

ALGUNAS CONSIDERACIONES SOBRE MEJORAMIENTO GENETICO DE GIRASOL

ANA BERRETA  
INIA La Estanzuela  
Uruguay

I. INTRODUCCION

El girasol pertenece al género Helianthus, familia de las Compuestas, el cual comprende unas 70 especies dividido en 4 secciones (Heiser et al, 1969). El número cromosómico básico del género es  $n = 17$ , encontrándose especies diploides, tetra y hexaploides. Helianthus annuus pertenece, junto con otras trece especies a la Sección Annui, las cuales son diploides, con  $n = 17$ ,  $2n = 34$  cromosomas.

A la misma sección pertenece Helianthus petiolaris, H. argophyllus y H. bolandieri, las cuales han sido las especies en general más utilizadas en los programas de mejoramiento genético de girasol.

Desde el punto de vista de variabilidad existente en girasol, si bien la base de los programas actuales de mejoramiento puede ser considerada relativamente estrecha, el amplio espectro de especies relacionadas que posee el Género asegura variabilidad suficiente para la búsqueda de posibles genes de particular interés. Incluso otros géneros, como Viguiera, (una teoría sostiene que Helianthus es derivado de ella), Titonia, Phoebantus y Heliomeris son mencionados como suficientemente cercanos para poder ser utilizados si fuera necesario buscar determinados caracteres de interés. Un comentario especial merece ser hecho en el sentido de que actualmente, el germoplasma disponible de girasol es bastante restringido, ya que no se encuentra, como en otras especies siendo objeto de estudio en Centros Internacionales de Investigación, los cuales han sido tradicionalmente, también, fuentes de distribución de germoplasma.

Una alta proporción del germoplasma de girasol se encuentra en manos privadas, lo que lo restringe en forma importante. Esto es así no sólo en el caso de líneas prontas sino también de germoplasma básico, fuente de

caracteres de interés particular. De allí la importancia de reforzar proyectos regionales que apunten a la integración de programas oficiales de mejoramiento que fortalezcan y amplíen la cooperación entre países a los efectos de asegurar la base genética necesaria para que el lanzamiento de cultivares en la región sea continuo y prolongado en el mediano y largo plazo.

Sin duda este aspecto deberá ser estudiado y discutido a la luz de las nuevas legislaturas que están comenzando a primar en la región, pero que deberá encontrarse el medio de que la cooperación funcione efectivamente, ya que de otro modo la importancia de programas regionales cooperativos como SURCOSOL sería muy relativa.

## II MEJORAMIENTO GENETICO DE LA ESPECIE

El mejoramiento genético de girasol se ha venido realizando por varias decenas de años, principalmente en países del este europeo, si bien ha despertado interés en las compañías privadas productoras de semillas desde hace relativamente pocos años con el descubrimiento de la machoesterilidad genético-citoplasmática que hizo posible la producción a escala comercial de híbridos de girasol. (Los intentos anteriores de producción de semilla híbrida se basaban en autoincompatibilidad o machoesterilidad genética, pero sin presentar las ventajas de facilidad y costos de producción de la machoesterilidad genético-citoplasmática).

En lo que respecta a mejoramiento genético en si, como en toda especie, es imprescindible disponer de suficiente variabilidad a los efectos de asegurar resultados prometedores y sostenidos. En ese sentido, si bien es necesaria, muchas veces, la utilización de material elite a los efectos de obtener un cultivar en el corto plazo, sólo la posesión de suficiente variabilidad asegurará encontrar genotipos adaptados a condiciones particulares y que la provisionen de cultivares sea continua en el mediano y largo plazo.

La variabilidad puede lograrse a través de introducciones de diferentes fuentes de germoplasma desde sus lugares de origen y diversificación naturales, o puede ser creada a través de cruzamientos.

