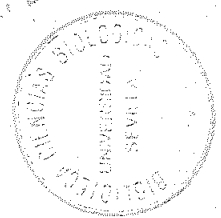
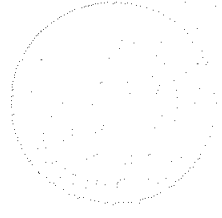


Td
629

R. 6648



UNIVERSIDAD DE SEVILLA
FACULTAD DE BIOLOGIA



TESIS DOCTORAL

PARASITISMO DEL JOPO (OROBANCHE CEPNUA, LOELF. (O. CUMANA, WALLR.)) EN GIRASOL (HELIANTHUS ANNUUS L.), SU RESPUESTA AL GLIFOSATO Y VARIABILIDAD ISOENZIMATICA INTRAESPECIFICA

UNIVERSIDAD DE SEVILLA
SECRETARIA GENERAL

Tesis Doctoral presentada por Mercedes Castejón Muñoz para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas.

Queda registrada esta Tesis Doctoral el día 33 número 57 del libro de inscripciones de Sevilla, el día 25 OCT. 1989

El Jefe del Registro de Tesis,

Alfonso de Pita

DOCTORANDO:

DIRECTORES DE TESIS

DR. D. Luis García Torres DR. D. Fernando Romero Muñoz

TUTOR: Prof. DR. D. Salvador Talavera

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

Expediente en la...
de esta Universidad desde el día...
del día...
de 19...
EL DIRECTOR DE

SEPTIEMBRE 1.989

UNIVERSIDAD DE SEVILLA



DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA VEGETAL
Y ECOLOGIA

Apartado de Correos 1095
41080 - SEVILLA - ESPAÑA (SPAIN)

BENITO VALDES CASTRILLON, Director del Departamento de
Biología Vegetal y Ecología,

CERTIFICA: que Dña. Mercedes Castejón Muñoz ha finalizado bajo la tutoría de este Departamento su trabajo de investigación sobre "Parasitismo del Jopo (*Orobanche cernua* Loelf. (*O. cumana* Wallr.) en girasol (*Helianthus annuus* L. Su respuesta al glifosato y su variabilidad isoenzimática intraespecífica" para optar al grado de Doctor en Ciencias Biológicas, cumpliendo los requisitos establecidos por la legislación vigente.

Y para que conste, firma el presente certificado en Sevilla, a 18 de Octubre de 1989.

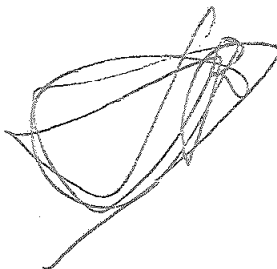
B. Valdés

Fdo. B. Valdés

FERNANDO ROMERO MUÑOZ, DR. EN CIENCIAS BIOLÓGICAS,
INVESTIGADOR DE LA D.G.I.E.A.

CERTIFICA:

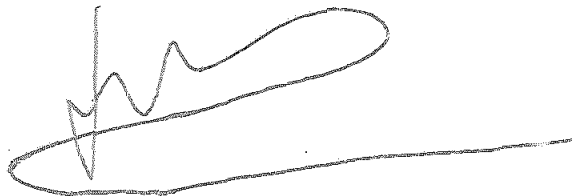
Que dña. MERCEDES CASTEJON MUÑOZ ha realizado bajo mi
dirección el trabajo titulado PARASITISMO DEL JOPO
(Orobancha carnua, Loelf. (O. gumana, Walbr.)) EN
GIRASOL (Helianthus annuus L.), SU RESPUESTA AL
GLIFOSATO Y SU VARIABILIDAD ISOENZIMÁTICA INTRA-
ESPECÍFICA, para optar al grado de Doctor en Ciencias
Biológicas, cumpliendo los requisitos establecidos por
la legislación vigente. Y para que conste, firmo la
presente en SEVILLA, Septiembre 1.989.



LUIS GARCIA TORRES, DR. ING. AGRONOMO Y Ph.D., INVESTIGADOR
DEL C.S.I.C.

CERTIFICA:

Que dña. MERCEDES CASTEJON MUÑOZ ha realizado bajo mi
dirección el trabajo titulado PARASITISMO DEL JOPO
(Orobanche cernua, Loelf. (O. cumana, Walp.)) EN
GIRASOL (Helianthus annuus L.), SU RESPUESTA AL
GLIFOSATO Y SU VARIABILIDAD ISOENZIMATICA INTRA-
ESPECIFICA, para optar al grado de Doctor en Ciencias
Biológicas, cumpliendo los requisitos establecidos por
la legislación vigente. Y para que conste, firmo la
presente en Córdoba, Septiembre 1.989.



A mis Padres en el recuerdo

INDICE

	Pag.
AGRADECIMIENTOS	V
LISTA DE TABLAS	VII
LISTA DE FIGURAS	IX
RESUMEN	XI
1 INTRODUCCION	1
2 ANTECEDENTES	5
3 MATERIALES Y METODOS	14
3.1 Distribución e incidencia del jopo en el cultivo de girasol en Andalucía.	14
3.1.1. Severidad e incidencia de las infestaciones.	14
3.1.2. Dispersión de las semillas de jopo a través de aquenios de girasol.	16
3.1.2.1. Efecto de la infección natural de las semillas de girasol.	17
3.1.2.2. Evolución de una población de jopos originada por infestación artificial a través de semillas de girasol.	17
3.2. Interrelación fenológica y en crecimiento jopo - girasol e influencia de la época de siem- bra del cultivo.	18
3.2.1. Interrelación fenológica y crecimiento.	18
3.2.2. Influencia de la época de siembra del cultivo.	18
3.3. Control herbicida del jopo en girasol con glifosato.	22

3.3.1. Eficacia del glifosato según estados de desarrollo de la especie parásita.	22
3.3.1.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simple del herbicida.	22
3.3.1.2. Aplicaciones simples vs repetidas.	23
3.3.1.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones del herbicida.	23
3.3.2. Tolerancia del girasol no infectado a las aplicaciones de glifosato.	23
3.3.2.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simples del herbicida .	24
3.3.2.2. Aplicaciones simples vs repetidas.	24
3.3.2.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones herbicida	24
3.4. Determinación de la variación Isoenzimática intraespecífica de <u>D. carnua</u> .	26
3.4.1. Recolección y preparación de la muestra.	26
3.4.2. Análisis electroforético.	27
3.4.3. Tinción	28
3.4.4. Fijación	30
3.4.5. Nomenclatura	30
4 RESULTADOS	32
4.1. Distribución e incidencia del jopo en el cultivo de girasol en Andalucía.	32
4.1.1. Severidad e incidencia de las infecciones.	32
4.1.1.1. Efecto de la repetición del cultivo	35
4.1.1.2. Efecto de los cultivares.	37
4.1.2. Dispersión de las semillas de jopo a través de aquenios de girasol.	38

4.1.2.1. Efecto de la infestación natural de las semillas de girasol.	38
4.1.2.2. Evolución de una población de jopo originada por infestación artificial a través de semillas de girasol.	38
4.2. Interrelación fenológica y en crecimiento jopo - girasol e influencia de la época de siembra del cultivo.	42
4.2.1. Interrelación fenológica y crecimiento.	42
4.2.2. Influencia de la época de siembra del cultivo.	45
4.3. Control herbicida del jopo en girasol con glifosato.	59
4.3.1. Eficacia del glifosato según estados de desarrollo de la especie parásita.	59
4.3.1.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simples del herbicida.	59
4.3.1.2. Aplicaciones simples vs repetidas.	61
4.3.1.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones herbicida	61
4.3.2. Tolerancia del girasol no infectado a las aplicaciones de glifosato.	63
4.3.2.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simples del herbicida.	65
4.3.2.2. Aplicaciones simples vs repetidas.	69
4.3.2.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones herbicidas.	69
4.4. Determinación de la variación Isoenzimática intraespecífica de <u>Q. cernua</u> en Andalucía.	73

4.4.1. Descripción de los diferentes patrones Iso- máticos	73
5 CONCLUSIONES.	88
6 REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍAS.	90

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mis más sincero agradecimiento a aquellas personas e instituciones que han colaborado en la realización de estos trabajos y muy especialmente.

A los Drs. Fernando Romero Muñoz y Luis García Torres, Directores de ésta Tesis, por su inestimable ayuda, estímulo y orientación.

A la Dra. M^a José Suso Llamas, por la información facilitada y colaboración en los trabajos sobre caracterización isoenzimática

Al Dr. Julio Mesa García, por su orientación en la elaboración de los datos.

A Carlos Romero Donoso, por la aportación de conocimientos informáticos, de gran utilidad en el análisis de los trabajos, y por su perseverante estímulo y sacrificio.

A Amparo Torre Sabariego, Carmen Dorado y Rosario Fraguas Cano, Auxiliares de laboratorio por su constante ayuda.

A Andrés Gutiérrez Rodríguez, Manuel Armentero y Joaquín Velencoso Lasierra, por su valiosa colaboración en los trabajos de campo

A todos mis compañeros del departamento de Patología del C.I.D.A. de Sevilla y Malherbología del C.I.D.A. de Córdoba por sus sugerencias y constante estímulo.

A José Copete Jefe de explotación de la finca Tomejil, Propiedad de la D.G.I.E.A. por haber facilitado en todo momento el seguimiento de los ensayos y por la incesante

observación de los mismos

A la Cooperativa Agrícola de El Coronil, por el enorme interés manifestado en la realización de éstos trabajos, y sin cuyo apoyo no hubieran podido llevarse a cabo.

A los agentes del Servicio de Extensión Agraria que colaboraron en el estudio de prospección del cultivo de girasol.

LISTA DE TABLAS

Pag.

1.- Severidad e incidencia media de la infección por <u>Q. cernua</u> según áreas de población y cultivar.	34
2.- Influencia de la repetición del cultivo de girasol comestible en la incidencia y severidad de las infecciones de <u>Q. cernua</u> .	36
3.- Influencia del número de años de repetición del cultivo de girasol comestible en la severidad e incidencia de la infección del girasol oleaginoso subsiguiente.	38
4.- Severidad e incidencia media según cultivar de girasol comestible.	38
5.- Influencia del momento de aplicación y dosis simples de glifosato en el control de <u>Q. cernua</u> y producción del girasol. 1.986.	60
6.- Influencia de aplicaciones repetidas de glifosato en el control de <u>Q. cernua</u> y producción de girasol. 1.986.	62
7.- Influencia de aplicaciones repetidas de glifosato e intervalo de tiempo, entre dichas aplicaciones, en el control de <u>Q. cernua</u> y producción de girasol.	64
8.- Influencia de las aplicaciones simples de glifosato, en diferentes estados de desarrollo del girasol, en la fitotoxicidad y producción del cultivo (1.986).	68
9.- Influencia de aplicaciones repetidas de glifosato en la fitotoxicidad y producción del cultivo.	70
10.- Influencia de aplicaciones dobles de glifosato e intervalo de tiempo entre dichas aplicaciones, en la fitotoxicidad y producción de distintos cultivares de girasol	71

comestible.

