© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Entomofauna

ZEITSCHRIFT FÜR ENTOMOLOGIE

Band 15, Heft 34: 397-404 ISSN 0250-4413 Ansfelden, 29. Juli 1994

Efecto de la polinización mediante insectos sobre la producción en una variedad híbrida de girasol (*Helianthus annus* L.) en el sur de España

F. Javier Ortiz-Sánchez & Alberto Tinaut

Abstract

Effect of insect pollination on the production of a hybrid sunflower variety (*Helianthus annus* L.) in southern Spain. - We have compared the effect of insect pollination and autogamy on the seed production of the sunflower variety Viky in the province of Granada. This variety was 96.49 % self-compatible. The percentages of oil in seeds as well as the qualitative and quantitative composition in fatty acids from isolated and open heads were comparable. - Key words: insects, pollination, production, hybrid sunflower, southern Spain.

Resumen

Se comparó el efecto de la polinización mediante insectos y el de la autofecundación sobre la producción de la variedad híbrida de girasol Viky en la provincia de Granada. Esta variedad demostró una autocompatibilidad del 96,49 %. El contenido en aceite de las semillas obtenidas por ambos métodos fue comparable tanto en cantidad total como en la composición cualitativa y cuantitativa de ácidos grasos. - Palabras clave: insectos, polinización, producción, girasol híbrido, sur de España.

© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Introducción

Es un hecho comprobado repetidas veces que la presencia de insectos polinizadores incrementa la producción de la mayoría de plantas cultivadas para consumo humano.

A pesar de que las flores simples que constituyen el capítulo del girasol son hermafroditas, requieren, dada su condición de proterandria, polen procedente de otras para ser fecundadas. Además, en el estado original, el polen de una flor no puede fecundar a otra con estigma receptivo dentro del mismo capítulo. Con ambas situaciones, el capítulo de girasol es normalmente auto-incompatible, requiriéndose polen procedente de un pie de planta distinto para la fecundación de sus flores. En variedades no híbridas, caso de ocurrir la fecundación entre flores del mismo capítulo, la producción de semillas es muy baja, éstas son de menor tamaño, y su contenido en aceite y poder de germinación son reducidos (BARRETT 1954).

En las últimas décadas se ha producido un gran impulso en la producción de híbridos, habiéndose conseguido cultivares de gran vigor, más productividad, y mayor resistencia a enfermedades. La investigación ha avanzado espectacularmente en este aspecto, y han aparecido ya híbridos con tasas de autogamia que han llegado al 100 % (FURGALA et al. 1979).

En España hay que destacar un importante trabajo de mejora que ha desarrollado un ambicioso programa de experimentación de híbridos importados, multiplicados y seleccionados en nuestro país (BERENGENA 1980, DIAZ & GIMENO 1976). Sin embargo, no conocemos la existencia de proyectos destinados al conocimiento de las comunidades de insectos polinizadores de esta compuesta y su posible efecto sobre la producción en Andalucía oriental. Esta situación, unida al interés del girasol en España, donde se cultivan unas 950.000 Ha, alcanzándose una producción anual próxima al millón de toneladas, nos animó a realizar el presente trabajo. En él queríamos determinar el grado de dependencia del girasol respecto de los insectos polinizadores a nivel de producción de fruto, cuajado de semilla, y contenido lipídico de ésta.

Metodología

El ensayo fue realizado en el sureste de España, en la localidad de Albolote, a unos 10 km de Granada en línea recta. Dicho lugar pertenece a la comarca de "La Vega", la cual constituye una gran depresión con materiales coluviales cuaternarios, siendo arcillosos sus suelos. En esta zona el girasol se cultiva en régimen de regadío, y coincide su floración con la del maíz (*Zea mays* L.) como principal cultivo. La Tabla 1 recoge una breve caracterización climática de esta localidad.

Se realizó el ensayo en una finca de aproximadamente 2 Ha de superficie. En ella se sembró la variedad híbrida Viky (Semillas Fitó, Francia) el día primero de mayo de 1987, guardando una distancia de 70 cm entre hileras y 40 cm entre plantas, dando así una densidad de 36.000 plantas por Ha.