Quizás el cruzamiento más común es el de una variedad adaptada, con muchas características deseables, por las cuales ya fue seleccionada, con una variedad exótica, introducida, que posee una o pocas características de interés, las cuales se desea introducir en el genotipo adaptado.

La Figura 1 muestra una distribución de frecuencias de una característica como porcentaje de aceite en una población, producto del cruzamiento entre dos variedades no emparentadas, una adaptada de alto potencial de rendimiento de grano para las condiciones de Uruguay, pero bajo contenido de aceite, con otra variedad de muy alto contenido de aceite pero con mala adaptación debido a problemas sanitarios y ciclo vegetativo muy corto. Como se puede apreciar, la variabilidad demostrada por este cruzamiento promete resultados alentadores en cuanto a seleccionar por el carácter rápidamente, pero también en forma sostenida por su amplia base genética.

Existen momentos en que urge la obtención de un material superior, y en estos casos, aunque la posibilidad de obtener algo mejor a largo plazo es limitada, se utiliza el cruzamiento de dos líneas superiores. El progreso genético esperable es poco, pero como la variabilidad obtenida es baja, es fácil estabilizar el material en un período corto. En una población de base genética amplia, si bien el progreso esperado es mayor, la mayor variabilidad se da para todos los caracteres y por lo tanto ocurre una mayor interferencia de un carácter con otro, que hace lento el proceso de estabilización.

En las etapas de recombinación, estas poblaciones son conducidas en general, en condiciones de aislamiento, con el mayor número de individuos posible (una a dos hectáreas), a los efectos de permitir el máximo de entrecruzamientos que posibilite la aparición de recombinantes favorables. En esta etapa no se realiza selección y se conducen de forma de favorecer el cruzamiento de todos los individuos de la población (siem-

bras diferidas a los efectos de que coincidan individuos de ciclos diferentes).

Una vez creada la variabilidad (que pueden ser en tantas poblaciones como caracteres de interés se tengan), comienza el proceso de selección con miras a obtener las variedades o líneas progenitoras en el caso de híbridos.

### III. ESTRUCTURA DE LAS POBLACIONES EN GIRASOL Y SU RELACION CON PRODUCCION DE SEMILLA

Antes de continuar con aspectos más específicos del mejoramiento genético, parece interesante realizar algunos comentarios sobre las características de las poblaciones en girasol y su relación con producción de semillas.

El girasol es una especie de fecundación cruzada, y en consecuencia, todo individuo de la población es altamente heterocigótico. Dicha heterocigosis puede mantenerse durante el programa de mejoramiento (cuando el objetivo final es obtener una variedad de polinización abierta), o bien restablecerse en la etapa final del programa (cuando se persigue la obtención de un híbrido).

El término variedad se utiliza en producción tanto para definir una población de polinización libre como para abarcar diferentes tipos de sintéticas, donde se combinan para fines de uso comercial un número variable de líneas endocrinadas, líneas hermanas, clones u otro tipo de poblaciones de polinización abierta.

Un híbrido puede referirse al cruzamiento de dos líneas (híbrido simple), de tres líneas (híbrido triple), y/o el cruzamiento de una línea por una variedad (top-cross). Existen desde hace algún tiempo tipos de híbridos no convencionales en los que dos líneas hermanas son cruzadas a los efectos de obtener una madre relativamente homogénea que por ser una F1 produce mucho más semilla que sus líneas parentales, pero por ser ambas de características similares confieren al híbrido resultante mucho mayor uniformidad que un híbrido triple convencional.

En general se considera que los individuos de una variedad son heterogéneos y heterocigotos, mientras que los de los híbridos son todos heterocigotos, pero presentan heterogeneidad variable dependiendo del nivel de homocigosis de los padres que participan. Mientras la F1 de un híbrido simple es homogénea, la de un híbrido triple o un top cross puede ser casi tan heterogénea como los individuos de una variedad.

Dependiendo del tipo de cultivar a obtener se enfatizan diferentes etapas de los programas de mejoramiento, pero en mayor o menor grado se cumplen todos los pasos.