- 11.- Frecuencia de aparición de los distintos patrones isoenzimáticos de Q. cernua parasitando girasol comestible. 86
- 12.- Frecuencia de aparición de los distintos patrones isoenzimáticos de Q. cernua parasitando girasol oleaginoso. 87

LISTAS DE FIGURAS

	Pag.
1.- Zonas prospectadas del cultivo de girasol en Andalucía.	15
2.- Diferentes estados de desarrollo de <u>Q. crenata</u> .	20
3.- Porcentaje de campos infestados por <u>Q. cernua</u> según niveles de infección.	33
4.- Aquenio de girasol comestible portador de semillas de <u>Q. cernua</u> .	40
5.- Variación de la infestación del suelo por semillas de <u>Q. cernua</u> , a través de aquenios de girasol, expresada como número medio de jopos emergidos por planta.	41
6.- Relación fenológica jopo - girasol y evolución de la infección en el tiempo (1.986-1.987).	43-44
7.- Efecto cultivar en la interrelación fenológica huésped - parásito.	46
8.- Influencia de la época de siembra en la relación fenología cultivo - especie parásita y la evolución de la infección (1.988-1.989).	47-48
9.- Variación de la temperatura media y contenido hídrico del suelo durante el ciclo del cultivo (1.988-1.989).	50-51
10.- Evolución de la altura de la parte aérea de la planta de girasol según épocas de siembra (1.988-1.989).	54-55
11.- Evolución del peso seco de la parte aérea de la planta de girasol y del jopo según épocas de siembra (1988-1989).	56-57
12.- Producción de girasol infestado y sin infestar según épocas de siembra.	58
13 a,b.- Síntomas de fitotoxicidad en girasol causados por glifosato.	66-67

- 14.- Patrones isoenzimático del enzima alcohol deshidrogenasa 74
(ADH) en Q. cernua parasitando girasol comestible y oleaginoso.
- 15.- Patrones isoenzimático del enzima glutamato deshidrogenasa 76
(GDH) en Q. cernua parasitando girasol comestible y oleaginoso.
- 16.- Patrones isoenzimático del enzima δ fosfogluconato 77
deshidrogenasa (δ PGDH) en Q. cernua parasitando girasol comesti-
ble y oleaginoso.
- 17.- Patrones isoenzimático del enzima málico (ME) en Q. cernua 79
parasitando girasol comestible y oleaginoso.
- 18.- Patrones isoenzimático del enzima málico (ME) en Q. cernua 80
según cultivar en Fuente de Piedra.
- 19.- Patrones isoenzimático del enzima superóxido dismutasa 81
(SOD) en Q. cernua parasitando girasol comestible y oleaginoso.
- 20.- Patrones isoenzimático del enzima glutamato oxalacetato 83
transaminasa (GOT) en Q. cernua parasitando girasol comestible y
oleaginoso.
- 21.- Patrones isoenzimático de las enzimas esterases (Est.) en Q. 84
cernua parasitando girasol comestible y oleaginoso.

RESUMEN

Se han llevado a cabo en Andalucía, desde 1.986 hasta 1.989 ambos inclusivos, diversos trabajos de campo y laboratorio que han tenido por objeto estudiar.

1.- La distribución e incidencia de Q. cernua en los cultivos de girasol y los factores que propician las infestaciones.

2.- La interrelación fenológica y de crecimiento jopo-girasol así como la influencia de la época de siembra del cultivo en dicho fenómeno.

3.- La tolerancia del girasol no infestado a las aplicaciones de glifosato según dosis herbicida, estados de desarrollo y cultivares.

4.- La eficacia del glifosato en el control del jopo según estados de desarrollo de la especie parásita y dosis herbicida.

5.- La variación isoenzimática intraespecífica de Q. cernua.

Mientras que el 100% de los campos de girasol comestible visitados se encuentran infestados con Q. cernua, y de ellos el 69% presentaban niveles de infección superior a 5 jopos por planta, en girasol oleaginoso tan solo el 28% estaban infestados con niveles de infección que variaban entre 0-2 y 3-6 jopos/planta en el 16 y 12% de los campos.

Las zonas con mayores índices de severidad tanto en girasol comestible como en oleaginoso corresponden a las

consideradas como tradicionales en cuanto al cultivo de girasol comestible. Dichos niveles se ven favorecidos por el número de años de repetición del cultivo tanto en el mismo campo como en sus proximidades. La infección de los cultivares de girasol comestible, Gigante e Israelita fué similar en cuanto a su incidencia pero no en severidad.

La presencia de semillas de O. gervua en los aquenios de girasol propician su dispersión a largas distancias. El porcentaje de aquenios infestado varió desde 2-9% para campos de menor y mayor grado de infestación respectivamente.

El incremento progresivo del número de jopos emergidos en el transcurso del estudio de una población, originada artificialmente por infestación a través de aquenios de girasol, pone de manifiesto la rapidez e intensidad con que puede infestarse un campo con semillas de O. gervua a través de las de girasol.

En todos los experimentos sobre interrelación fenológica jopo-girasol se observó una instalación secuencial y posterior emergencia del parásito. La instalación se apreció por primera vez en plantas de girasol con tres pares de hojas y en un corto periodo de tiempo se observó la coexistencia de jopos en diferentes estados de desarrollo, coincidiendo la predominancia de los mismos con un determinado estado de desarrollo del cultivo de girasol.

La emergencia del jopo coincidió con el inicio de la floración del cultivo. No se observaron diferencias entre los cultivares Gigante e Israelita en el transcurso del estudio sobre dicha interrelación fenológica.

En cuanto a la influencia de la época de siembra del cultivo de girasol comestible el inicio del parasitismo fué siempre observado en plantas de girasol con 6 hojas y la duración del periodo subterráneo (considerado desde la aparición del estado de desarrollo "a" al "e", ambos inclusivos) fué similar para las tres épocas de siembras. No ocurre así para el periodo subsiguiente, desde el estado predominante "e" hasta el final de la emergencia, siendo más amplio conforme se atrasa la época de siembra.

El máximo número de plantas de O. carnua, adheridas a la planta del huésped, aumenta en las fechas normales (Finales de Marzo) de plantación de girasol en comparación con las anticipadas (Primero de Febrero y Marzo) en 1.988. En dicha época el aumento de la instalación de jopo coincide con un aumento en el contenido hídrico del suelo y un período previo de 2-3 semanas de temperaturas superiores al resto. Debe señalarse que en 1.989 las condiciones climatológicas hacen que la época de siembra considerada normal esté sometida a lo largo de su ciclo a un estrés hídrico que influye en el número total de jopos instalados.

La infección del jopo tiende a disminuir la altura del cultivo y el peso seco. En efecto son aquellas épocas con

menor número total de jopos las que presentan una mayor altura y peso seco.

Generalmente aplicaciones simples de glifosato no fueron eficaces en el control de O. cernua ni aún considerando su momento más adecuado de aplicación (girasol con 20-21 hojas) ya que las dosis utilizadas fueron ineficaces en el control o fitotóxicas para el cultivo. Aplicaciones repetidas de glifosato aplicado por primera vez en girasol de 18 hojas reduce la fitotoxicidad en el cultivo aún a dosis más elevadas que las aplicadas en girasol con 14 hojas, sin producirse reducción en el control de jopo, circunstancia que ocasiona producciones de girasol muy superiores al testigo. Dicha producción se ve más favorecida cuando el intervalo de tiempo considerado entre aplicaciones es de siete días.

O. cernua presenta una mayor diversidad de patrones isoenzimáticos, para determinadas enzimas y localidades, cuando parasita a girasol comestible que cuando lo hace sobre girasol oleaginoso. Existe escasa aparición de nuevos patrones isoenzimáticos del parásito sobre girasol oleaginoso.

1 INTRODUCCION

El girasol (Helianthus annuus L.) es un cultivo procedente de América del Norte. Fué introducido en el continente Europeo como planta ornamental en el primer decenio del siglo pasado. Su cultivo para aprovechamiento oleaginoso se inició en Rusia en 1.830 a fin de disminuir la dependencia excesiva en la producción de grasas animales. Actualmente el girasol ocupa el segundo lugar en el mundo en cuanto a la producción de aceites vegetales tras el de colza (Brassica napus L. var. oleifera) (Guerrero, A. 1.977).

En España se introdujo como cultivo de girasol comestible (de consumo humano o "pipa blanca"), antes de los años sesenta, si bien su extensión no superó las 4.500 Ha localizadas en Tarancón, (Cuenca). En años sucesivos dicho cultivo se extiende hacia Andalucía cultivándose por primera vez en El Coronil (Sevilla) en 1.965, posteriormente en Fuente de Piedra (Málaga) en 1.974, y más recientemente en Húscar (Granada). Por otro lado el déficit español en aceites vegetales, favoreció la rápida expansión del girasol oleaginoso llegándose a cultivar una superficie media anual de 940.000 ha de las que 424.947 corresponden a Andalucía (Anuario Estadístico Agrario 1.986)

El jopo, como vulgarmente se denomina a las especies que integran el genero Orobanche, es un parásito obligado, tipo de vida que le viene impuesto por la ausencia de clorofila, con sistema radicular degenerado y hojas transformadas en bracteas que se distribuyen a lo largo del tallo y en las axilas de las flores.

1 INTRODUCCION

El girasol (Helianthus annuus L.) es un cultivo procedente de América del Norte. Fué introducido en el continente Europeo como planta ornamental en el primer decenio del siglo pasado. Su cultivo para aprovechamiento oleaginoso se inició en Rusia en 1.830 a fin de disminuir la dependencia excesiva en la producción de grasas animales. Actualmente el girasol ocupa el segundo lugar en el mundo en cuanto a la producción de aceites vegetales tras el de colza (Brassica napus L. var. oleifera) (Guerrero, A. 1.977).

En España se introdujo como cultivo de girasol comestible (de consumo humano o "pipa blanca"), antes de los años sesenta, si bien su extensión no superó las 4.500 Ha localizadas en Tarancón, (Cuenca). En años sucesivos dicho cultivo se extiende hacia Andalucía cultivándose por primera vez en El Coronil (Sevilla) en 1.968, posteriormente en Fuente de Piedra (Málaga) en 1.974, y más recientemente en Húscar (Granada). Por otro lado el déficit español en aceites vegetales, favoreció la rápida expansión del girasol oleaginoso llegándose a cultivar una superficie media anual de 940.000 ha de las que 424.947 corresponden a Andalucía (Anuario Estadístico Agrario 1.986)

El jopo, como vulgarmente se denomina a las especies que integran el genero Orobanche, es un parásito obligado, tipo de vida que le viene impuesto por la ausencia de clorofila, con sistema radicular degenerado y hojas transformadas en bracteas que se distribuyen a lo largo del tallo y en las axilas de las flores.