Para asegurar la presencia de abejas de miel (*Apis mellifera* L.) se instalaron cuatro colmenas tipo Layens de doce cuadros, en el lado oeste del campo, orientadas al este.

Previamente a la floración (la cual comenzó a mediados de julio) fueron elegidos al azar diez pares de plantas. De cada par fue cubierto con una bolsa de tul tupido el capítulo de un individuo (autofecundación) para evitar el acceso de los insectos, mientras que el otro

© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

individuo permaneció intacto (polinización libre), permitiendo la polinización entomógama. Acabada la floración (primera semana de agosto) éste también fue cubierto, para evitar que los pájaros consumieran sus aquenios.

Se esperó el cuajado y maduración en el campo, y se procedió a recoger los 20 capítulos a mediados de septiembre. Cada uno de ellos fue desgranado manualmente, siendo contados y pesados los aquenios en fresco.

Se calculó la tasa de autocompatibilidad (TAC) mediante la siguiente ecuación. - Donde: NAF = número de aquenios fértiles, NAT = número total de aquenios producidos, AF = autofecundación, PL = polinización libre.

$$\frac{NAF\ AF}{NAT\ AF} \cdot \frac{NAF\ PL}{NAT\ PL}$$

El estudio de la composición lipídica se basó en técnicas propuestas en la bibliografía (BLIGH & DYER 1959, LECHEVALLIER 1966, METCALFE et al. 1966). Los pasos seguidos fueron: 1) extracción de lípidos totales (con hexano-isopropanol); 2) extracción y metilación de ácidos grasos de los lípidos totales; y 3) separación y cuantificación de los ácidos grasos mediante cromatografía en fase gaseosa (con ácido heptadecanoico como patrón interno).

Resultados

La densidad media de insectos polinizadores a lo largo del día y de la floración fue de 7,17 / 100 capítulos (2.581,2 / Ha). La abeja de miel fue el polinizador mayoritario (55,35 % del total), seguida por el resto de especies de abejas (27,66 %) y dípteros de la familia Syrphidae (6,88 %).

En las Tablas 2 y 3 reflejamos los resultados obtenidos en cuanto a número de aquenios producidos por girasol, proporción de semilla bien desarrollada, peso (Tabla 2), porcentaje de ácidos grasos en semilla, y composición cualitativo-cuantitativa de estos (Tabla 3) (ya que los ácidos grasos son prácticamente la totalidad de la estructura macromolecular de los lípidos presentes en la semilla de girasol, se suele simplificar haciendo sinónimos ambos conceptos).

A partir de la Tabla 2 se calculó una tasa de autocompatibilidad (TAC) del 96,49 %. Los girasoles en autofecundación dieron una cantidad de aquenios que fue estadísticamente superior a la de aquellos en polinización libre (X = 1.438,3, D.S. = 213,1, frente a X = 1.263,9, D.S. = 180,6) (en lo sucesivo, X: media aritmética; D.S.: desviación estándar). Sin embargo, ese incremento se debió al número de aquenios cuya semilla había cuajado irregularmente o no cuajó en absoluto, estadísticamente mayor en los girasoles en autofecundación que en los polinizados por insectos. Observaciones de otros autores (PASDA & DIEPENBROCK 1991, VRANCEANU et al. 1978) indican que altas temperaturas tienen efecto negativo sobre la autocompatibilidad del girasol, y en nuestro caso podemos suponer que las bolsas de tul de los capítulos en autofecundación crearon un microclima más cálido, el cual pudo ocasionar el mayor número de aquenios infértiles.

La mayor cantidad de semillas mal cuajadas en los girasoles aislados hizo que el peso total de éstas fuera significativamente mayor que el correspondiente en los girasoles polinizados. No obstante, lo que en definitiva interesa a nivel económico es el peso de las

© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

semillas bien cuajadas por girasol, el cual no pudo demostrarse que fuera mayor en los girasoles embolsados (X = 50,8 gr, D.S. = 17,8 frente a X = 45,6 gr, D.S. = 13,7 en los polinizados).

