillas así como los porcentajes de oleico y linoleico y los días hasta floración, de las 385 entradas que pudieron ser evaluadas para todos los caracteres. Puede observarse un considerable rango de variación para todos los caracteres de la semilla, 17 a 55%, para porcentaje de cáscara 39 a 68% para contenido de aceite en la almendra, 23 a 56% para contenido de aceite en la semilla y 2 a 12 grs. para el pe

Tabla 1. Valores medios y rango de variación de varios caracteres de la semilla y días hasta floración de una colección mundial de girasol.

	Cáscara %	Aceite aquenio %	Aceite almendra %	Peso 100 semillas (gr.)	Oleico %	Linoleico %	Días a Floración
Media	32.9	38.0	53.4	4.9	33.9	55.4	95.4
Variación	16.6-55.4	23.4-55.7	39.7-68.2	2.0-11.7	12.3-62.1	28.1-78.0	71.0-100.0

so de 100 semillas, incluyendo los extremos superiores a los valores de los mejores híbridos comerciales cultivados en las mismas condiciones, 52-55% aceite, 64 a 67 aceite en la almendra, 20 a 23% de cáscara y 4 a 6 peso de 100 semillas. La distribución de esta variación se representa en la Fig. 1.

Los días de siembra a floración y los porcentajes de oleico y linoleico también fueron determinados y se representan también en la Tabla 1. El intervalo de los días a floración es también considerable pero la variación en los ácidos grasos