Si bien el girasol (Helianthus annuus L.) puede ser parasitado por varias especies como O. ramosa L., O. aegyptiaca Pers., O. crenata Forsk., O. minor y O. cernua Loelf. (O. cumana Wallr.) (Parker 1.986, Kasasian L. 1.971), es esta última la que ataca con mayor severidad ocasionando, por tanto, grandes pérdidas en su producción (Malykhin, 1.974; Skoric, 1.988. Este parásito además de al girasol puede parasitar con severidad diversos cultivos como tabaco (Nicotiana tabacum L.), tomate (Lycopersicon esculentum Mill.) entre otros (Skoric D. 1.988, Kasasian L. 1.971, Parker 1.986, Bonier 1.934).

O. cernua Loelf. es una planta con elevada prolificidad llegando a producir unas 50.000 semillas/planta (Vranceanu A.V., 1.977) con una longitud media no superior a medio milímetro (Krenner J.A. 1.955, Joel D.H. 1.987) hecho que facilita su dispersión y explica su enorme poder de infestación en nuevas áreas.

Los diversos métodos de control de Orobanche junto con su problemática agronómica han sido los objetivos de varias revisiones bibliográfica (Cubero y Moreno, 1.979; Ramaiah, 1.987; Jacobsohn, 1986; Parker et al. 1.986; Sauerborn et al.; 1.986; Girling et al. 1.979). El jopo se ha intentado controlar mediante la utilización de diversas prácticas culturales, lucha biológica con hongos y/o insectos, selección e introducción de resistencia genética en cultivares, uso de cultivos cebos, empleo de esterilizantes de suelo, solarización, y aplicación de estimulantes de la germinación.

Se han investigado numerosos compuestos químicos en el control de O. cernua parasitando varios cultivos (Vasilev y Baranco 1.974, Acimovic M. 1.978) y particularmente en girasol (Netzer 1.961, Evtushenko 1.967, Fetvadhiev V. 1.967; Kleifeld et al., 1.987). Melero-Vara y García Baudin (1.985) y Petzoldt y Sneyd (1.986) fueron los primeros autores en comprobar la efectividad del glifosato (N-phosphonometil-glicina) en el control de jopo en girasol. Si bien dicha información era la más importante que se conocía referente a éste compuesto sobre girasol, en dichos trabajos no se consideró la eficacia de los tratamientos, según diversos estados de desarrollo del conjunto de jopos instalados, ni la tolerancia del girasol al glifosato en condiciones de no competencia con la especie parásita. El determinar la influencia de dichos factores así como la interrelación fenológica cultivo huésped-especie parásita son necesarios para la correcta aplicación de la técnica herbicida.

Por otro lado, O. cernua es una especie que presenta una gran variabilidad intraespecífica. El carácter alógamo que posee le permite que aquellos jopos que se desarrollen esporádicamente, como consecuencia de su adaptación fisiológica, se recombinen genéticamente para permitir la selección natural de nuevas razas. Lo anterior junto con el comienzo de nuevos ataques de O. cernua sobre girasol oleaginoso en Andalucía y a la muy escasa bibliografía existente sobre los patrones isoenzimáticos de poblaciones de jopo es lo que nos llevó a poner de manifiesto nuestro interés en caracterizar las poblaciones de (Orobancha cernua

Loelf.) mediante dichas técnicas

Los trabajos desarrollados en esta tesis han tenido por objeto determinar:

1.- La distribución e incidencia de O. cernua en los cultivos de girasol en Andalucía y los factores que propician las infestaciones.

2.- La interrelación fenológica y de crecimiento jopo-girasol así como la influencia de la época de siembra del cultivo en dicho fenómeno .

3.- La tolerancia del girasol no infestado a las aplicaciones de glifosato según dosis de herbicida, estados de desarrollo y cultivares..

4.- La eficacia del glifosato en el control del jopo según estados de desarrollo de la especie parásita y dosis herbicida.

5.- La variación isoenzimática intraespecífica de O. cernua.

2 ANTECEDENTES

Las especies del genero Orobancha son parásitos obligados de numerosas dicotiledóneas ocasionando graves problemas agronómicos en países del área mediterránea, sureste de Europa y Oriente Medio (Pieterse, 1.979). Varios trabajos han sido llevados a cabo a cerca de su taxonomía (Hepper, 1.973; Jafri, 1.978; Musselman, 1.986), biología (Kasasian, 1.973; Krenner, 1.955; Musselman, 1.980; Skoric, 1.988) y fisiología (Sing et al., 1.971 a, b; Press et al., 1.986; Tuohy et al., 1.986; Ernst 1.986). Otros muchos se han publicado sobre las distintas especies a las que parasitan así como su distribución geográfica (Kasasian, 1.971; Sackston, 1.978; Acimovic, 1.894 y Parker, 1.986).

En España son varias las especies de Orobancha que destacan por parasitar distintos cultivos de interés agronómico. En efecto, O. grenata Forsk. ataca a leguminosas tales como habas (Vicia faba L.), guisantes (Pisum sativum L.) y garbanzos (Cicer arietinum L.) y se localiza principalmente en Andalucía (Diaz-Celayeta, 1.974); O. ramosa L. se observa en las provincias de Sevilla y Cádiz sobre colza (Brassica napus L. var. oleifera) (Romero-Muñoz y Gonzales-Torres, 1.983); O. cernua Loelf se establece sobre girasol (Helianthus annuus L.) en el sur y centro de España; y O. reticulata Wallr. ha sido observada recientemente en zanahoria (Daucus carota L.) en las provincias de Cádiz y Córdoba (Romero-Muñoz et al., 1985).

O. cernua Loelf (O. cumana Wallr), es una de las especies que revisten mayor importancia en Andalucía.

Apareció por primera vez en Tolédo en 1.958 (Díaz-Celayeta 1.974) y posteriormente, graves infecciones sobre cultivares de semilla blanca y en menor grado sobre oleaginoso fueron observado, en Cuenca (Jimenez Díaz and Sackston 1.977) así como en Fuente de Piedra (Gonzales-Torres et al., 1.982). Recientemente el jopo ha infestado con severidad una superficie de 20.000 Ha de girasol comestible, en El Coronil (Sevilla), aunque según la propia información de los agricultores, las plantas de jopo comenzaron a observarse ocasionalmente en 1.974.

Se han realizado diversos estudios a cerca de la importancia y distribución de los ataques de Q. cernua (Risueño, J. y Melero J.M, 1982; Jimenez Díaz y Melero Vara J.M. 1.982, Gonzales Torres 1.982) sobre girasol, donde se ponen de manifiesto la posible expansión e intensidad de la infección. Mesa-García en 1.984 determinó la frecuencia y severidad de las infecciones de Q. crenata sobre habas y estudió de la influencia, en éstas, de varias prácticas agrícolas.

A pesar de que la severidad de las infecciones está altamente relacionada con la cantidad de semillas de jopo en el suelo (Saghir, 1.978) y con su amplio periodo de viabilidad, comprendido éste entre 15-20 años para Q. cernua (Skoric, 1.988), varios factores tanto ambientales como agronómico pueden incidir en la ocurrencia de dichas infecciones.

La germinación de las semillas de Q. crenata y Q. aegyptiaca se vé influenciada por los niveles de temperatura y humedad a los que se encuentran sometidos (Kasasian,

1.973). Las semillas de Q. cernua tienen un amplio rango de temperatura de germinación, comprendido entre 18-25 °C (Skoric, 1.988) dentro del cual condiciones favorables de humedad (superior al 40% del nivel de saturación) favorecen la germinación (Linke, 1.987).

Los distintos mecanismos de transmisión de semillas de jopo también influyen en la ocurrencia de las infecciones. A pesar de que Vranceanu en 1.977 cita éstos mecanismos en Q. cernua y considera al aqueño de girasol como una posible vía de dispersión, a grandes distancias, no existen publicaciones que lo evidencien.

Factores agronómicos como la repetición del cultivo repercuten positivamente en los niveles de infección alcanzados por Q. cernua, como consecuencia del aumento en los niveles de infestación del suelo (Malykhin I.I. 1.973, 1.974). Esto explica que intervalos entre cultivo de girasol, de al menos 4 años (Malykhin 1.973) y en habas superior a 10 (Mesa-García 1.982) son recomendados para reducir dichas infecciones.

Posteriormente trabajos sobre la dinámica de población y dispersión de las plantas (Mesa-García et al., 1.986) ponen de manifiesto un progresivo aumento del número de jopos a lo largo de los tres años de estudio así como el papel secundario del viento en la dispersión de las semillas de jopo.

Estudios sobre la interrelación fenológica huésped-parásito proporcionan información sobre el ciclo vegetativo de éste en relación al cultivo. Dichos estudios son pues necesarios para fundamentar el momento y número de

aplicaciones del herbicida, para el control de jopo. En los últimos años se han llevado a cabo diversos trabajos sobre la fenología de O. crenata en varios cultivos de leguminosas (Mesa-García et al., 1.986; García Torres et al. 1.987, Arjona-Berral et al. 1.987. Las semillas de éste parásito pueden germinar 10-15 días antes que el huésped comience su floración según Abou-Raya et al. (1.973) y se instala en el sistema radicular del huésped poco antes de la misma (Mesa-García, 1986). El establecimiento de la infección por O. cernua en las raíces del girasol ocurre durante la segunda o tercera semana después de la emergencia de la planta huésped (Panchenco A. Y. 1976). Aunque bajo condiciones de laboratorio éste tuviera lugar a los 6-7 después de poner en contacto la semillas de jopo con el huésped (Krenner, 1.955).

El efecto de la época de siembra puede modificar el ciclo vegetativo del jopo en relación al huésped. En habas el atraso de la época de siembra puede hacer que la instalación sea posterior (Hezewijk et al. 1.987) además de que los distintos estados de desarrollo del jopo se sucedan menos espaciadamente en el tiempo, a la vez que, el número máximo instalados en fase subterránea sea mucho menor (Mesa-García, 1.986; Moreno Marquez 1.947). Además, Arjona Berral, A. et al. 1.987 observa como la fenología y crecimiento del parásito se vé afectada por las condiciones climatológicas.

El efecto depresivo del jopo en la planta parásita se debe principalmente al flujo de agua y nutrientes que se produce desde la especie huésped al parásito (Sing et al.,

1.971 a. Sing et al., (1.971 b) señala que O. cernua reduce la altura del tallo principal, el número de tallos y el número y área total de las hojas de tomate. Consecuentemente el peso seco y fresco del huésped también disminuye. Saghir (1.978) informa de la reducción de la altura final y peso seco de la planta y fruto de tomate parasitado por O. ramosa. De forma similar, el crecimiento de O. crenata estuvo negativamente relacionado con la altura final, número de tallos y vainas de las plantas de habas reduciendo principalmente la producción (Mesa-García and García-Torres, 1.984).