#### IV. PRODUCCION DE SEMILLA COMERCIAL

Como antecedente a considerar algunos objetivos y metodología de mejoramiento, se considera pertinente en esta revisión, realizar algunas precisiones sobre el tipo de cultivares y el procedimiento seguido para su obtención.

La producción y mantenimiento de semilla de una variedad sigue un esquema de selección de plantas típicas en una población, adecuados desde el punto de vista de caracteres morfológicos y sanitarios (Figura 3). Se determina porcentaje de aceite en capítulo individual, eliminando las que no correspondan. Los genotipos seleccionados se siembran individualmente, en un esquema capítulo por hilera, utilizando parte de la semilla de cada capítulo.

En esta instancia se eliminan aquellas progenies que no cumplen con caracteres morfofisiológicos, sanitarios o de calidad.

Semilla remanente de las progenies que se seleccionaron es recombinada en un campo aislado, por lo menos 1500 metros de otros cultivos de girasol, sembrada generalmente a una densidad menor a la recomendada comercialmente para lograr un tamaño de semilla mayor. En esta etapa se efectúa una selección por caracteres cualitativos, eliminando plantas fuera de tipo, ramificada, antociánicas, y plantas extremas para caracteres como ciclo vegetativo, tipo de capítulo, altura de plantas, etc.

En la producción comercial de híbridos de girasol se utiliza, como se mencionó anteriormente el mecanismo de machoesterilidad genético-citoplasmática, que posibilita la cosecha de la F1 sobre una madre machoestéril.

Las líneas madres, (A), (Figura 3), tienen citoplasma estéril y no poseen genes de restauración de la fertilidad en el núcleo. Estas líneas son mantenidas con las similares B, de idéntica constitución genética pero con citoplasma fértil. Para la producción de la F1 en híbridos simples convencionales, intervienen como madres las A y como padres líneas restauradoras R, homocigotas dominantes para restauración en el núcleo. En algunos tipos no convencionales, el padre restaurador puede ser una variedad, con lo que el resultado es, en realidad un top-cross. En general, las líneas restauradoras se mantienen sobre citoplasma machoestéril, a los efectos de poder identificar fácilmente aquellos individuos que no poseen los genes restauradores (ya que no producen polen). El mantenimiento de la pureza de las líneas y su tipo es fundamental para asegurar la repetibilidad e identidad del híbrido, siguiéndose un esquema similar al mencionado para las variedades.

En la producción de un híbrido simple se necesitan cuatro campos aislados, con diferentes niveles de aislamiento según sus necesidades de pureza. Mientras para la producción de la línea machoestéril se recomiendan entre 3 y 5000 metros de aislamiento, para la producción de las líneas B y R oscilan en el orden de los 3000 metros y en la de la F1 1500 metros de distancia de otros cultivos de girasol.

En la producción de híbridos triples se incrementa la necesidad de campos aislados a seis.

En los campos de producción de semilla, principalmente híbrida, es fundamental la inclusión de 2 a 3 colmenas/Ha, a los efectos de asegurar una adecuada polinización.

V. METODOS DE SELECCION MAS UTILIZADOS EN MEJORAMIENTO DE POBLACIONES Y PRODUCCION DE LINEAS

En general en las poblaciones de girasol se siguen esquemas de selección recurrente. El de uso más generalizado es el sugerido por Pustovoit, el cual con algunas modificaciones como el de la Figura 4 es el más usado en Uruguay.

En una población bajo aislamiento se seleccionan individuos con buenas características sanitarias, morfológicas, (tipo de planta, de capítulo, llenado del mismo, etc.). Luego se trillan en forma individual y se seleccionan por % de aceite, número de semillas/capítulo, centro del capítulo granado, etc. Se utilizan unas 20 semillas por capítulo seleccionado para evaluar en invernáculo por resistencia a roya negra y marchitamiento (principales enfermedades en Uruguay) a nivel de plántula. Semilla remanente de las progenies seleccionadas es evaluada en condiciones de campo con repeticiones y testigos intercalados.