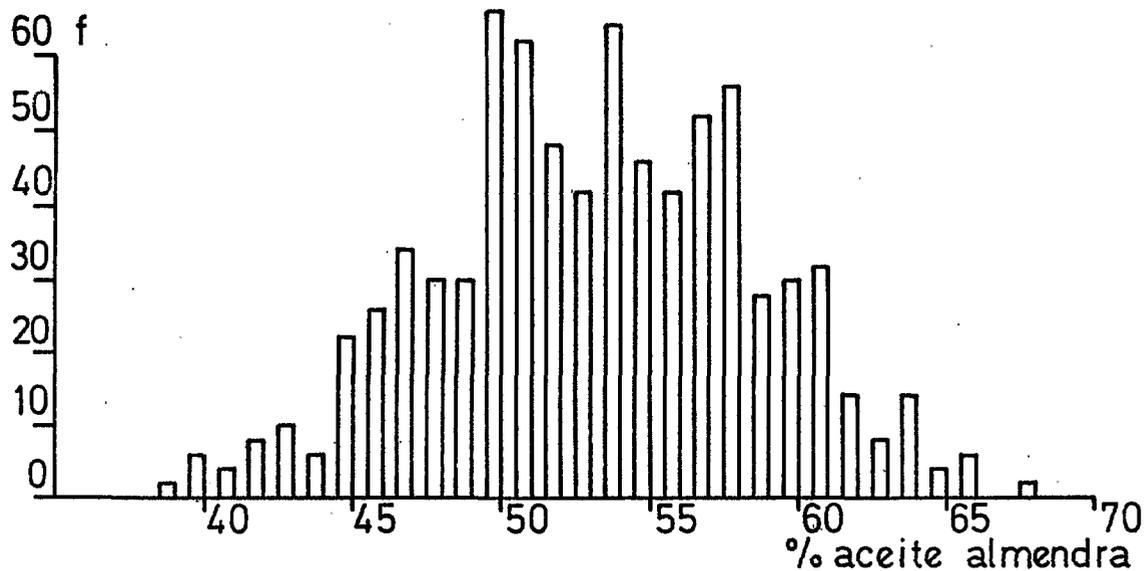
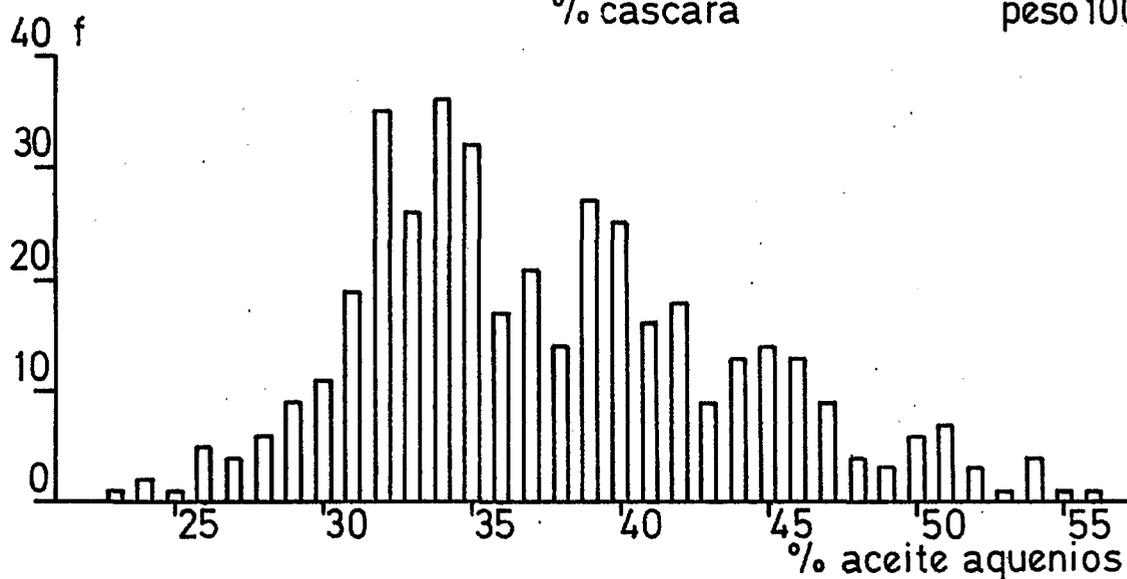
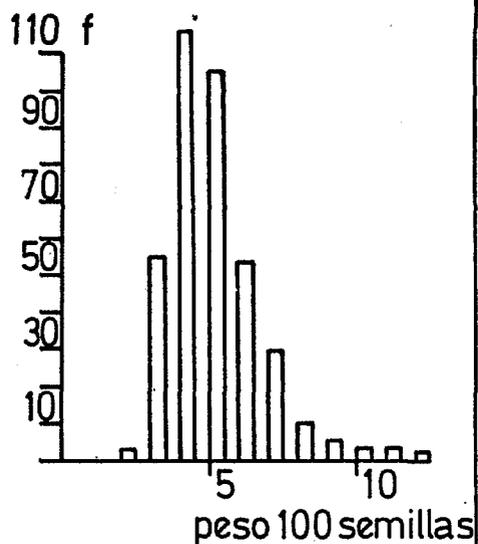
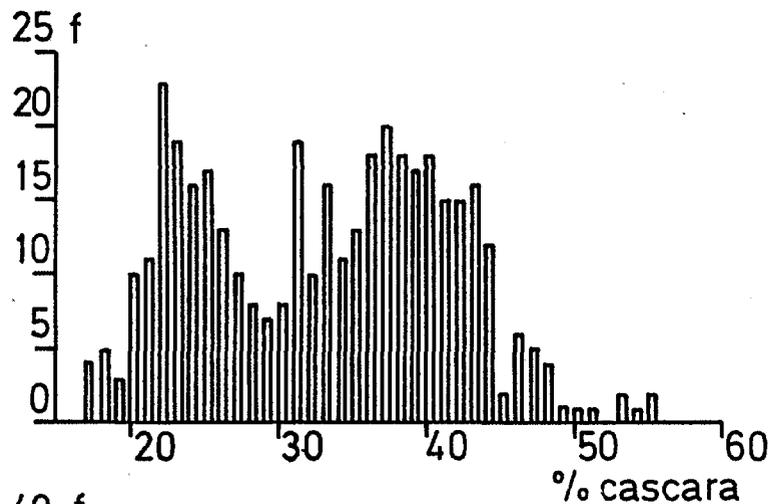