Son muchas las investigaciones realizadas y los métodos utilizados para controlar las infecciones de Orobancha spp. Así se ha estudiado la posibilidad de erradicación del jopo por medios biológicos, mediante la utilización de insectos que se alimentan de las capsulas del parásito limitando de ésta forma la posibilidad de formación de semillas, y a través del empleo de hongos potógenos del jopo. Mihajlovic, 1.986 concluye que sólo, el díptero agromicida, Phytomyza orobanchiae Kalt., tiene perspectivas en el control biológico de Orobancha. Este insecto parasita activamente a O. cernua (Lekic, 1.968, 1.970) atacando porcentajes muy elevados de los brotes de O. cernua sobre girasol, en la mayoría de los casos (Kapralov, 1.974; Sklyarov, 1.973; Antonets, 1.970) y destruyendo sus semillas (Trenchev, 1.981; Horvath, 1.987; Chalukov, 1.970). En Andalucía ha sido encontrado por Cubero et al., 1.979 parasitando a O. crenata.

A pesar de la existencia de productos resultantes de la

oxidación de los polifenoles en las semillas de jopo, que los protegen del ataque de microorganismos, en algunos casos resultan susceptibles especialmente a Fusarium spp. y Pythium (Cezard, 1.973). Pancheko, 1.974 aisló cuatro especies de Fusarium con capacidad de destruir los nódulos del parásito. Ampova, 1.967 observa que Fusarium crobancheae afectó al O. ramosa en todos los estados de crecimiento. Hodossy, 1.981 utilizando Fusarium oxygporum destruyó más del 90% de los brotes de jopo.

El empleo de cultivos "cebo" cuyos exudados estimulen la germinación de las semillas de jopo (Krisnamurthy et al., 1.975, 1.977; Abu-irmaileh, 1.984) así como el uso directo de estimulantes sintéticos (Saghir, 1.979, 1.980; Chalakov, 1.986) hacen que se reduzcan los niveles de infestación de suelo. Por otra parte, la pérdida de viabilidad de la semilla puede provocarse mediante solarización (Jacobson et al., 1.980) llegando a reducir la población de jopo en más del 90% (Sauerborn et al. 1.987) o por fumigación al suelo con bromuro de metilo (Stephen, 1.958, 1981; Piglionica, 1.975; Netzer, 1.961), metán sodio (Jacobson et al., 1.987; Aleksiev, 1.969). Los resultados obtenidos muestran que los métodos hasta ahora descritos o son parcialmente eficaces o muy caros para utilizarlo extensivamente.

Un método de control que parece algo más efectivo es la selección y mejora genética de variedades (Cubero, 1.986; Kasasian, 1.971). Sin embargo, en el caso de girasol, su validez puede ser contrarrestada, por la elevada capacidad del parásito de adaptarse fisiológicamente a las nuevos híbridos resistentes, favoreciendo su desarrollo esporádico.

Este hecho junto con el carácter alógamo de O. cernua permite la recombinación de su información genética y selección natural de nuevas razas más virulentas dentro de la población (Sobrino-Vesperina, 1.980; Acimovic, 1.980; Vranceanu, 1.980)

Si bien se ha investigado la efectividad de numerosos compuestos químicos en el control de jopo (Saghir, 1.971, 1.973; Keifield, 1.987; Zahran, 1973; Krishnamurthy, 1.976; Pillai, 1.967). Cubero et al., (1.979), en una revisión menciona que la mayoría de los productos químicos ensayados, o bien, son insuficientes en el control de la especie parásita o no son bien tolerados por el cultivo. Zazzerini et al. (1.981) y Janudi (1.984) comprobaron entre otros compuestos la eficacia de la difenamida en el control de O. ramosa, aunque produjo toxicidad en el cultivo de tomate, en tabaco no se aportan datos de tolerancia del cultivo al herbicida.

El glifosato es un herbicida total, que a bajas dosis puede ser utilizado como herbicida de post-emergencia para el control de plantas anuales. Es un compuesto organofosforado ($C_8H_{10}NO_2P$) soluble en agua. Se absorbe por las hojas y se transloca principalmente vía simplástica (Floema) hacia los órganos de almacenamiento y crecimiento. La degradación dentro de la planta es casi nula aunque en su contacto con el suelo es inactivado y biodegradado completamente por enzimas microbianas (Roberts, 1982)

El mecanismo de translocación de éste herbicida es el más propenso a producir daños en las plantas cuando se aplica a dosis no toleradas. Actúa inhibiendo la síntesis de

aa. aromáticos además de afectar a la respiración, fotosíntesis, síntesis de ADN, ARN aunque no son de efecto inmediato. Los síntomas visuales ocasionados en la planta son clorosis foliar seguida de necrosis.

A fin de evaluar el beneficio y/o riesgo de la aplicación de un herbicida en un cultivo es importante determinar su momento de aplicación en el control del parásito y por otro lado la tolerancia del cultivo a dicho herbicida cuando éste se desarrolla en ausencia del mismo.

Kasasian (1.973) observó la efectividad del glifosato en el control de O. granata a 0.2 Kg/ha aplicados sobre plantas de habas seis semanas después de la siembra, en invernadero, sin producir efectos adversos en el crecimiento o floración del cultivo. Schmitt et al. (1.979) desarrollaron un método efectivo de control de jopo en habas que consistía en aplicar glifosato, a 60 y 120 g/ha dos veces a intervalo de 14 días, durante el período subterráneo del parásito sin observar fitotoxicidad. Schluter and Aber (1.980) señalaron que la aplicación del glifosato antes de que se produzca la infección no impide la subsiguiente instalación del jopo. No obstante, una vez que éste se ha instalado, fué controlada totalmente con aplicaciones dobles a 60 g/ha. Aunque se observaron ligeras clorosis en las hojas apicales de las habas, la floración y formación de vainas no resultó afectada. Jacobsohn and Kelman (1.980) demuestran que el glifosato es altamente efectivo en el control de Orobanche spp.. Sin embargo sólo fué bien tolerado por algunos cultivos y no por aquellos susceptibles al herbicida.

Muy recientemente varios trabajos se han llevado a cabo sobre el control, con glifosato, de O. grenata parasitando distintos cultivos de leguminosas. Aplicaciones dobles a 60 g/ha han mostrado ser un método eficaz y bien tolerado por los cultivos de habas y lentejas (Mesa-García et al., 1.984, 1.985; Arjona-Bernal et al., 1.983). Jacobsohn and Levy (1.986) comprueban la eficacia del glifosato en el control de jopo, parasitando varios cultivos, a dosis comprendidas entre 50-150 g/ha aplicado 1-3 veces. Por otro lado se observó que la fitotoxicidad es un factor limitante de la mayoría de los cultivos, demostrando ser intermedia para el girasol. La información aportada en los trabajos Melero-Vara and García Baudin, 1.984; Petzold and Sneyd, 1.986 es coincidente con la del trabajo anteriormente citado.

Si bien, son varios los trabajos que existen sobre la variación genética de distintas especies, determinada mediante la utilización de técnicas isoenzimáticas Tanksley, S.D. A,B and Orton, T.J., 1.983 y sobre la utilización de dichas técnicas (Shaw, 1.970; Brown et al. 1.978; Verkleij et al. 1.980). Tan sólo existe un estudio preliminar sobre la variación isoenzimática de dos especies del género Orobanche publicado por Verkleij, 1.987. Donde se concluye, por un lado la elevada variación genética del parásito, que pone límites a la efectividad de los nuevos cultivares resistentes al parásito y por otro lado que distintos tipos isoenzimáticos pueden ser utilizados como marcadores genéticos para las posibles razas de Orobanche.

3 MATERIALES Y METODOS

3.1. Distribución e incidencia del jopo en los cultivos de girasol en Andalucía.

3.1.1. Severidad e incidencia de las infecciones.

A fin de determinar la severidad de las infecciones de jopo se visitaron desde 1.986-1.989, ambos inclusivos, un total de 130 campos de girasol, 79 de cultivares comestibles y 51 de oleaginosos. La ubicación de los campos visitados, por provincias y zonas, se indican en la Fig. 1. Las zonas visitadas correspondieron casi exclusivamente a las del cultivo de girasol comestible ("pipa blanca"). Cada año se visitaron unos 33 campos, con una extensión media prospectada por campo de 30 Ha, para cultivares comestibles y de 55 Ha para el oleaginosos. En los cuatro años se prospectaron 2.375 Ha. de girasol comestible y 2.810 Ha de oleaginoso, que representa el 16 % y el 0.6 % respectivamente de la superficie dedicada a cada uno de estos cultivares anualmente en Andalucía.

La elección de las campos se llevó a cabo con ayuda de técnicos del Servicio de Extensión Agraria y empresas comerciales de semillas de girasol, quienes previamente recabaron la información correspondiente sobre la existencia de cultivares comestibles, infectados o no con Q. gervua, o la de cultivares oleaginosos que sí estuvieran infectados. La visita a cada uno de ellos se efectuó durante la segunda quincena del mes de Julio, coincidiendo con la fase de fructificación del huésped y de la especie parásita.

En cada campo se anotó :1) el cultivar o variedad, 2) el número de años en que se sembraba de girasol comestible u oleaginoso considerando el año de la alternativa, 3) la superficie cultivada, 4) si en las proximidades se había cultivado en años precedentes girasol comestible, y 5) la severidad de la infecciones. Para esto último en cada campo se muestrearon al azar y en zonas diversas, 10 parcelas elementales constituidas por un surco de 10 plantas de girasol, anotándose en cada una de ellas el número de jopos emergidos por planta. Posteriormente se calculó la severidad o número medio de jopos por planta de girasol, y la incidencia o porcentaje de plantas de girasol infectadas.

Se calcularon los valores medios y desviaciones estándar de cada uno de éstos índices, así como se compararon dichas medias mediante el test no paramétrico de Mann-Witney, a fin de estudiar la influencia del número de años de repetición del cultivo y del cultivar en la intensidad de las infecciones, así como, entre cultivo de girasol en la rotación.

3.1.2. Dispersión de semillas de jopo a través de aquenios de girasol.

Con objeto de poner de manifiesto la posible dispersión, de semillas de jopo a través de aquenios de girasol, hacia nuevas áreas de infestación se han llevado a cabo dos estudios.

3.1.2.1. Efecto de la infestación natural de las semillas de girasol.

Durante 1.987 se recolectaron manualmente al azar capítulos de girasol antes de la recolección, en cinco campos comerciales de la zona de El Coronil (Sevilla), infestados de jopo. De cada uno de ellos se tomó una muestra de doscientos aquenios extraídos uno a uno y se observaron, utilizando un binocular con unos 80 aumentos, anotando la presencia o ausencia de semillas de jopo en los mismos.

