

# Journal of Agricultural Sciences Research

## GENERACIÓN DE VARIEDADES DE GIRASOL FORRAJERO DE ALTA PRODUCCIÓN DE BIOMASA VERDE

---

*Miguel Hernández Martínez*  
INIFAP. Campo Experimental Bajío.  
Guanajuato, México.

All content in this magazine is licensed under a Creative Commons Attribution License. Attribution-Non-Commercial-Non-Derivatives 4.0 International (CC BY-NC-ND 4.0).



**Resumen:** El girasol es originario del centro y norte de México, EUA y el sur de Canadá. Ante el déficit de forraje para el consumo agropecuario en el estado de Guanajuato en México y ante la falta de variedades de girasol con características forrajeras debido a que no se ha generado variedades, no se tiene autosuficiencia en el forraje para consumo animal, lo cual se refleja en una problemática de escasez en el ciclo de invierno, con un alto costo del esquilmo de sorgo o maíz. Ante esta problemática el INIFAP se propuso generar variedades de girasol forrajeras con una alta productividad de biomasa verde, que coadyuven a minimizar el déficit de forraje de calidad en el estado. A partir de recolectar girasoles que los productores siembran y usan como forraje, en asociación e intercalado con el maíz, en la zona media del estado de San Luis Potosí, se procedió a derivar y seleccionar genotipos forrajeros, empleando el método de mejoramiento Selección Genealógica (SG) combinada mediante autofecundaciones entre y dentro de familias, avanzando de  $S_0$  a  $S_4$ , evaluando el rendimiento de biomasa, a través de ensayos preliminares en etapas tempranas y mediante un ensayo uniforme en tres ambientes, en la etapa final. Sobresaliendo la variedad GIR-F-122. por su alta productividad de biomasa-verde y por su valor relativo de forraje clasificándose como de primera calidad, con un 15% de proteína, bajos niveles de fibra, una buena digestibilidad y calidad energética para el crecimiento, mantenimiento y engorde del animal.

**Palabras clave:** Nutrición animal, biomasa verde, calidad de forraje.

## INTRODUCCIÓN

México es parte del centro de origen y de diversidad del girasol (*Helianthus annuus L.*), el cual está constituido por 49 especies (Bye and Lentz, 2009), 12 anuales y 37 perennes, además de 19 subespecies (Rieseberg, 1990). Todas las

subespecies son naturales de América (Harter, 2004); el hábitat natural del girasol es desde la parte centro y el norte de México (Lentz *et. al.*, 2001), hasta el sur de Canadá (Heiser, 1969). De América fue llevado a Europa por colonizadores españoles, ingleses y franceses (Vranceanu, 1977), sin embargo, se le ha dado poca o nula importancia al cultivo en México (Hernández, 2011). El Sistema Nacional de Recursos Fitogenéticos, considera que solo se ha colectado el 25% de la diversidad genética del girasol silvestre (SINAREFI, 2016).

El girasol es una planta oleaginosa con una extraordinaria diversidad genética, que desempeña un papel fundamental en la alimentación humana y animal por su calidad forrajera (Tang and Knapp, 2003). Es una de las principales fuentes de biomasa verde (Hernández, 2011), para el productor, ya que lo usa directamente picándolo, en verde para el consumo animal. El girasol como forraje, puede ser aprovechado en: 1) planta verde (Lardy and Anderson, 2009) cuando ha iniciado el llenado de grano lechoso-masoso, se corta, se pica y se proporciona a las vacas lecheras en producción; 2) amogotado (Lardy *et al.* 2022) es decir se forma un montículo, se deja deshidratar y posteriormente se muele, usándose en dietas balanceadas para ganado de engorda; 3) ensilado para usarse en la época de estiaje para rumiantes que es lo más recomendado (Lardy and Anderson, 2009).

La producción de forraje en el estado de Guanajuato, es de gran importancia para cubrir las necesidades internas, ya que en el estado se tienen 707,618 cabezas de ganado bovino, 544,706 de ovino, 232,479 de caprino, 67,866 de caballo, 15,455 de mular, 31,802 de asnal, 16,554 de conejos, 965,863 de porcino y 19.4 millones de aves (INEGI, 20007). Sin embargo no se tiene la autosuficiencia en el forraje, lo cual se refleja en una problemática de escasez en el ciclo de invierno y un alto costo del mismo, debido principalmente a temporales

deficientes y erráticos, pero principalmente por falta de una cultura provisoria de siembra de forraje para tener calidad y cantidad en época de escasas, ya que gran parte del forraje empleado en explotaciones agropecuarias, es en realidad esquilmo de cosecha de pata de sorgo, pata de trigo y de cebada y rastrojo de maíz de muy mala calidad. El déficit de forraje se estima en 1.5 millones de toneladas de forraje seco al año de acuerdo a los datos reportados por el INEGI.