Fig1: Distribución de varios caracteres de la semilla de una colección mundial de girasol

oleico (12.3 a 62.1%) y linoleico (28.1 a 78.0%) es inferior a la observada en otros estudios (Fernández-Martínez y Knowles, 1976) y muy lejos de los extremos observados en Córdoba, incluyendo líneas derivadas del mutante alto oleico obtenido en Rusia, (Soldatov, 1976) y especies silvestres, 3 a 90% oleico y 2 a 89% para linoleico (Fernández-Martínez resultados no publicados). La media para ambos ácidos de todas las entradas analizadas coincide, sin embargo, con las de los valores observados en Córdoba en condiciones de altas temperaturas y los extremos 62.1% para oleico y 78% para linoleico, podrían ser de utilidad en la mejora para calidad de aceite si estos valores se mantienen en el futuro en distintas condiciones ambientales.

En la Tabla 2 se dan los coeficientes de correlación entre los distintos caracteres mencionados. Las altas correlaciones negativa entre el aceite del aguénio —

Tabla 2. Coeficientes de correlación entre varios caracteres de la semilla y los días a floración de una colección mundial de girasol.

	Cáscara	Aceite aguénio %	Aceite almendra %	Peso 100 semillas gr.	Oleico %	Linoleico %
Aceite aguénio (%)	-0.70 <sup>xx</sup>	-				
Aceite almendra (%)	-0.25 <sup>xx</sup>	0.68	-			
Peso 100 semillas (gr.)	0.34 <sup>xx</sup>	-0.04	0.24 <sup>xx</sup>	-		
Oleico (%)	-0.13	0.10	0.05	-0.05	-	
Linoleico (%)	0.19	-0.13	-0.06	0.07	-0.88 <sup>xx</sup>	-
Días a floración	0.19	0.11	0.01	0.08	0.16	0.22

<sup>xx</sup> = Significativo al nivel 0.01

con el porcentaje de cáscara (-0.70) y positiva con el contenido de aceite en la almendra (+0.68) así como la correlación negativa entre los ácidos oleico y linoleico son muy conocidas y han sido publicadas en numerosos estudios. No existió correlación entre el número de días hasta floración y los caracteres de la semilla incluidos los ácidos oleico y linoleico y tampoco entre estos últimos y el resto de los caracteres. En otros estudios se han encontrado una correlación positiva entre el contenido de aceite y el contenido de linoleico y negativa con el oleico (Scoric y col. 1982). En general, esta relación se ve favorecida por ciertas condiciones ambientales especialmente temperatura, en la época floración a maduración incrementando las altas temperaturas el porcentaje en oleico y disminuyendo el de linoleico y aceite (Downes, 1974). En el presente estudio, la no existencia de estas correlaciones, puede ser debida en parte al gran número de genotipos evaluados con distintas épocas de floración y en consecuencia con ciertas diferencias de temperatura durante la síntesis de aceite. Por otra parte la interacción genotipo-ambiente, tanto para contenido de aceite como para ácidos grasos, puede variar para los distintos genotipos.

En la Tabla 3 se muestran las 154 entradas con porcentaje de cáscara inferior o igual 30% agrupadas en dos poblaciones una de alto aceite de 72 entradas con más

Tabla 3. Características de la semilla de dos poblaciones de girasol (1) con bajo contenido de cáscara y alto y bajo aceite en la almendra respectivamente.