Por otro lado, muestras de semillas de girasol, tomadas en 1.986 de campos naturalmente infestados con jopo, recolectadas y limpiadas con maquinaria convencional, fueron utilizadas al año siguiente como semilla de siembra en suelos no infestados, localizados en Tomejil (Carmona, Sevilla). La superficie utilizada fué de 0.25 ha, para cada uno de los cultivares, Gigante e Israelita.

3.1.2.2. Evolución de una población de jopo originada por infestación artificial a través de semillas de girasol

Tres mil semillas de girasol comestible, cultivar Gigante, no infestadas de semillas de jopo, se mezclaron con 0.05 g de semillas de jopo (aproximadamente 19.200 semillas) antes de ser sembradas. Las semillas infestadas se sembraron entre el 19-22 marzo de 1.987 en suelos no infestados de Tomejil, Carmona. La parcela elemental estaba constituida por cuatro surcos de 126 plantas de girasol. De forma similar, se efectuó una segunda y tercera siembra en 1.988 y 1.989 con semillas del mismo cultivar libres de semillas de

jopo.

La profundidad de siembra en los dos experimentos de campo fué de 8 cm y la distancia entre surcos y planta de 120 y 50 cm, respectivamente.

3.2. Interrelación fenológica en y crecimiento jopo-girasol e influencia de la época de siembra del cultivo.

3.2.1. Interrelación fenológica y crecimiento.

Los estudios se llevaron a cabo en Corcobado, Cerro Gordo y Motilla en 1.986 y en Lio I y Lio II en 1.987 todos ellos localizados en El Coronil, provincia de Sevilla. En dichas localidades los suelos estaban infestados naturalmente con semillas de O. garrua y su textura variaba entre franco-arenosa y franco-arcillosa y su pH en agua entre 7.7 y 7.8. La siembra en cada uno de ellos se realizó entre el 20 y 25 de Marzo, con el cultivar Gigante. La distancia entre surco fué de 120 cm y 0.50 m entre planta.

3.2.2. Influencia de la época de siembra del cultivo.

Durante 1.988 y 1.989 se llevó a cabo un experimento en Las Torres, Alcalá del Río (Sevilla), para estudiar la incidencia de la época de siembra en las infecciones ocasionadas por O. garrua sobre girasol comestible. En dicha localidad los suelos eran de textura franco-limosa y el pH en agua de 7.4. La infestación se indujo artificialmente en cada uno de los años, mediante la siembra de semillas de girasol, a las que previamente se les incorporaron semillas de jopo en la proporción de 80 g semillas de jopo / 12 kg

semillas de girasol. Las tres épocas de siembras se llevaron a cabo el 5 de Febrero y 1 y 26 de Marzo. La distancia entre surco fué de 1 m y entre plantas de 40 cm. El diseño experimental fué el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Cada parcela elemental consistió en cuatro surcos de 56 metros de longitud, dos de ellos considerados bordes.

Se muestrearon, a intervalos de 7-10 días, al azar un total de 15 plantas por experimento, desde finales de Abril hasta mediados de Junio, en 1.986 y 1.987. En el experimento de fechas de siembra se muestrearon 5 plantas por repetición, desde el 28 de Marzo al 16 Mayo, 5 de Abril al 28 de Mayo, 20 de Abril al 1 de Junio para la primera, segunda y tercera época de siembra en 1.988 y 1.989. Las raíces de las plantas se extrajeron en el bloque de suelo donde se encontraban, lavándolas a continuación con agua del grifo para eliminar las partículas de suelo y facilitar así el conteo de jopos.

Los distintos estados de crecimiento del girasol se determinaron de acuerdo con lo descrito por SCHNEITER and MILLER (1.981). En cada fecha de extracción se midió la altura y se cuantificó el número de hojas de cada una de las plantas muestreadas. Luego se calculó la media y desviación estándar de éstos índices.

Las infecciones del parásito en cada planta de girasol se determinaron contando el número de jopos instalados por planta, en cada estado de desarrollo considerado. Estos fueron similares a los descritos, previamente, por Mesa-García y García-Torres (1.985) para Q. crenata

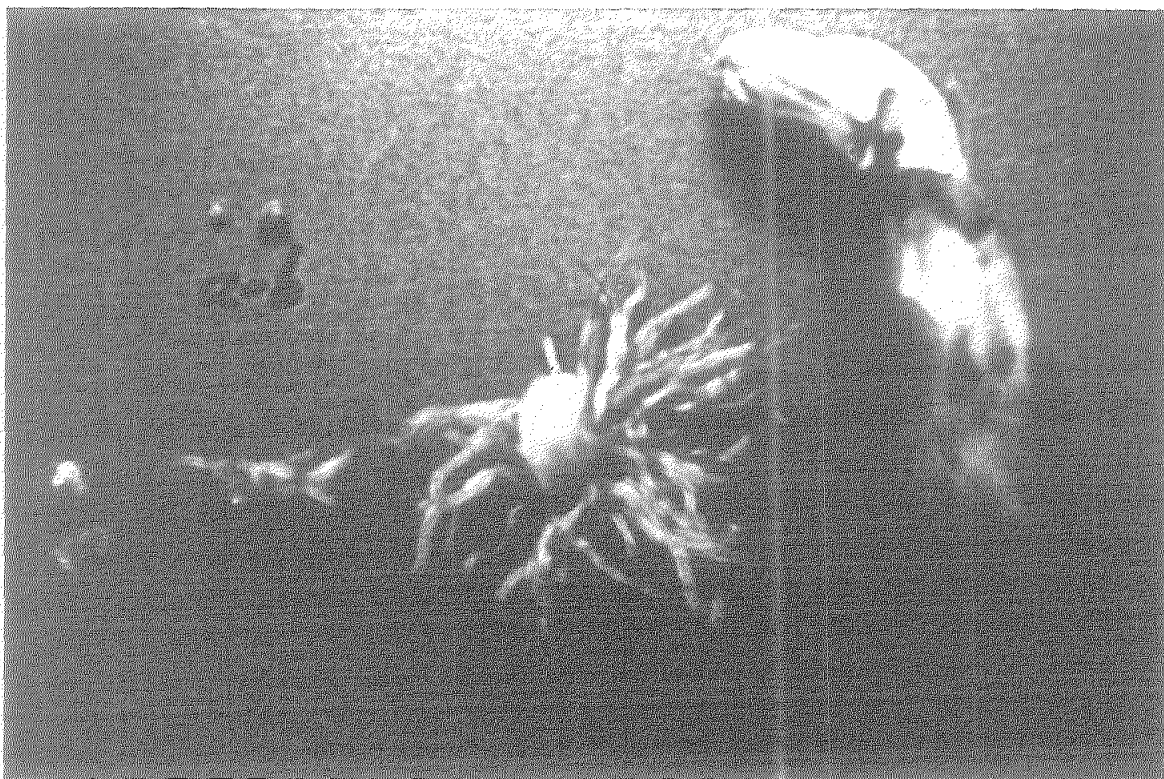


Fig. 2.- Diferentes estados de desarrollo de C. crenata.

(Fig.2), a saber : "a" (nódulo), "b" (nódulo con aparición incipiente de raicillas degeneradas), "c" (raicillas degeneradas más desarrolladas e incipiente aparición de la yema), "d" (yema desarrollada), "e" (raicillas degeneradas totalmente desarrolladas y vástagos ya emergido de la yema) y "f" (emergencia del vástago sobre la superficie del suelo). Luego se calculó el número medio, desviación estándar y los estados predominantes del parásito, instalado por planta de girasol para cada fecha de muestreo. El material vegetal, tanto de la planta huésped como del parásito se desecó en estufa a 70 °C. y luego se pesó.

Se registró diariamente la temperatura del suelo, a 25 cm de profundidad, mediante sensores localizados a dicha profundidad. Así mismo se determinó el contenido hídrico del suelo entre 0 y 30 cm cada cuatro días, mediante una sonda de neutrones marca Campbell 503. Por último se recolectaron manualmente 100 capítulos por parcela elemental, según épocas de siembra, para una posterior valoración de la producción de girasol.

3.3. Control herbicida del jopo en girasol con glifosato.

3.3.1. Eficacia del glifosato según estados de desarrollo de la especie parásita.

Los estudios sobre la eficacia del glifosato en el control de jopo se llevaron a cabo en Corcobado, Cerro Gordo y Motilla en 1.986 y en El Lio I y Lio II en 1.987, en El Coronil, provincia de Sevilla. En dichas localidades los suelos estaban severamente infestados con semillas de Q. cernua. Su textura variaba entre franco-arenosa y franco-arcillosa y su pH entre 7.7 y 7.8. Las siembras en ambos años tuvieron lugar entre el 20-25 de de Marzo con el cultivar Gigante. La profundidad de la siembra fué de 8-10 cm y la distancia entre surco y planta de 120 y 50 cm respectivamente.

3.3.1.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simple del herbicida.

El diseño experimental utilizado en este ensayo fué el de un factorial de momentos de aplicación (3) por dosis de herbicida (7) en bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos de herbicida consistieron en aplicaciones simples de glifosato a 0, 10, 20, 40, 60, 80 y 100 g /Ha m.a., para cada momento de aplicación. Estos tuvieron lugar el 14 Mayo, 26 Mayo y 5 Junio, coincidiendo con unos estados de desarrollo del cultivo correspondientes a 10-14, 20-21 y 25-28 número medio de hojas por planta, respectivamente.

3.3.1.2. Aplicaciones simples vs repetidas.

En éste ensayo se estudió el efecto de aplicaciones repetidas de glifosato en el control de jopo. El diseño experimental utilizado fué el de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos de herbicida consistieron en aplicaciones simples y repetidas de glifosato a 0, 20, 40, y 60 g/Ha m.a. Los estados de desarrollo del cultivo en el momento de aplicación de cada dosis coinciden con los mencionados en el estudio anterior.

3.3.1.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones del herbicida.

Se llevó a cabo un estudio para determinar la influencia del intervalo de tiempo entre la primera y segunda aplicación del herbicida en el control de jopo. Los intervalos considerados fueron de 7 y 13 días. Las dosis ensayadas se indican en la Tabla 3. El diseño experimental fué el de un factorial de intervalos de tiempo (2) por tratamientos de herbicida (4) en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El estado de desarrollo del cultivo en el momento de la primera aplicación fué de 18 hojas.

3.3.2. Tolerancia del girasol no infestado a las aplicaciones de glifosato.

Los estudios sobre tolerancia del girasol al glifosato se llevaron a cabo en Los Vientos (Córdoba) en 1.986 y Tomejil (Carmona, Sevilla) en 1.987, en suelos no infestados de semillas de jopo. Las siembras fueron similares a la descrita anteriormente para el estudio de

eficacia, utilizandose en 1.986 el cultivar Gigante y en 1.987 Gigante e Israelita.

3.3.2.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simples del herbicida.