Se confeccionan índices de selección, donde entran componentes de rendimiento, porcentaje de aceite, comportamiento sanitario, ciclo, uniformidad, vigor.

Semilla remanente de las familias seleccionadas es recombinada nuevamente al año siguiente en condiciones de campo.

De esta población puede surgir una variedad, realizándose en ese caso selección para uniformización de caracteres vegetativos, eliminando individuos extremos primero, y restringiendo luego a valores más estrechos las características vegetativas más importantes desde el punto de vista de manejos (ciclo, altura, tipo de capítulo, etc.).

Normalmente es un programa de mejoramiento se conducen varias poblaciones con diferentes objetivos o donde se esfatizan algunos objetivos en particular.

En diferentes etapas de ese mejoramiento se van extrayendo individuos que son homocigotizados para producción de líneas.

En las primeras etapas se seleccionan los materiales por características agronómicas y como el proceso de autofecundación se realiza embolsando previo a la floración sin otra manipulación, se puede empezar a seleccionar por autocompatibilidad, ya que los individuos autoincompatibles producen muy poca semilla y existe una variación muy importante.

En general se seleccionan líneas que produzcan un mínimo de semillas/capítulo, siendo descartados los individuos cuyos capítulos no producen más de 10 o 15 gramos.

Si la línea obtenida es B, para producción de híbridos debe ser convertida a A (madre machoestéril), por sucesivas retrocruzas, o a R (padre restaurador), por sucesivos cruzamientos y pruebas de recuperación de restauración.

En general, y a los efectos de trabajar más rápida y efectivamente, se mejoran poblaciones mantenedoras y restauradoras no emparentadas por separado para extraer directamente líneas progenitoras de híbridos. Estas poblaciones nunca se entrecruzan, a los efectos de poder explotar la máxima heterosis al cruzar las líneas derivadas.

El otro aspecto que interesa conocer de las líneas obtenidas, es su habilidad combinatoria, o su capacidad para producir en combinaciones híbridas, por lo que las líneas que van a ser hembras son cruzadas por una variedad restauradora para medir su habilidad combinatoria general, o, desde el punto de vista práctico, se cruzan por dos o tres buenas líneas restauradoras, de base genética diversa. El promedio de los cruzamientos nos da una estimación de la habilidad combinatoria general, y cada cruzamiento particular una estimación de la habilidad combinatoria específica con cada padre probado. Con las líneas R se hace el mismo proceso a la inversa. En la esterilización de las líneas B o R se utiliza comúnmente ácido giberélico.



## VI. OBJETIVOS DE MEJORAMIENTO

Los objetivos generales de mejoramiento en girasol son comunes a la mayoría de los programas, aun de otras especies, habiendo particularidades en cada región que no tienen porque coincidir con las de otros programas.

1. Rendimiento de grano y aceite, y su estabilidad, bajo diferentes condiciones ambientales es el primer gran objetivo de un programa de mejoramiento genético de girasol.

En lo que se refiere a estabilidad, en líneas generales puede interesar un cultivar adaptado a muy diversos ambientes, donde probablemente no puede expresar su máximo potencial en muchas de las localidades, o puede interesar localizar el cultivar que mejor se adapte a un ambiente muy particular. Existen diversas metodologías disponibles para evaluar adaptabilidad y patrones de respuesta de cultivares a cambios ambientales.

2. El comportamiento sanitario es otro aspecto que interesa destacar, dependiendo de la importancia relativa de cada enfermedad el énfasis y la metodología de trabajo a utilizar.

Puede considerarse que en casi cada condición existe una enfermedad que por lo menos limita moderadamente el rendimiento.