Para mitigar el déficit de forraje sobre todo en el norte de Guanajuato, la Secretaría de Desarrollo Agroalimentario y Rural (SDAyR, 2020), creó el programa “Mi ganado productivo 2020” en donde se adquiere pacas de esquilmos agrícolas en beneficio de los ganaderos, con la finalidad de mantener productiva la ganadería, que no se muera el ganado y evitar el sobrepastoreo (SDAyR, 2020). En la zona media del estado de San Luis Potosí, desde la década de los setentas, en los municipios de Rayón, Río Verde, Cárdenas y Lagunillas, en el ciclo primavera-verano bajo condiciones de temporal, se siembra 10,000 hectáreas de maíz, asociado o intercalado con girasol, si el año viene con baja precipitación se pierde el maíz y se logra el girasol cuya planta se usa como forraje para el consumo animal y la semilla la usan para hacer atole y se comercializa regionalmente en aquellos municipios. La semilla de girasol que año con año siembran en la zona media de San Luis Potosí, son de porte alto (1.90 a 2,20 m) y probablemente provienen de las variedades rusas ya acriolladas, tales como Peredovick, Viinick y Sputnik, que se sembraron por aquellos años en algunos estados de México (Robles, 1980).

La problemática que enfrenta el cultivo de girasol, es que, a pesar de ser México parte del centro de origen del girasol, no se han desarrollado variedades de girasol con características propias para forraje, solo

variedades para la producción de aceite para el consumo humano. El objetivo planteado fue: Desarrollar las primeras variedades de girasol forrajero mexicanas, a partir de colectas de variedades acriolladas que se siembran en la zona media del estado de San Luis Potosí, bajo la hipótesis de que a través de la aplicación del método de mejoramiento selección genealógica combinada, permite la identificación y selección de genotipos con alto potencial de producción de biomasa verde y con un buen valor forrajero para el consumo animal.

## MATERIALES Y METODOS

**Recolección de girasol.** En la zona media de San Luis Potosí, en los municipios de Rayón, Río Verde, Cárdenas y Lagunillas, se siembran el girasol asociado con maíz de las variedades rusas Peredovick y Sputnik desde 1975 a la fecha. En esa zona se colectó en madurez fisiológica 5 capítulos de girasol de diferentes productores por municipio (un capítulo por lote de productor), el capítulo de girasol cosechado fue de la mejor planta con mayor número y tamaño de hojas (más de 20), que aún estuvieran verdes y de porte alto (más de 2.5 m), siendo un total de 20 colectas (5 por municipio), desgranando en forma individual e identificando la colecta.

**Mejoramiento genético del girasol.** Se realizó en el Campo Experimental Bajío del INIFAP. Ubicado en Celaya, Guanajuato, usando el método de mejoramiento selección genealógica combinada mediante autofecundaciones entre y dentro de familias (Márquez, 1988); a partir de las 20 colectas realizadas cuyo fenotipo posee características forrajeras (gran número y tamaño de hojas, fitosanidad y altura de planta). A continuación, se describe las actividades realizadas por ciclo o año para lograr obtener variedades de girasol forrajero uniformes y con una alta productividad de biomasa verde.

**Primer año.** En ciclo Primavera-Verano (P-V), se sembró la semilla de cada colecta por surco en total 20 (colecta/ surco), al aparecer el botón floral en cada surco/ colecta se identificó mediante etiqueta las 15 plantas con el mayor número y tamaño de hojas y la mayor altura, las cuales al iniciar la floración se autofecundaron ( $S_0$ ), en total fueron 300 progenies forrajeras, las cuales en madurez fisiológica se cosechó toda la planta a raza del suelo, separando la semilla autofecundada, para el peso de la biomasa. Los pesos de la biomasa se ordenaron de las 300 autofecundaciones y se aplicó una presión de selección (PS) del 20% para seleccionar las 60 mejores progenies forrajeras  $S_0$  con base en la mayor productividad de biomasa, conservando la semilla de las mejores progenies.