Se llevó a cabo en Los Vientos. El diseño experimental fué el de un factorial de momentos (3) y dosis (5) de herbicida en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Las dosis simples de glifosato ensayadas fueron 0, 30, 60, 90, y 120 g/Ha m. a. Los momentos de aplicación tuvieron lugar el 8 y 21 Mayo y el 5 Junio, coincidiendo estos con un número medio de hojas por planta de girasol de 14, 24 y 26, respectivamente.

3.3.2.2. Aplicaciones simples v.s repetidas.

Se estudió el efecto de aplicaciones simples v.s. repetidas de glifosato, a 0, 40, 60 g/Ha m.a.. El diseño experimental fué el de bloques completos al azar con cuatro repeticiones. Los estados de desarrollo del cultivo en el momento de aplicación de cada dosis coinciden con los mencionados con anterioridad para este mismo experimento en el estudio de eficacia.

3.3.2.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones herbicida.

Se estudió en 1.987 en Tomejil el efecto de aplicaciones repetidas de glifosato en la tolerancia del cultivo a intervalos de tiempo de 7 y 13 días. Las dosis ensayadas se indican en la Tabla 4. El diseño experimental

fué el de un factorial de intervalos de tiempo (2) por tratamientos herbicida (4), en bloques completos al azar con cuatro repeticiones. El estado de desarrollo del cultivo en el momento de la primera aplicación fué de 18 hojas por planta.

En todos los experimentos citados las parcelas elementales estaban constituidas por cuatro surcos de 11 metros de longitud, considerando los dos surcos exteriores como bordes. Previamente al tratamiento, se tomaron al azar 15 plantas de girasol, para determinar el estado de desarrollo predominante de dichas plantas. Al mismo tiempo se caracterizó la infección de jopos, en aquellos campos donde existía infestación, basándose en los estados descritos por Mesa-García and García-Torres, (1.985) para Q. crenata sobre habas.

Los tratamientos herbicidas se efectuaron con un pulverizador experimental AZO de 2m. de ancho, provisto de boquillas SS 8001, con un consumo de 140 L/Ha a 3 Kg cm⁻².

La evaluación de los daños visuales ocasionados por el herbicida se llevó a cabo a los 15 y 30 días después de cada aplicación. Se utilizó una escala de 0 a 100, en la que 0 indica ausencia de fitotoxicidad, de 10 a 30 fitotoxicidad ligera, 40 a 60 moderada, de 70 a 90 severa o fuerte y 100 completa destrucción del cultivo.

La eficacia del herbicida se determinó mediante el conteo de plantas de Q. garrua emergidas por planta de girasol en cada parcela elemental. Dicho conteo se inició a principio de Junio y se repitió cuatro veces, a intervalos de 7-10 días, a lo largo del periodo de emergencia del jopo.

Para estimar la producción, en todos los casos, se recolectaron manualmente 10 capítulos por surco, en cada una de las parcelas seleccionadas, excepto en Los Vientos en 1.986, en el que se determinaron los diámetros de 30 capítulos recolectados manualmente por parcela y luego se estimó la producción basándose en una correlación preestablecida entre el diámetro del capítulo medio y la producción de semillas.

3.4. Determinación de la variación isoenzimática intraespecífica de *O. cernua*.

3.4.1. Recolección y preparación de la muestra.

El material vegetal utilizado procedía de tres zonas de Andalucía (El Coronil, Fuente de Piedra y Huescar) con elevados niveles de infestación de *O. cernua*. En cada una de ellas se tomaron 36 ejemplares de jopos de los que se encontraban parasitando girasol comestible y otros tantos de oleaginoso. Una vez en el laboratorio, las plantas recolectadas se mantuvieron a temperaturas inferiores a 0°C.

Para la preparación de la muestra se utilizaron flores cerradas de *O. cernua*, de las dispuestas en la parte superior (1.5-2cm) del ápice floral, desprovistas de caliz y brácteas. El material vegetal se mezcló, en la proporción de 1:4, con una solución tampón (tampón fosfato 0.1 M (pH=7.3) + mercaptoetanol 0.1M + 0.5% metabisulfito) y 0.5 g de polivinilpirrolidona (PVP) por g de peso fresco. el homogeneizado fué centrifugado a 13.000 rpm durante 30 min, a 4°C. Al sobrenadante se le añadió entre el 30-40% de

glucosa, a fin de aumentar la densidad de la muestra, antes de ser usado para la electroforesis.

3.4.2. Análisis electroforéticos.

En todos los casos la electroforesis se llevó a cabo en gel de poliacrilamida vertical en una cubeta refrigerada modelo SAE-2721, marca SHANDON.

a) Preparación de los geles.

La solución gel está formada por una combinación de solución A, B, C y agua en la proporción en volumen siguiente: 1:2:4:1. Dichas soluciones se indican a continuación.

Solución A: Trizma base 36.6 g, CL H (1 N) 48 ml, Temed 0.23 ml y agua hasta 100 ml

Solución B: Acrilamida 28 g, Bisacrilamida 0.735 g y agua hasta 100 ml

Solución C: Peroxodisulfato de amonio 0.14 g y agua hasta 100 ml

b) El sistema tampón utilizado en las cubetas fué Tris-glicina compuesto por 28.8 g de glicina y 6 g de trizma base, diluido lo anterior en un litro de agua destilada. Posteriormente se diluyó en la proporción de 1:10.

Una vez depositada la muestra sobre el gel, con una micropipeta de 70 μ l y una gota de bromofenol para marcar el frente, se aplicó una corriente de 1 mA por muestra durante 15 min aumentándola posteriormente a 4 mA hasta que el bromofenol alcanzó el final del gel

3.4.3. Tinción.

Se tifieron las siguientes enzimas:

- Alcohol deshidrogenasa E.C.1.1.1.1. (ADH) según el método descrito por Smith I. (1.976), modificado de la siguiente manera:

NAD	40 mg
PMS	6 mg
NBT	40 mg
Etanol	20 ml
Tampón tris-citríco 1M pH=8.2	60 ml
Agua destilada	40 ml

El gel se incubó en la oscuridad a 36 °C durante 2 h.

- Glutamato deshidrogenasa E.C.1.4.1.2. (GDH) según el método descrito por Tanksley and Orton. (1.983), modificado de la siguiente manera:

NAD	40 mg
PMS	6 mg
NBT	40 mg
ac. glutámico	600 mg
Tampón tris-citríco 1M pH=8.2	60 ml
Agua destilada	40 ml

El gel se incubó en oscuridad a 36 °C durante 2 h.

- 6 fosfogluconato deshidrogenasa E.C.1.1.1.44. (6 PGD) según el método descrito por Shaw and Prasad (1.970), modificado de la siguiente manera:

NADP	20 mg
NBT	25 mg
PMS	2 mg

Na ₂ é fosfogluconato	200	mg
Tampón tris-CL H 0,5M, pH=7.1	10	ml
agua destilada	90	ml

El gel se incubó en oscuridad a 36 °C durante 1-1.30 h.

- Enzima málico E.C.1.1.1.40. (ME) según el método descrito por Verkeij (1.980), modificado de la siguiente manera:

NADP	32	mg
PMS	1.5	mg
NBT	36	mg
Na-L-malato (monosodio)	1.28	mg
Tampón tris-CL H 0,1 M, pH=7.5	100	ml
CL ₂ Mg	136	mg

El gel se incubó en oscuridad a 36 °C durante 45 min

- Superóxido dismutasa E.C.1.15.1.1. (SOD) según el método descrito por Smith I.(1.976), modificado de la siguiente manera:

NADP	40	mg
PMS	12	mg
NBT	40	mg
Tampón tris-cítrico 1m pH=8.2	60	ml
CL ₂ Mg 1%	2	ml
Agua destilada	40	ml

El gel se incubó en oscuridad a 36 °C durante quince min y luego se puso a la luz.

- Glutamato-oxalacetato transaminasa E.C.2.6.1.1. (GOT) según el método utilizado por Gates,B (1.978), modificado de la siguiente manera:

ac. β ketoglutarico	70	mg
Fast Blue α Sal	220	mg
Pyrodoxal 5 fosfato	10	mg
Tampón acetato 0.5M pH=5	100	ml
L-aspartico	50	mg

El gel se incubó a 36 °C durante 60-45 min.

- Esterasas E.C.3.1.1.2. según el método descrito por Gates, B (1.978), modificado de la siguiente manera:

Solución G: α naftil acetato	0.150	mg
etanol	7	ml
agua destilada	3	ml
Solución A: Tampón acetato 0.5M (pH 5)	90	ml
Fast blue	90	mg
solución G	2.14	ml

El gel se incubó a 36 °C durante 30 min.

La lectura e identificación de los diferentes patrones electroforéticos se efectuó directamente sobre el gel con iluminación inferior de éste para realizar la lectura por transparencia.

3.4.4. Fijación.

La solución fijadora utilizada estuvo compuesta por 500 ml de metanol, 500 ml de agua destilada y 100 ml de ac. acético glacial.

3.4.5. Nomenclatura

-Cada banda se caracterizó por su Rf. (razón entre la distancia existente desde el origen a la banda / la presentada desde el origen al frente de bromofenol.

-Cada zona se representó con una letra mayúscula y cada patrón con una minúscula, símbolos utilizados según las reglas usuales de nomenclatura de isoenzimas.

4 RESULTADOS

4.1. Distribución e incidencia del jopo en los cultivos de girasol en Andalucía.

4.1.1. Severidad e incidencia de las infecciones.

En la Figura 3 se muestra el porcentaje de campos infestados según niveles de infección (nº medio de jopos por planta de girasol) en los cuatro años de prospecciones. Sólo el 31% de los campos de girasol comestibles prospectados tenían niveles de infección inferiores a 5 plantas de jopo por planta de girasol, frente al resto que presentaban niveles muy superiores. Así, el 28 %, 28%, 9%, y 4% de los campos tenían entre 6-15, 16-35, 36-55 y superior a 55 jopos/planta, respectivamente. En el girasol oleaginoso los niveles de infección fueron muy inferiores, sólo en el 16 y 12% de los campos tenían niveles de infección medios entre 0-2 y entre 3-6 plantas de jopo / planta de girasol, respectivamente. Debe señalarse, que la elección de campos de girasol oleaginoso no fué aleatoria, ya que se visitaron intencionadamente, aquellos próximos a zonas de girasol comestibles infestadas, por lo que los datos anteriores sólo son orientativos de su incidencia en dichas zonas.