	Cáscara %	Aceite almendra (%)	Aceite aguenio (%)	Peso 100 semillas (gr.)	Días a Floración
P o b l a c i ó n a l t o a c e i t e					
Media	24.4	59.9	47.5	4.7	86.3
Variación	17.3-30.4	54.8-68.2	41.2-55.7	2.7-7.10	75-100
P o b l a c i ó n b a j o a c e i t e					
Media	24.6	49.7	37.5	3.9	84.5
Variación	16.5-30.4	40.3-54.3	28.9-45.0	2.1-6.9	74-98

(1) La población con alto aceite se formó con 72 entradas diferentes de la colección mundial bajo aceite con 82.

de 55% de aceite en la almendra y otra de 82 con menos de 55%. En esta tabla puede apreciarse la variabilidad para porcentaje de cáscara y contenido en aceite de ambas poblaciones. Los componentes de ambas poblaciones han sido recombinados independientemente para la formación de poblaciones de partida para programas de selección recurrente tendentes al desarrollo de poblaciones con alto contenido de aceite y proteína respectivamente.

#### Conclusiones

El gran número de genotipos evaluados ha permitido la identificación de un elevado rango de variabilidad para todos los caracteres analizados.

Uno de los objetivos más importantes de este estudio era la evaluación de la colección para la identificación de material de partida utilizable en la selección para alto contenido en proteína. En este sentido, es destacable el elevado número de componentes de la colección evaluada con bajo contenido de aceite en la almendra manteniendo niveles bajos de cáscara. En la población formada con este material, se espera, que aplicando una moderada intensidad de selección para alto porcentaje de proteína, se pueda aumentar este porcentaje manteniendo una variabilidad suficiente para otros caracteres. De esta población mejorada, se podrían extraer líneas con alta proteína y contenido medio de aceite, similares a las identificadas por Bedov (1982) y con buena aptitud combinatoria que permitirían la obtención de híbridos productivos con estas características.

En cuanto a la variación en ácidos grasos, el alto contenido en ácido linoleico obtenido en algunos genotipos, 78%, en condiciones de altas temperaturas puede ser de interés para la mejora para alto contenido de este ácido, en las condiciones del Sur de España. Los relativamente altos valores de oleico, 62%, son de menor interés al ser mucho más bajos que los de la variedad 'Pervenets' obtenida en Rusia (Soldatov, 1976).

## Bibliografia

- BEDOV, S. 1982. Variability in protein and aminoacid contents in different sunflower inbreds. Proc. 10<sup>th</sup> Int. Sunf. Conf. Surfers Paradise, Australia, 218-210.
- DEAKOV, A.B. y PANCHENCO, A.I. 1974. Oil and protein accumulation in sunflower seeds. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Sunf. Conf. Bucharest, Romania, 213-218.
- DOWNES, R. 1974. Environmental and physiological characteristics affecting sunflower adaptation. Proc. 6<sup>th</sup> Int. Sunf. Conf. Bucharest, Romania, 197-204.
- FERNANDEZ MARTINEZ, J. y KNOWLES, P.F. 1976. Variability in fatty acid composition of the seed oil of Helianthus species. Proc. 7<sup>th</sup> Int. Sunf. Conf. Krasnodar, USSR, 401-408.
- GUNDAEV, 1971. Basic principles of sunflower selection. p. 417-465. In Genetic Principles of plant selection. Nanka, Moscow. (Transl. Dep. of the Secretary of State, Ottawa, Canada, 1972).
- HARTWIG, E.E. y HINSON, K. 1972. Association between chemical composition of seed and seed yield of soybeans. Crop Sci. 12, 829-830.
- PENNING DE VRIES, F.W.T. 1975. Substrate utilization in relation to growth and maintenance in higher plants. Neth. J. Agr. Sci. 22: 40-44.
- SCORIC, D. VOROSBARAYI, I. y BEDOV, S. 1982. Variability in the composition of higher fatty acids in oil of sunflower inbreds with different oil contents in seed. Proc. 10<sup>th</sup> Int. Sunf. Conf. Surfers Paradise, Australia, 215-217.
- SOLDATOV, K. 1976. Chemical mutagenesis for sunflower breeding. Proc. 7<sup>th</sup> Int. Sunf. Conf. Krasnodar, USSR, 352-357.