Desde el punto de vista de mejoramiento, para la mayoría de las enfermedades más relevantes se han encontrado genes de resistencia que hace posible su inclusión en el germoplasma usado para obtener cultivares comerciales.

Quizás una de las enfermedades más problemáticas, dado su poca especificidad y amplio espectro de acción es Sclerotinia sp, cuyo complejo no ataca sólo a girasol, sino a otros cultivos como soja, colza y otras leguminosas, lo que complica su control por medio de rotaciones de cultivo.

En lo que respecta al desarrollo de cultivares genéticamente resistentes, si bien la bibliografía reporta suficiente variabilidad en la especie y cruzamientos interespecíficos, no se dispone aún de un cultivar

totalmente resistente. Complica aún más el panorama la constatación de que el género Sclerotinia está representado por diferentes razas geográficas que difieren en su patogenicidad. Los resultados obtenidos son más prometedores en lo que respecta a la forma del hongo que ataca los capítulos (sexual), mientras que en lo que se refiere a la forma que ataca la base del tallo el nivel de resistencia encontrado es más bajo.

Varios métodos de selección han sido propuestos en los últimos años, algunos de los cuales manejan selección de plántulas, tejidos y/o células en medios ricos en ácido oxálico, sustancia considerada inductora del marchitamiento en el ataque de la enfermedad.

Otras características consideradas importantes en selección en mejoramiento de girasol son rapidez de emergencia y vigor. En zonas de suelos pesados, como en Uruguay, la implantación es un serio problema debido a problemas de emergencia por compactación y exposición a patógenos y larvas cortadoras. Por lo que se está comenzando a trabajar en seleccionar por velocidad de emergencia y vigor de plántulas, característica en la que se ha encontrado mucha variabilidad entre cultivares y aún dentro de poblaciones.

En condiciones de laboratorio se evalúa velocidad de emergencia, (en días), y número de días requeridos para llegar al estado de 2 hojas. Para vigor, se evalúa también peso de raíces, de parte aérea y peso total de plántula.

Luego los mejores materiales son evaluados en condiciones de campo, donde nuevamente son seleccionados por velocidad de emergencia y vigor a los primeros estados vegetativos (V2 y V4 de Schneiter y Miller).

3. Area foliar es otro factor en que se trabaja, buscando una arquitectura de planta de tipo piramidal, que permita la mayor exposición de la misma a la radiación solar.

4. Resistencia a la sequía. Es un factor importante para cultivos de secano, y fundamentalmente en las condiciones de Uruguay. Recién se comienza con esta línea de trabajo, pero se considera importante en varias regiones del mundo, y en particular en la nuestra porque en Uruguay las siembras de girasol de segunda, después de trigo o cebada está totalmente integrado a los sistemas de producción. En dichos sistemas, el potencial del girasol no es evaluado aisladamente, sino como estabilizador del sistema, y como rentable en la evaluación del doble cultivo anual. Las condiciones de poca disponibilidad de agua se dan principalmente en la siembra (diciembre), imposibilitando o dificultando la germinación de la semilla e implantación del cultivo.  
La selección por resistencia a sequía se realiza en principio en condiciones de laboratorio, haciendo germinar semillas en soluciones de presión osmótica crecientes, y ver cuales son capaces de germinar y hacerlo más rápidamente.
5. Altura de plantas. En este aspecto interesa una cierta reducción de altura, fundamentalmente por condiciones de mayor resistencia a vuelco, y o eventualmente un incremento en la población de plantas, aunque este último factor no ha dado los resultados esperados. En lo que se refiere a control genético del carácter altura de plantas, un estudio de diversas fuentes (más de diez), sugiere un control fundamentalmente aditivo, aunque hay referencias a genes de tipo dominante en la literatura.
6. Acortamiento de ciclo de los cultivares manteniendo su eficiencia productiva es otro factor por el que se mejoran las poblaciones de girasol en Uruguay. Se buscan constantemente cultivares de ciclo más corto que no sacrifiquen su rendimiento dado que la estación de crecimiento en siembras tardías se ve reducida significativamente. En general, los tipos de cultivares que mejor se adaptan a este tipo de siembra son los de ciclos medios, que por suma térmica y/o respuesta fotoperiódica acortan su ciclo pero manteniendo un mínimo de desarrollo vegetativo que les permite desarrollar un potencial de rendimiento aceptable. Los cultivares de ciclos muy largos en estas condiciones se enfrentan con