Tal y como se puede observar en la Tabla 1 se apreciaron infecciones de jopos en el 100% de los campos de girasol comestible y en el 28% de los oleaginoso visitados. Las infecciones fueron mas intensas en El Coronil -Montellano, Mairena - Carmona, Morón y Villamartín - Arcos,

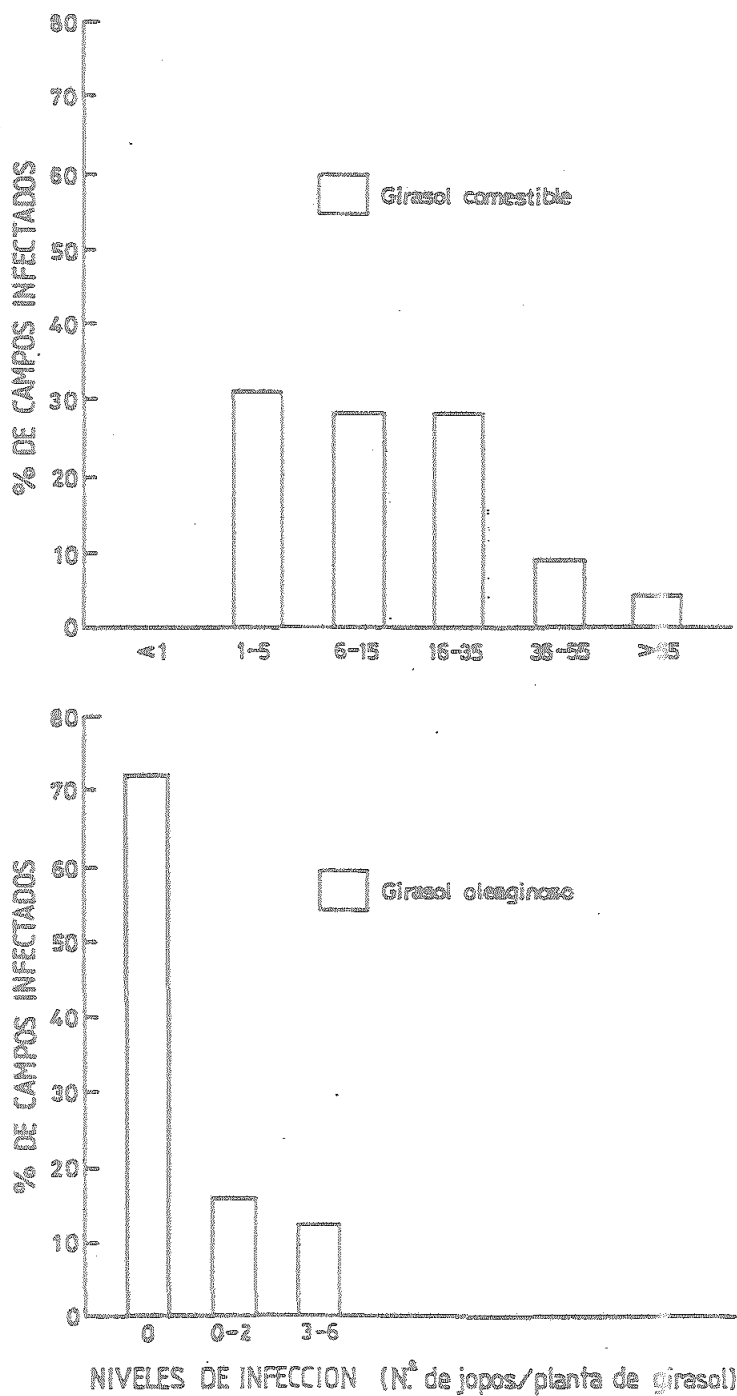


Fig. 3.- Porcentaje de campos infestados por O. cernua, según niveles de infección.

Tabla 1. Severidad e incidencia media de la infección por *O. cernua* según área de población y cultivar.

Area Población (Provincia)	N° campos visitados		S.M.V.C. (Ha)		S		I	
	C	O	C	O	C	O	C	O
El Coronil-Montellano (Sevilla)	31	19	16	25	24 (16)	5 (6)	89 (12)	30 (17)
Morón (Sevilla)	5	7	38	38	7 (5)	1 (1)	71 (15)	18 (5)
Carmona-Mairena (Sevilla)	16	8	18	28	23 (14)	0.3 (0)	86 (17)	17 (0)
Marchena (Sevilla)	4	0	27	0	4 (2)	-----	54 (27)	-----
Lebrija-El Cuervo (Sevilla)	2	3	130	137	6 (11)	0	36 (43)	0
Ecija (Sevilla)	0	7	-----	93	-----	0.4 (0.1)	-----	28 (9)
Alcalá Guad.-Utrera (Sevilla)	1	3	95	85	1 (0)	0.3 (0)	30 (0)	10 (0)
Villamartín-Arcos (Cádiz)	2	0	67	-----	35 (45)	-----	71 (42)	-----
Jerez (Cádiz)	1	0	275	-----	20 (0)	-----	45 (0)	-----
Córdoba-Bujalance (Córdoba)	2	0	55	-----	0.2 (0.2)	-----	9 (11)	-----
Huescar (Granada)	3	0	0.3	-----	19	-----	53 (18)	-----
Ronda (Málaga)	6	3	50	72	5 (6)	0	22 (24)	0
Fuentepiedra-Antequera (Málaga)	6	1	21	2.5	11 (5)	0.2 (0)	87 (19)	0

C Girasol comestible (Blanco), O Girasol oleaginoso (negro).

S Severidad (N° de jopos por planta).

I Incidencia (% de plantas infectadas).

S.M.V.C Superficie media visitada por campo.

Entre paréntesis se indican las desviaciones estándar.

que en las restantes zonas.

Mientras que en el girasol comestible la incidencia media varió entre el 9-89% y la severidad entre 0.2 y 35 jopos por planta de girasol, en el girasol oleaginoso la incidencia varió entre el 10 y 30% y el número medio de jopos por planta de girasol fué siempre inferior a 5. Para el girasol oleaginoso estos índices alcanzan sus valores más elevados, en la zona de El Coronil-Montellano en donde el cultivo de girasol comestible es tradicional. En esta zona la severidad media fué de 5 jopos por planta de girasol y la incidencia del 30%, índices muy elevados comparado con el resto de los campos, donde no se supera el 28% de planta infectadas y la severidad media fué de 1 jopo por planta de girasol.

4.1.1.1 Efecto de la repetición del cultivo.

En la tabla 2 se pone de manifiesto la influencia directa de los años de repetición del cultivo de girasol comestible en la incidencia y severidad de las infecciones de jopo. Se observa en todas las provincias como un mayor número de años de repetición del cultivo conduce a aumentar ambos índices. Así, por ejemplo, en la provincia de Sevilla la repetición del cultivo 10, 6-9, 5-3, 2 y 1 años condujeron a una severidad de 40, 23, 19, 8, y 2 jopos por planta de girasol y a una incidencia del 94, 92, 84, 61, 43 %, respectivamente. Por otro lado se encuentran niveles medios de infección que varían entre 23 jopos por planta de girasol para aquellos campos donde se repetía el cultivo un

Tabla 2. Influencia de la repetición del cultivo de girasol comestible en la incidencia y severidad de las infecciones de Q. cernua.

Provincia	N° jopos/planta (S)					% plantas infectadas (I)				
	N° de años de repetición del cultivo									
	≥10	6-9	3-5	2	1	≥10	6-9	3-5	2	1
Sevilla	40 (15)	23 (7)	19 (14)	8 (3)	2 (1)	94 (6)	92 (3)	84 (17)	61 (8)	43 (13)
				*41 (11)	#8 (3)				*89 (12)	#75 (10)
Cádiz				20 (0)	3 (0)				45 (0)	42 (0)
				*66 (0)					*99 (0)	
Málaga	7 (4)	3 (0)		9 (6)	0.1 (0)	81 (16)	59 (0)		41 (21)	4 (1)
Córdoba				0.30 (0)	0.01 (0)				17 (0)	1 (0)
Medias	23 a	13 b	19 b	9 c	1 c	88 a	76 ab	84 b	41 c	23 d
				*54 a	#8 b				*94 a	#75 b

(S) Severidad, (I) Incidencia.

* Cultivo repetido anteriormente, durante 10 años, en su proximidad.

Cultivo repetido anteriormente, durante 2-3 años, en su proximidad.

Entre paréntesis se indican las desviaciones estándar.

Valores medios seguidos por la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$) según el test de Mann-Whitney.

número de años igual o superior a 10, frente a uno para campos en los que se cultivaba por primera vez. De forma similar variaba la incidencia entre el 88 y 23% para repeticiones del cultivo de 10 y un año, respectivamente.

También las siembras continuadas del cultivo en las proximidades del campo prospectado se ha constatado como un factor importante en la severidad e incidencia de las infecciones (Tabla 2). En efecto, en la provincia de Sevilla la severidad e incidencia fué de 41 jopo por planta de girasol y 89 % de plantas infectadas respectivamente, al segundo año de repetir el girasol comestible, si previamente se había cultivado en sus proximidades y sólo era de 8 y 61 en caso contrario, o sea si no se había cultivado en sus proximidades

El número de años de repetición de girasol comestible parece asimismo que influye en la infección del girasol oleaginoso subsiguiente (Tabla 3). Así, por ejemplo, diez años de cultivo de girasol comestible produjeron una severidad 4 jopos por planta de girasol e incidencia del 64 % en el segundo año de cultivarse girasol oleaginoso, mientras que sólo dos años de cultivo de girasol comestible produjeron incidencia del 14 % y severidad de 4 jopos por planta de girasol.

4.1.1.2. Efecto de los cultivares.

La infección de ambos cultivares fué similar en cuanto a su incidencia pero no en su severidad (Tabla 4). Así, el porcentaje de plantas infestadas fué de 94 y 82 % para los cultivares Gigante e Israelita respectivamente, mientras que

Tabla 3. Influencia del número de años de repetición del cultivo de girasol comestible en la severidad e incidencia de la infección del girasol oleaginoso subsiguiente.

N° años repetición cultivo G. comestible	N° de años de repetición del cultivo de G. oleaginoso			
	1		2	
	Severidad	Incidencia	Severidad	Incidencia
1	(a) 0.34 (0)	(a) 16 (3)	----	----
2	(a) 2 (1)	(a) 17 (5)	(b) 4 (2)	(b) 14 (3)
3-5	(a) 1 (1)	(b) 24 (7)	----	----
6	(a) 0.6 (0)	(b) 10 (2)	----	----
>10	(a) 0.5 (0.2)	(c) 13 (4)	(b) 4 (1)	(d) 64 (19)

Entre paréntesis se indica la desviación estándar.

Valores medios precedidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$) según el test de Mann-Whitney.

Tabla 4. severidad e incidencia media de la infección según cultivar en girasol comestible.

Cultivar	Nº jopos/planta (S)		%plantas infectadas (I)	
Gigante	(a)	28 (20)	(a)	94 (5)
Israelita	(b)	7 (4)	(a)	82 (17)

(S) Severidad, (I) Incidencia.

Entre paréntesis: desviación estándar.

Valores medios precedidos de la misma letra no son significativamente diferentes ($P = 0.05$) según el test de Man-Whitney.

la severidad fué de 28 plantas de jopos / planta de girasol para el cultivar Gigante y solo 7 jopos / planta para el Israelita. Este efecto puede ser atribuible a una menor susceptibilidad del cultivar Israelita respecto al Gigante.