**Segundo año.** En el ciclo Primavera-Verano (P-V), se sembró un ensayo preliminar de rendimiento de biomasa de las 60 progenies  $S_0$ , cada una en un surco de 5 metros (ancho de surco 0.80m) y distancia entre plantas a 25 cm; dos repeticiones, al aparecer el botón floral en cada surco de cada progenie, se identificó mediante etiqueta la mejor planta con mayor número y tamaño de hojas, fitosanidad y la mayor altura, la cual al iniciar la floración se autofecundo ( $S_1$ ), el resto de plantas de cada progenie en las dos repeticiones, se cosecho a los 10 días de iniciada la floración a la altura del cuello de la planta (ras e suelo). Se obtuvo el promedio de las dos repeticiones y se ordenó el peso de biomasa verde de mayor a menor cantidad, para aplicar una presión de selección (PS) del 50 %, para seleccionar las 30 mejores progenies forrajeras  $S_1$ , dejando llegar a maduras de cosecha solo la planta autofecundada de cada mejor selección, para su desgrane y conservación de semilla.

**Tercer año.** Durante el ciclo Otoño-Invierno (O-I), se estableció el ensayo preliminar de rendimiento de biomasa verde

de las 30 progenies forrajeras  $S_1$ , cada una en un surco de 5 metros de largo y ancho de surco 0.80 m, con una distancia entre plantas a 25 cm, en total 20 por plantas por surco y dos repeticiones. En la etapa de botón floral en cada surco de cada progenie  $S_1$ , se identificó la planta con el mayor número y mayor tamaño de hojas, sanidad foliar y de mayor altura, la cual al iniciar la floración se autofecundo ( $S_2$ ), el resto de plantas en cada surco, de cada progenie en las dos repeticiones, se cosecho a los 10 días del inicio de floración cortando desde la base del suelo. Se obtuvo el promedio del rendimiento de biomasa en las dos repeticiones y se ordenó de mayor a menor, el peso de biomasa verde para aplicar una PS del 50 %, para seleccionar las 15 mejores progenies forrajeras  $S_2$ , dejando llegar a maduras de cosecha solo la planta autofecundada de cada mejor selección, para su desgrane y conservación de semilla.

En el ciclo Primavera-Verano (P-V) del tercer año, con la semilla remanente de las 15 mejores progenies  $S_2$ , se estableció nuevamente un ensayo preliminar de rendimiento biomasa verde, con dos repeticiones con el manejo similar al del ciclo anterior, es decir en la etapa de botón floral en cada surco de cada progenie  $S_2$ , se identificó la planta con el mayor número y mayor tamaño de hojas, sanidad foliar y de mayor altura, la cual al iniciar la floración se autofecundo ( $S_3$ ), el resto de plantas en cada surco, de cada progenie en las dos repeticiones, se cosecho a los 10 días del inicio de floración, obteniéndose el promedio del rendimiento de biomasa de las dos repeticiones, ordenándose de mayor a menor, para aplicar una PS del 50% para seleccionar las 7 mejores progenies forrajeras  $S_3$ , cosechando y desgranando la planta autofecundada de cada mejor selección  $S_3$ , para conservación del remanente de semilla.

**Cuarto año.** En el ciclo P-V, se estableció un ensayo uniforme con las 7 mejores

progenies forrajeras  $S_3$ , en tres ambientes: uno en el municipio de Celaya bajo condiciones de riego; el segundo en el municipio de Apaseo el Alto bajo temporal y el tercero en Acámbaro bajo condiciones de temporal. En cada ensayo se incluyó 3 testigos híbridos comerciales, el diseño fue bloques al azar con tres repeticiones, tamaño de parcela útil, un surco de 5 m y ancho de surco a 0.80 m, la distancia entre plantas fue a 25 cm. En todas las localidades a los 10 días después de la floración en estado masoso del llenado de grano se muestreo cosechando un metro lineal de la biomasa verde desde la base del cuello de la planta en las tres repeticiones, pesándose para medir el rendimiento y detectar cual fue la progenie  $S_3$  de mayor rendimiento de biomasa. En Celaya se avanzó los 7 genotipos de  $S_3$  a  $S_4$  y se realizó la caracterización varietal en base al catálogo internacional de la UPOV de Directrices de Examen TG/81/6 de 2004. De los resultados de las evaluaciones de las localidades, se seleccionó por rendimiento de biomasa verde, calidad bromatológica y fitosanidad, al menos una variedad de girasol forrajero para su posible registro y liberación.