La Tabla 3 recoge los resultados referentes al contenido de lípidos totales y su composición en ácidos grasos. En los aquenios procedentes de girasoles que permanecieron intactos se obtuvo un promedio de 28,28 % (D.S. = 6,25) de ácidos grasos totales en semilla fresca, frente a un 26,00 % (D.S.: 7,18) en los procedentes de girasoles aislados. Esta ligera diferencia, que podría explicarse con las conclusiones de PASDA & DIEPENBROCK (1991) referentes a una disminución en el contenido en aceite debido a altas temperaturas, en nuestro caso motivadas por las bolsas de aislamiento, no resultó ser significativa estadísticamente. Estas cifras, a su vez, son muy próximas a las que dan otros análisis efectuados en nuestra región (BELVER en 1986, detecta una concentración de lípidos en las semillas del cultivar HK "... de alrededor de un 30 %, referido a materia fresca, o de un 75 % en función del peso seco.").

Fueron detectados cinco ácidos grasos en el contenido lipídico de las semillas, correspondiendo aproximadamente un 16 % a los saturados (palmítico y esteárico), y un 84 % a los insaturados (oléico, linoléico, y linolénico). Estas proporciones coinciden con los resultados obtenidos por BELVER (1991). Tampoco hemos apreciado diferencias sustanciales en la composición según el modo de polinización al cual fueron sometidos los girasoles. Tan sólo pudo demostrarse diferencia significativa en el ácido linolénico, presente a nivel de trazas, el cual fue más abundante en las semillas de girasoles con polinización cruzada que en las producidas por autofecundación.

Discusión

Una larga carrera de investigación agronómica ha permitido alcanzar la aspiración de conseguir la máxima producción de semilla de girasol sin que intervengan los insectos polinizadores. A ella se ha llegado tras la sucesión de mejoras en los cultivares gracias a la consecución de híbridos por andro-esterilidad genética en la década de los 60, y, sobre todo, al descubrimiento de la andro-esterilidad citoplasmática (LECLERCQ 1970) y restablecimiento de la fertilidad (KINMAN 1970). Muchos ensayos han ido atestiguando las mejoras conseguidas.

Los estudios más antiguos, con variedades no híbridas, daban tasas de autocompatibilidad muy bajas. Así vemos cómo FREE & SIMPSON (1964) encontraron el 64,9 % de cuajado en girasoles intactos y el 1,2 % en los aislados; o cómo GUYNN & JAYCOX (1973) obtuvieron un 73,0 % y un 6,1 % respectivamente. Pero esas diferencias espectaculares se han ido atenuando, como en los ensayos de KRAUSE & WILSON (1981), quienes daban tasas del 83,0 % para los capítulos de girasol abiertos y del 49,0 % para los cubiertos, hasta llegar a los trabajos de PARKER (1981). Este autor, con girasol híbrido, encontró que en sus ensayos de 1977 no había diferencia estadística entre la producción en girasoles intactos y girasoles aislados, y, en los de 1978, observó la existencia de diferencia significativa en el 75,0 % de los cultivares estudiados. El porcentaje global de semilla bien cuajada fue del 69,6 % en los girasoles polinizados, y del 44,3 % en los aislados.

Distintos autores han estudiado también el peso de lotes de semillas, y los resultados han sido variados. Por ejemplo, PARKER (1981) encontró que las semillas eran siempre más

© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

pesadas en los girasoles polinizados por insectos, pero la diferencia era significativa solamente en aquellas variedades con alta tasa de autocompatibilidad. FREUND & FURGALA (1982), sin embargo, observaron lo contrario pues, apreciando diferencia significativa en la mitad de sus cultivares, aquélla era favorable a los girasoles que quedaban aislados de los insectos polinizadores.

A estos resultados hemos de confrontar los obtenidos en nuestro trabajo, consonantes con los antecedentes, y que han permitido demostrar que la variedad estudiada, Viky, es un híbrido autocompatible al 96,49 % en las condiciones ya referidas, tanto físicas (marco de plantación, régimen de riego, climatología, ...) como de insectos visitadores.