serios problemas a la cosecha (patógenos que atacan el capítulo en otoños húmedos, exposición prolongada a pájaros por falta de piso que impide la entrada de la cosechadora, etc.). Los cultivares de ciclo corto no tienen suficiente desarrollo vegetativo que le permita expresar buenos potenciales de rendimiento.

7. Velocidad de llenado de grano. En el germoplasma de girasol se encuentra suficiente variabilidad en el proceso de llenado de grano como para hacer interesante un cierto énfasis en seleccionar materiales de llenado rápido de grano pero con suficiente capacidad para alargar dicho período si las condiciones ambientales en cuanto a suministro de agua no son las adecuadas. Al respecto es interesante ver lo que sucede en las Figuras 5 y 6, que da una idea de la variabilidad existente. Desde el punto de vista de manejo del cultivo, un conocimiento más acabado del proceso nos posibilita la toma de decisiones en cuanto a momento de cosecha, conociendo en las diferentes etapas de madurez del cultivo, el nivel de llenado de grano y el compromiso al que debe llegarse entre un adelanto de la fecha de cosecha y el sacrificio de rendimiento que debe hacerse. (Figura 7).
8. Resistencia a pájaros. Por ser el girasol un cultivo altamente apetecible por diversas especies de pájaros en cada región girasolera del mundo, mejorar por resistencia al ataque de aves es un factor presente en la mayoría de los programas de mejoramiento genético. Varios son los factores, morfológicos y fisiológicos que contribuyen a hacer menos susceptibles a la planta de girasol al ataque de aves.
  - presencia de brácteas externas, las cuales protegen al capítulo del acceso de las aves. Deben de todas maneras buscarse protecciones que no sean excesivas y afecten el secado en el momento de la cosecha.
  - presencia de brácteas entre aguenios, que dificulten al pájaro el desprendimiento de los granos,
  - inclinación del capítulo, que produzca una inversión temprana luego de floración a los efectos de quedar expuesto lo menos posible,

- distancia de la última hoja que dificulte el acceso al capítulo.
- presencia de antocianinas, que hace menos apetecible el aguenio. Este es un factor que debe ser manejado cuidadosamente, ya que altos niveles son indeseables desde el punto de vista del procesamiento del aceite.

9. Calidad de aceite. Es otra característica que está siendo considerada en los últimos años. Normalmente el aceite de girasol es rico en ácidos grasos insaturados, principalmente linoleico (18:2) y oleico (18:1). Las condiciones ambientales influyen mucho en el contenido de ambos ácidos grasos, como puede verse en la Tabla 1, pero existen diferencias genotípicas, y se han seleccionado líneas con contenido inverso (alto oleico/bajo linoleico). Tradicionalmente el aceite con alto contenido de ácido linoleico ha sido utilizado en consumo fresco, en ensaladas, pero debido a su doble enlace puede ser oxidado más fácilmente que el de alto contenido en ácido oleico, considerado más estable para frituras.

TABLA 1

Contenido en ácidos grasos de cultivares de girasol sembrados en octubre y diciembre. INIA La Estanzuela					
Cultivar	Epoca siembra	C16	C18	C18:1	C18:2
A	Octubre	5	3	38	53
A	Diciembre	5	3	21	71
B	Octubre	5	5	37	53
B	Diciembre	4	9	31	56
C	Octubre	5	4	40	51
C	Diciembre	5	4	30	61
D	Octubre	5	6	31	58
D	Diciembre	5	5	23	68

Fuente: Laboratorio Tecnológico.