**Calidad del forraje.** En el cuarto año de la mejor progenie  $S_3$  por productividad de biomasa verde, se tomó tres muestras compuesta; cada una integrada de las 3 repeticiones, es decir 10 kg por repetición de cada ambiente, que en total de los 3 ambientes fue de 90 kg. A las tres muestras se le dio diferente modo de conservación; a) A la primera muestra, se le dio tratamiento de amogotado; b) a la segunda muestra el tratamiento de ensilado; y c) a la tercera muestra el tratamiento planta verde. A estos tratamientos se les realizó un análisis bromatológico para determinar la calidad de forraje entre los modos de conservación.

**Manejo agronómico de los ensayos y lote de caracterización varietal.** Preparación del terreno con labranza tradicional barbecho,

rastras (dos), nivelación, surcado a 80 cm, trazo de canales y al menos una escarda, distancia entre plantas a 25 cm, fórmula de fertilización 80-40-00 en temporal y en riego, (calendario de riegos 0-35-70-110 días después de la siembra), para el control químico de maleza se usó el herbicida Premerling de pre-emergencia 2.0 litros por hectárea, para el control de plagas se aplicó Cipermetrina en dosis de  $1.0 \text{ Lha}^{-1}$ .

**VARIABLES MEDIDAS EN LOTES DE ENSAYOS.** Días a la germinación, días inicio de la floración, altura de planta y diámetro de capítulo, madurez fisiológica, rendimiento de biomasa verde y calidad bromatológica del forraje verde.

**VARIABLES AGROCLIMÁTICAS CONSIDERADAS EN ENSAYOS.** Durante el desarrollo del cultivo temperaturas máximas y mínimas, precipitación durante el ciclo del cultivo, eventos de nortes, sequía y heladas.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Primer año.** Se sembró las 20 colectas que se realizaron en la zona media del estado de San Luis Potosí, en cada una de las cuales al inicio de floración se autofecundó las 15 mejores por su altura, número de hojas, en total 300 autofecundaciones  $S_0$  y en madurez fisiológica se cosechó en forma individual toda la planta a raza del suelo, separando la semilla autofecundada, se pesó y se ordenó de mayor a menor peso la biomasa de cada una, y se aplicó una PS del 20%, para seleccionar las 60 mejores progenies forrajeras  $S_0$  con base en la mayor productividad de biomasa. El rango de peso individual de las progenies autofecundadas fue desde 0.5 kg hasta 2.1 kg por planta.

**Segundo año.** En el ciclo P-Verano, se sembró el primer ensayo preliminar de rendimiento de biomasa de las 60 progenies  $S_0$ , en dos repeticiones; al iniciar la floración se autofecundó ( $S_1$ ) la mejor planta con la

mayor altura y número de hojas; y en el resto de plantas de cada progenie se cosechó 4 plantas (en un metro lineal) para obtener el peso de biomasa verde, en cada repetición, posteriormente se obtuvo el promedio de las dos repeticiones y se ordenó el peso de biomasa verde de mayor a menor cantidad para aplicar una PS del 50 % y seleccionar las 30 mejores progenies  $S_1$ , con un rango de peso de 2.2 kg a 7.5 kg (de las 4 plantas), cosechando en madurez solo la planta autofecundada de cada mejor selección, para la conservación de semilla.

**Tercer año.** En el ciclo O-I, se estableció y se secho el segundo ensayo preliminar de rendimiento de biomasa verde de las 30 progenies  $S_1$ , con dos repeticiones, con un tamaño de parcela de 5 m y ancho de surco a 80 cm, al iniciar la floración de cada progenie, se autofecundo ( $S_2$ ) la mejor planta con el mayor número de hojas y altura; y en el resto de plantas de cada progenie se cosechó 4 plantas (en un metro), de cada repetición, obteniéndose y ordenando de mayor a menor el peso de biomasa verde, para aplicar una PS del 50 % y seleccionar las 15 mejores progenies  $S_2$ , con un rango de peso de 2.3 kg a 7.8 kg (promedio de las 4 plantas), y en madurez, solo se cosechó la planta autofecundada de cada mejor selección, para avanzar al ciclo siguiente con la semilla remanente.