El hecho de que la tasa de autocompatibilidad alcance prácticamente el 100 % implica que en esta variedad el concurso de polen extraño para la fecundación de las flores es casi despreciable, por lo que la presencia o no de una fauna polinizadora no es un factor limitante de la producción.

Sobre el otro atributo, el contenido de aceite en semilla fresca, hay que tener en cuenta la existencia de una serie de factores que, independientes de la polinización (estrés hídrico, elementos como el nitrógeno o el boro, temperatura, fecha de siembra, ...), influyen sobre él. Esto hace que no tenga mucho sentido comparar nuestros resultados absolutos con los de otros autores. Sin embargo, sí debemos discutir si cabría esperar que, siendo un híbrido autocompatible casi al 100 %, existieran diferencias debidas a la auto o alogamia.

Autores como MAHMOOD & FURGALA (1983) revelaban que la gran mayoría de variedades que estudiaron producían semillas con más aceite cuando eran visitadas por insectos. ROBINSON (1980), aun con variedades autógamas 100 %, encontraba también significativa esa diferencia. Sin embargo, también hay trabajos, como el de KRAUSE & WILSON (1981), que concluyen que no existe diferencia entre la cantidad de aceite producida por girasoles polinizados por insectos y la producida por girasoles en autofecundación. Tampoco PARKER (1981) apreció diferencia alguna en ese sentido.

Por todo lo expuesto, y de acuerdo, además, con nuestros resultados, queda claro que el contenido en aceite sí puede variar en los cultivares no híbridos, ya que, dependientes de polen procedente de girasoles diferentes al receptor, consiguen frutos procedentes de recombinación genética. Sin embargo, en los híbridos, con flores hermafroditas autocompatibles, esto no tiene sentido y, ya que la fuente dadora y receptora de polen siempre es genéticamente la misma, el contenido lipídico no tiene por qué variar, luego lo lógico es que los resultados sean equivalentes para girasoles autofecundados y girasoles en polinización libre.

En cuanto a la posible existencia de diferencias en la composición cualitativa del aceite de girasol según el modo de polinización de sus flores, en nuestro ensayo sólo se apreció diferencia estadísticamente significativa en el ácido graso minoritario, el linolénico, con mayor participación porcentual en las semillas debidas a polinización cruzada que en las procedentes de girasoles aislados.

Normalmente se acepta que las tasas de los ácidos grasos mayoritarios son las que influyen en la calidad del aceite (GOMEZ-ARNAU 1988). Como se ve, las semillas de nuestros girasoles presentaron unas diferencias en ese sentido tan pequeñas que no resultaron significativas. Esto, unido a que el linolénico aparece normalmente a nivel de trazas, y que no se ha encontrado que guarde relación con la calidad del aceite, nos hace afirmar que la polinización cruzada con la mediación de insectos en la variedad Viky tampoco generó

© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

efecto alguno sobre la calidad del aceite.

Conclusiones

El cultivar híbrido Viky, en condiciones de regadío en la comarca de "La Vega" de Granada (España) presentó una tasa de auto-compatibilidad del 96,49 %. Esto se traduce en que la polinización por medio de insectos es despreciable frente a la autógama en cuanto a: producción de aquenios; peso de estos; contenido de ácidos grasos totales; y calidad del aceite.

Tabla 1. Caracterización climática de "La Vega" (Granada, España) durante los meses de verano. (Climatic characteristics of "La Vega", Granada, Spain, in summer).

	T	R	I	U
Junio	22,2	2,0	342,5 (78%)	52,9 - 24,8
Julio	24,2	26,2	346,8 (78%)	69,4 - 29,4
Agosto	24,8	18,2	292,2 (69%)	81,0 - 37,0
Septiembre	23,5	8,3	264,9 (71%)	56,9 - 24,6

T = temperatura media mensual (°C); R = precipitación total (mm); I = insolación (horas al mes; entre paréntesis, % medio diario); U = humedad relativa media (7 h - 18 h):

Tabla 2: Producción de aquenios de girasol en los capítulos estudiados en Albolote (Granada, España). Las medias seguidas de la misma letra son diferentes con P < 0,05 (U de MANN-WHITNEY). (Sunflower production in Albolote, Granada, Spain. Means followed by same letter are different, P < 0.05 (MANN-WHITNEY's U).