#### VII UTILIZACION DE ESPECIES SILVESTRES DEL GENERO Helianthus.

En la búsqueda de resistencia a enfermedades, buena calidad y características vegetativas deseables, en nuestro programa se trabaja con cru-  
zamientos derivados entre el girasol común y diferentes especies silves-  
tres estrechamente relacionadas del mismo género. Las especies con las  
que se ha trabajado son fundamentalmente Helianthus pratensis, H.  
argophyllus, H. annuus y H. petiolaris.

#### VIII. NUEVAS FUENTES DE MACHOESTERILIDAD

La producción de semilla híbrida de girasol a nivel mundial descansa en una única fuente de machoesterilidad. Tal característica le confiere al cultivo una vulnerabilidad que podría repetir algo similar a lo acontecido con maíz. Para evitar dicho problema se trabaja en varios programas de mejoramiento a nivel mundial buscando nuevas fuentes de machoesterilidad y restauración para la misma. Se cuenta actualmente, por lo menos con tres o cuatro nuevas fuentes, obtenidas por sustitución parcial interespecífica del núcleo del girasol cultivado en el citoplasma de Helianthus etiolaris, H. giganteus y H. maximillianii.

#### IX. EVALUACION DE CULTIVARES PRODUCTO DEL PROGRAMA DE MEJORAMIENTO

Un comentario final merece el tema de evaluación rutinaria de genotipos como el corolario de todo programa de mejoramiento genético, donde se comparan en condiciones experimentales, preliminares, finales, y por último en condiciones asimilables a producción, los genotipos promisorios obtenidos luego de la aplicación de los diferentes pasos del programa a saber, introducción de materiales, creación de variabilidad, selección y cruzamientos de los padres seleccionados.

En los últimos años se cuenta con herramientas muy valiosas desde el punto de vista de aumento de la eficiencia en el manejo de datos, confección de planillas y procesamiento de la información, con la incorporación de la computación y el desarrollo de software adaptados específicamente para uso en mejoramiento genético y evaluación de cultivares. Como comentario final, parece adecuado resaltar que sólo fueron tratados someramente aquellos puntos considerados de interés como complemento de un curso de producción de girasol, sin pretender profundizar ni englobar todos los aspectos que comprenden un programa de mejoramiento de la especie.

B I B L I O G R A F I A

- BERRETTA de BERGER, A. 1984. Genetic study of reduced plant height in sunflower (*Helianthus annuus* L.). Tesis M.S. North Dakota State University EEUU.
- BERRETTA de BERGER, A y J.F. MILLER. 1985. Estudio genético de seis fuentes de estatura reducida de planta en girasol. Proc. XI Conferencia Internacional de Girasol, Mar del Plata, Argentina. pp 651-657.
- BERRETTA, A. 1986. Control de Sclerotinia sclerotiorum (Lib.) de Bary en girasol. In Investigaciones Agronómicas 7:81-86. Centro de Investigaciones Agrícolas "A. Boerger", Montevideo, Uruguay.
- BERRETTA, A. et al. 1990. Girasol. In Resultados Experimentales 30: 5-31. INIA La Estanzuela, Uruguay.
- FICK, G. 1978. Breeding and Genetics. In J.F. Carter (ed.) Sunflower Science and Technology N° 19. Agronomy Series, Amer. Soc. of Agronomy. Madison, WI. pp 279-338.
- HEISER, C.B., D.M. SMITH, S.B. CLEVINGER and W.C. MARTIN. 1969. The North American Sunflowers (Helianthus). Mem. Torrey Bot. Club 22:1-218.
- VRANCEANU, S.L. and J.F. MILLER. 1985. Fertility restoration response of various sunflowers cytoplasms. In Proc. XI Conferencia Internacional de Girasol. Mar del Plata, Argentina. pp 549-552.