En el ciclo P-V, se estableció y cosechó el tercer ensayo con las 15 mejores progenies  $S_2$ , al iniciar la floración de cada progenie, se autofecundo ( $S_3$ ) la mejor planta con el mayor número y mayor tamaño de hojas, sanidad foliar y de mayor altura; y en el resto de plantas de cada progenie, solo se cosecho 4 plantas por metro, para obtener el peso promedio de biomasa verde y ordenarlo de mayor a menor, para aplicar una PS del 50% para seleccionar solo las 7 mejores progenies forrajeras  $S_3$ , con un rango de peso de 2.5 kg a 8.0 kg, y en madurez se cosecho solo la planta

autofecundada de cada mejor selección  $S_3$ , para conservación del remanente de semilla.

**Cuarto año.** En el ciclo P-V, se estableció el ensayo uniforme, con las 7 mejores progenies forrajeras  $S_3$ , y tres testigos en tres ambientes: en el municipio de Celaya bajo riego; en el municipio de Apaseo el Alto bajo temporal y en Acámbaro bajo temporal. En todas las localidades a los 10 días después de la floración en estado masoso del llenado de grano, se muestreo cosechando un metro lineal (4 plantas) de la biomasa verde, para medir el rendimiento de biomasa verde y determinar la progenie  $S_3$  de mayor rendimiento de biomasa. En la localidad de Celaya se realizó la caracterización varietal y se autofecundo los 7 genotipos forrajeros de  $S_3$  a  $S_4$ . A continuación se presenta los resultados de los ensayos.

Destacan las variedades GIR-F-122 y GIR-F133 con un rendimiento en riego de 142 y 131  $\text{tha}^{-1}$  y en temporal con un promedio de 69 y 62  $\text{tha}^{-1}$ , las cuales fueron estadísticamente superiores a las demás, con una altura promedio de 2.6 m y días floración de 85 y 86 días respectivamente.

En el Cuadro 2, se muestra los resultados del análisis bromatológico de la variedad de girasol forrajero Gir-F122 realizado a tres modos distintos de conservación: a) Planta verde; b) Amogotado; y c) Ensilado. Destaca el modo de conservación tipo amogotado, ya que es el que posee mayor cantidad de proteína cruda 15%, lo cual se considera de alta calidad, posee bajos niveles de fibra FDA 35% y FDN 38%, ya esto incrementa la digestibilidad TND 68%, incrementando los niveles de energía de: mantenimiento ENm, de crecimiento y engorde ENg y de energía metabolizable EM (ver valores de  $\text{Mcalkg}^{-1}$  en el Cuadro 2) en el animal. Por último, resalta que el tipo amogotado posee el mayor valor relativo de forraje VFR 149, lo que lo clasifica como un forraje de primera calidad (entre 125 a 151). Enseguida destaca el tipo

No.	Variedad	Riego kgha <sup>-1</sup>			Temporal kgha <sup>-1</sup>			Promedio	D.F	D.C.	A.P.
		Celaya	Apaseo	Acámbaro	Kgha <sup>-1</sup>	días	cm	m			
2	Gir-F-122	142,218 a	62,810 a	77,121 a	94,049 a	85	25	2.61			
3	Gir-F-133	131,812 a	52,289 a	72,170 a	85,423 a	86	24	2.65			
7	Gir-F-176	86,715 b	40,110 b	54,128 b	60,317 b	82	20	2.32			
1	Gir-F-160	72,843 bc	40,100 b	55,055 b	55,999 bc	83	22	2.28			
4	Gir-F-165	69,174 bcd	32,200 bc	47,010 bc	49,461 bcd	82	23	2.42			
6	Gir-F-163	62,437 cd	30,607 bc	45,190 bc	46,078 bcd	80	24	2.33			
9	Syn 3750 (T)	62,437 cd	18,599 d	31,620 c	37,552 cd	84	27	1.85			
7	Gir-F-185	48,562 d	28,430 cd	42,035 bc	39,675 cd	80	25	2.29			
8	Olisum 4 (T)	48,560 d	18,590 d	31,953 c	33,034 d	82	26	1.91			
10	Victoria (T)	48,420 d	17,920 d	32,000 c	32,780 d	79	24	1.84			
Media testigos (T)		53,139	18,369	31,857	34,455	82	25	187			
Tukey 5%		21,510	10,950	15,425	18,904						

T= Testigo; D.F.= Días a floración; D.C.= Diámetro de capítulo en cm; A.P.= Altura de planta en m.