		NAT	NAF	NAI	PT	PAF	/100	PAI	/100
P	T	12.639	8.848	3.791	483,2	456,1		27,1	
L	(%)		(69,46)	(30,54)		(94,39)		(5,61)	
	X	1263,90a	884,80	379,10b	48,32	45,61	5,12	2,71c	0,75
	D.S.	180,64	198,41	98,06	13,71	13,73	1,22	0,76	0,23
A	T	14.383	9.716	4.667	544,4	507,9		36,5	
F	(%)		(67,55)	(32,45)		(93,30)		(6,70)	
	X	1438,30a	971,60	466,70b	54,44	50,79	5,08	3,65c	0,79
	D.S.	213,15	206,18	55,86	17,92	17,79	0,98	1,08	0,24

PL = polinización libre; AF = autofecundación; NAT = número total de aquenios producidos; NAF = número de aquenios fértiles; NAI = número de aquenios infértiles; PT = peso del total de aquenios (gr); PAF = peso de los aquenios fértiles; PAI = peso de los aquenios infértiles; /100 = peso de 100 aquenios; T = total.

© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

Tabla 3. Composición en ácidos grasos de las semillas de girasol (los datos se presentan por gramo de semilla fresca). Igual tratamiento estadístico que en la tabla anterior. (Fatty acid composition of sunflower seeds - data expressed by fresh seed gram. Same statistic method than previous table).

		% ácidos grasos	Palmítico (%)	Esteárico (%)	Oléico (%)	Linoléico (%)	Linolénico (%)
PL	X	28,28	0,0267 (9,4860)	0,0171 (6,1393)	0,0844 (29,7748)	0,1536 (54,2623)	0,0010 (0,3401)d
	D.S.	6,25	0,0055 (0,7020)	0,0037 (1,1942)	0,0208 (2,2120)	0,0357 (3,1367)	0,0004 (0,1477)
AF	X	26,00	0,0252 (9,7125)	0,0167 (6,5420)	0,0784 (30,0469)	0,1392 (53,4848)	0,0005 (0,2178)d
	D.S.	7,18	0,0069 (0,8813)	0,0048 (1,3270)	0,0235 (1,3679)	0,0392 (2,8230)	0,0003 (0,1356)

PL = polinización libre; AF = autofecundación.

Agradecimientos

Al Dr. Juan Pedro DONAIRE y su equipo de colaboradores, del Departamento de Bioquímica Vegetal de la Estación Experimental del Zaidín (Consejo Superior de Investigaciones Científicas, Granada), por posibilitarnos la realización del análisis de lípidos y ácidos grasos en su laboratorio.

Referencias

BARRETT, C.F. - 1954. Sunflower pollination. - Ent. Soc. Manitoba Proc. 10: 25-28.

BELVER, A. - 1986. Cambios metabólicos y estructurales inducidos por el boro en raíces y cotiledones de plántulas de girasol (*Helianthus annuus* L.). - Tesis Doctoral, Universidad de Granada, 278 pp.

BERENGENA, A. - 1980. La producción y sus componentes en un cultivo de girasol. Diferencias intervarietales. - An. INIA, Sér. Prod. veg. 12: 293-307.

BLIGH, E.G. & DYER, W.S. - 1959. A rapid method of total lipid extraction and purification. - Can. J. Biochem. Biophys. 37: 911-917.

DIAZ DE LA GUARDIA, M. & GIMENO, V. - 1976. Experiencias de comparación de variedades de girasol, 1973-1975. - Comun. INIA, Sér. Prod. veg. 8, 39 pp.

FREE, J.B. & SIMPSON, J. - 1964. The pollination requirements of sunflower (*Helianthus annuus* L.). - Empire J. Expt. Agr. 32 (128): 340-342.

FREUND, D.E. & FURGALA, B. - 1982. Effect of pollination by insects on the seed set and yield of tenoilseed sunflower cultivars. - Am. Bee J. 122 (9): 648-652.

FURGALA, B., NOETZEL, D.M. & ROBINSON, R.G. - 1979. Observations on the pollination of hybrid sunflowers. - Md. Agric. Exp. Sta. Spec. Misc. Publ. 1: 45-48.

GOMEZ-ARNAU, J. - 1988. El cultivo del girasol. - Hojas Divulgadoras M.A.P.A. 20, 31 pp.

GUYNN, G. & JAYCOX, E.R. - 1973. Observations on sunflower pollination in Illinois. - Am. Bee J. 113 (5): 168-169.

© Entomofauna Ansfelden/Austria; download unter www.biologiezentrum.at

KINMAN, M.L. - 1970. Greetings from Murray L. Kinman. - Proc. IVth Int. Sunflower Conf., Memphis, pp.181-183.

KRAUSE, G.L. & WILSON, W.T. - 1981. Honey bee pollination and visitation patterns on hybrid oilseed sunflowers in Central Wyoming (Hymenoptera: Apidae). - J. Kansas. Entomol. Soc. 54 (1): 75-82.

LECHEVALLIER, D. - 1966. Les lipides des Lemnacées: analyse des acides gras des lipides des frondes de *Spirodela polyrrhiza*. - C. R. Acad. Sci. Paris 263: 1489-1852.

LECLERCQ, P. - 1970. Sunflower hybrids using male sterility. - Proc. IVth Int. Sunflower Conf., Memphis, pp.123-126.

MAHMOOD, A.N. & FURGALA, B. - 1983. Effect of pollination by insects onseed oil percentage of oilseed sunflower. - Am. Bee J. 123 (9): 663-667.

METCALFE, L.D., SCHMITZ, A.A. & PELKA, J.R. - 1966. Rapid preparation of fatty and esters from lipids for gas chromatographic analysis. - Anal. Chem. 38: 514-515.

PARKER, F.D. - 1981. Sunflower pollination: abundance, diversity and seasonality of bees and their effect on seed yields. - J. Apic. Res. 20: 49-61.

PASDA, G. & DIEPENBROCK, W. - 1991. Die physiologische Ertragsanalyse der Sonnenblume (*Helianthus annuus* L.), Teil II: Klimafaktoren. - Fat Sci. Technol. 93 (5): 155-168.

ROBINSON, R.G. - 1980. Artifact autogamy in sunflower. - Crop. Sci. 20: 814-815.

VRANCEANU, A.V., STOENESCU, F.M. & SCARLAT, A. - 1978. The influence of different genetic and environmental factors on pollen self-compatibility in sunflower. - Proc. VIIIth Int. Sunflower Conf., Minneapolis, pp.453-465.

F. Javier ORTIZ-SÁNCHEZ
Olimpiadas 40, 6
04700 El Ejido, Almería (Spain)

Alberto TINAUT
Departamento de Biología Animal y
Ecología. Universidad de Granada
18071 Granada, Spain

Druck, Eigentümer, Herausgeber, Verleger und für den Inhalt verantwortlich: Maximilian Schwarz, Konsulent für Wissenschaft der O.Ö. Landesregierung, Eibenweg 6, A - 4052 Ansfelden.
Redaktion: Erich Diller, Münchhausenstraße 21, D-81247 München;
Michael Hiermeier, Allacher Str. 273 d, D-80999 München;
Max Kühbandner, Marsstraße 8, D-85609 Aschheim;
Wolfgang Schacht, Scherrerstraße 8, D-82296 Schöngeising;
Erika Schamhop, Werner-Friedmann-Bogen 10, D-80993 München;
Thomas Witt, Tengstraße 33, D-80796 München 40;
Postadresse: Entomofauna, Münchhausenstraße 21, D-81247 München; Tel. 089/8107-0, Fax -300.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Entomofauna

Jahr/Year: 1994

Band/Volume: 0015

Autor(en)/Author(s): Ortiz-Sanchez F. Javier, Tinaut Alberto

Artikel/Article: Efecto de la polinización mediante insectos Bobre la producciön en una variedad híbrida de girasol (Helianthus annus L.) en el Bur de España. 397-404