Cuadro 1. Rendimiento de biomasa verde de las siete variedades forrajeras en tres ambientes.

Variedad.	Conservado	MS %	Hum %	pH	PC %	FDA %	FDN %	C %	TND %	ENL*	ENm*	ENg*	EM*	VRF
Gir-F-122	En verde	90	8	-	10	37	39	11	67	1.47	1.56	0.96	2.37	141
	Amogotado	88	11	-	15	35	38	10	68	1.54	1.66	1.05	2.46	149
	Ensilado	93	6	4	10	46	49	12	60	1.35	1.35	0.78	2.19	99

\*=Mcal/kg<sup>-1</sup>; MS= Materia seca; Hum= Humedad; pH=Potencial de Hidrogeno; PC=Proteína cruda; FDA= fibra detergente ácida; FDN=Fibra detergente neutro; C= Cenizas; TND= Total de nutrientes digestibles; ENL=Extracto libre de nitrógeno; ENm= Energía neta para mantenimiento; ENg= Energía neta para para crecimiento y engorde; EM= Energía metabolizable; VRF= Valor relativo de forraje.

Cuadro 2. Análisis bromatológico realizado al girasol forrajero Gir-F-122, en tres modos de conservación: Planta verde, amogotado y ensilado.

de conservación en planta en verde con un VRF de 141 catalogándose también como un forraje de primera calidad y el de tipo ensilado se cataloga por su VRF de 99 como un forraje de tercera calidad (entre 87 a 102).

## CONCLUSIONES

Con base en el método de mejoramiento selección genealógica combinada mediante autofecundaciones entre y dentro de familias,

se logró generar al menos dos variedades forrajeras GIR-F-122 y GIR-F-133 de alta productividad con un rendimiento de más de 90 y 80 toneladas de biomasa verde a los 10 días después del inicio de la floración y una altura de 2.6 m.

La calidad del forraje de la variedad GIR-F-122 fue de primera calidad acorde al Valor Relativo de Forraje (VRF), el cual oscilo entre 141 en verde y 149 en amogotado.

## REFERENCIAS

- Bye, R., E. Linares y D. L. Lentz. 2009. México: centro de origen de la domesticación del Girasol. Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas, UNAM.12(1):5-12.
- Heiser, B. C. 1998. The domesticated sunflowers in old México?. Genetic Resources and Crop Evolution 45:447-449.
- Hernández, M., M. 2011. Cultivos Alternativos para Guanajuato. Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias. CIRCE. Campo Experimental Bajío. Celaya, Guanajuato. Libro Técnico No. 4.
- INEGI, 2007. Censo Agrícola, Ganadero y Forestal de México. Instituto Nacional de Estadística y Geografía. Gobierno de la República de México.
- Lardy, G., & Anderson, V. 2009. General concepts and recomendation for using alternative feeds. NDSU Extension Service. North Dakota State University, North Dakota.
- Lardy, G., Anderson, V. and C. Dahlen, 2022. Alternative feeds for ruminantes. NDSU Extension Service. North Dakota State University, North Dakota.
- Lentz, D.L., Pohl, M.E.D., Pope, K.O. & Wyatt, A.R. 2001. Preshistoric sunflower (*Helianthus annuus L.*) domestication in México. Economic Botany 55:370-376.
- Márquez. S. F, 1988. Genotecnia Vegetal II. AGT Editor, S.A. México. 665p.
- Rieseberg, L. H. & Seiler, G. 1990. Molecular evidence and the origin and development of the domesticated sunflower (*Helianthus annuus*). Econ. Bot. 44S, 79–91.
- Robles, S. R. 1980. Producción de oleaginosas y textiles. Editorial LIMUSA. México. 675p.
- SDAyR. 2020 Secretaria de Desarrollo Agroalimentario y Rura:. Análisis de la productividad y rentabilidad de las unidades de producción agroalimentarias del estado de Guanajuato. SDAyR-Gobierno del Estado de Guanajuato.
- SINAREFI, 2016. Recursos Fitogenéticos para la Alimentación y la Agricultura (RFAA), SNICS. Tlalnepantla, Edo. De México. 88p.
- Tang, S. X. & Knapp, S. J. 2003. Microsatellites uncover extraordinary diversity in native American land races and wild populations of cultivated sunflower. Theor. Appl. Genet. 106, 990–1003.
- Vrănceanu, A. V. 1977. El Girasol. Ed. Mundi-Prensa. Madrid España