4.1.2. Dispersión de semillas de jopo a través de aquenios de girasol.

4.1.2.1 Efecto de la infestación natural de la semilla de girasol.

La presencia de semillas de O. gervua adheridas a la testa de los aquenios de girasol puede observarse bajo el binocular Fig. 4. El porcentaje de aquenios infestados varió desde el 2% al 9% para campos con menor y mayor grado de infestación respectivamente. La media de las cuatro repeticiones fué del $5\% \pm 2.7$.

En aquellos campos donde la semilla de siembra procedía directamente de campos infectados, recolectados con máquina, el porcentaje de plantas infectadas fué del 1% y 1.86% para el cultivar Gigante e Israelita respectivamente. Dichos cultivares presentaban una intensidad de la infección de 0.4 y 0.023 jopos emergidos por planta de girasol, para cada uno de ellos.

4.1.2.2. Evolución de una población de jopo originada por infestación artificial a través de semillas de girasol.

El número medio de jopos emergidos por planta de girasol incrementó progresivamente durante los tres años de estudio (Fig. 5). Así pues en el primer año de siembra, tras



Fig. 4.- Achenio de girasol comestible portador de semilla
de O. cernua.

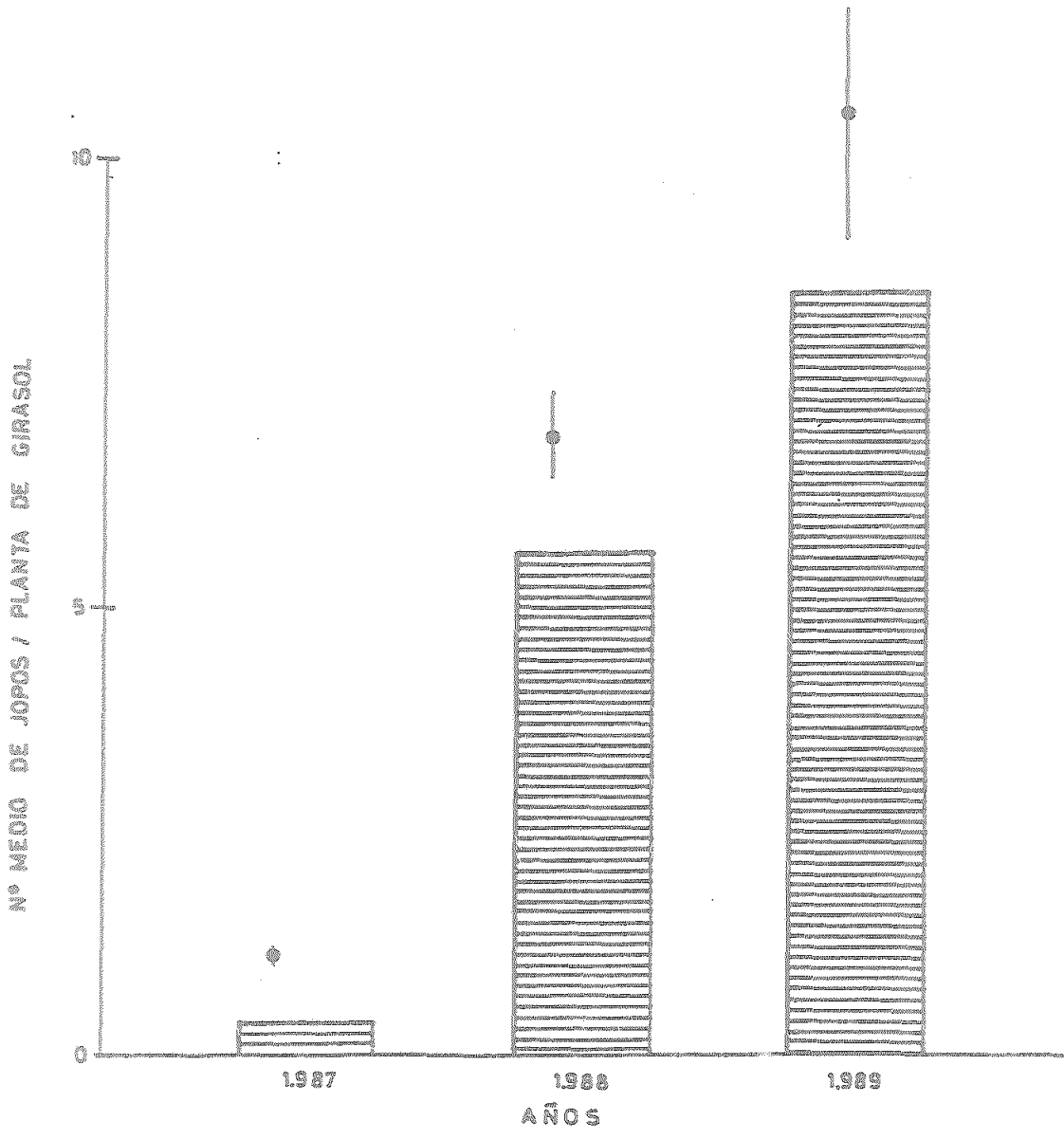


Fig. 5.- Variación de la infestación del suelo por semillas de O. cernua, a través de aquenios de girasol, expresada como número medio de jopos emergidos por planta. Los trazos verticales representan las desviaciones estándar.

la incorporación de semillas al suelo a través de aquenios de girasol, la emergencia fué de 0.36 ± 0.12 jopos por planta de girasol. En un segundo y tercer año de siembra con girasol libre de jopo en la misma parcela previamente infestada, se obtuvo un número medio de 5.6 ± 1.1 y 8.48 ± 3.1 jopos/planta, respectivamente.

Esto pone de manifiesto la rapidez e intensidad con que puede infestarse un campo con Q. cernua a través de semillas de girasol

4.2. Interrelación fenológica y en crecimiento jopo-girasol e influencia de la época de siembra del cultivo.

4.2.1. Interrelación fenológica y crecimiento.

En todos los experimentos se observó una instalación secuencial y posterior emergencia del parásito. La instalación se apreció por primera vez en plantas de girasol con tres pares de hojas. Luego, en un corto intervalo de tiempo se observó la coexistencia de jopos en diferentes estados de desarrollo (Fig.6). La predominancia del estado de desarrollo "c" (raicillas degeneradas desarrolladas e incipiente aparición de yemas) coincidió con un desarrollo del cultivo de 5-6 pares de hojas. En dicho momento se inicia un aumento del número de jopos instalados. Además de alcanzarse en un corto periodo de tiempo el estado "d" (yema desarrollada) como predominante

El estado de desarrollo predominante "e" (raicillas degeneradas totalmente desarrolladas y vástago ya emergido

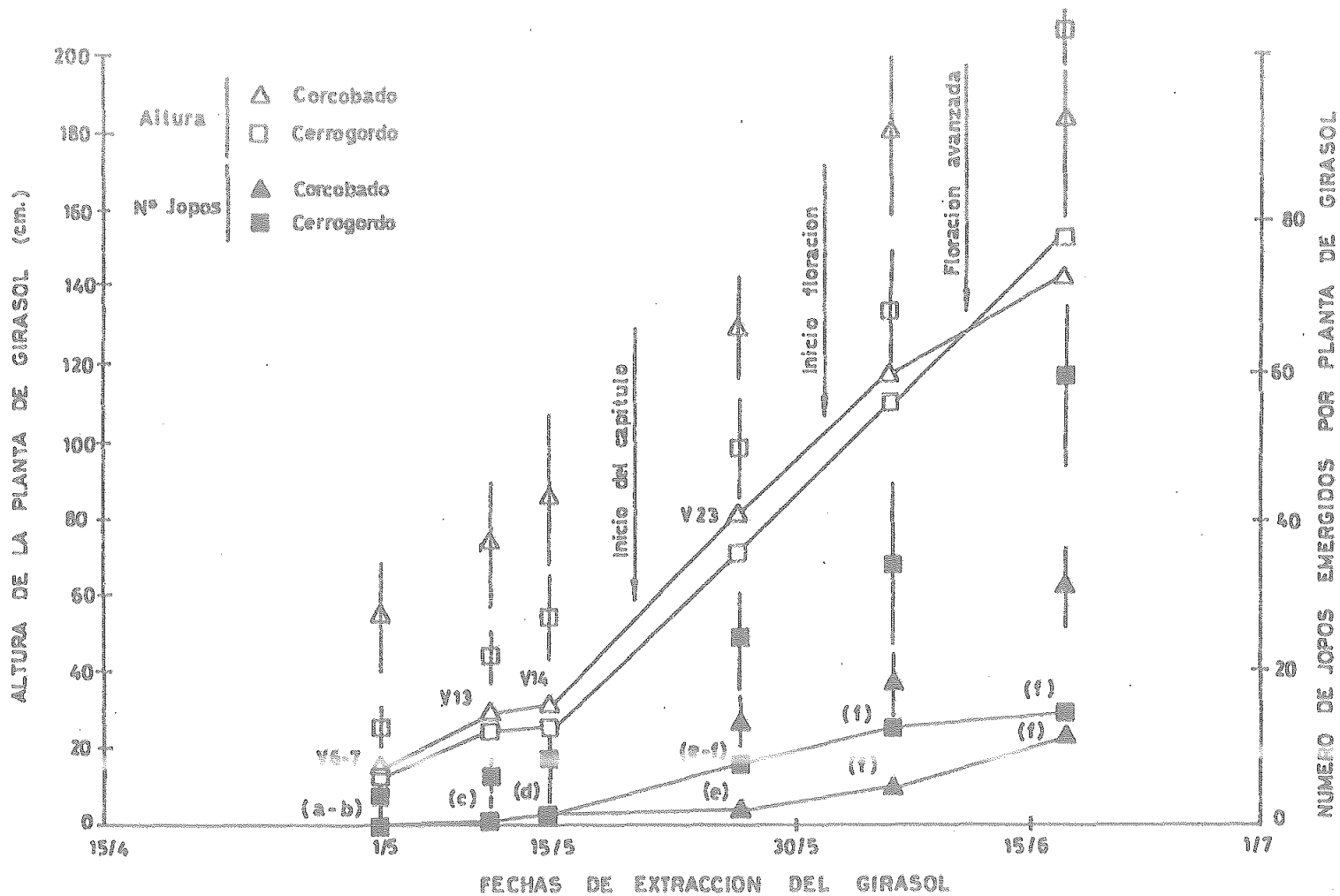


Fig. 6a.- Relación fenológica jopo-girasol y evolución de la infección en el tiempo. V, estado vegetativo del cultivo, seguido del número medio de hojas.

Entre paréntesis se indican los estados predominantes del jopo. Los trazos verticales - representan las desviaciones estándar. Año 1.986.

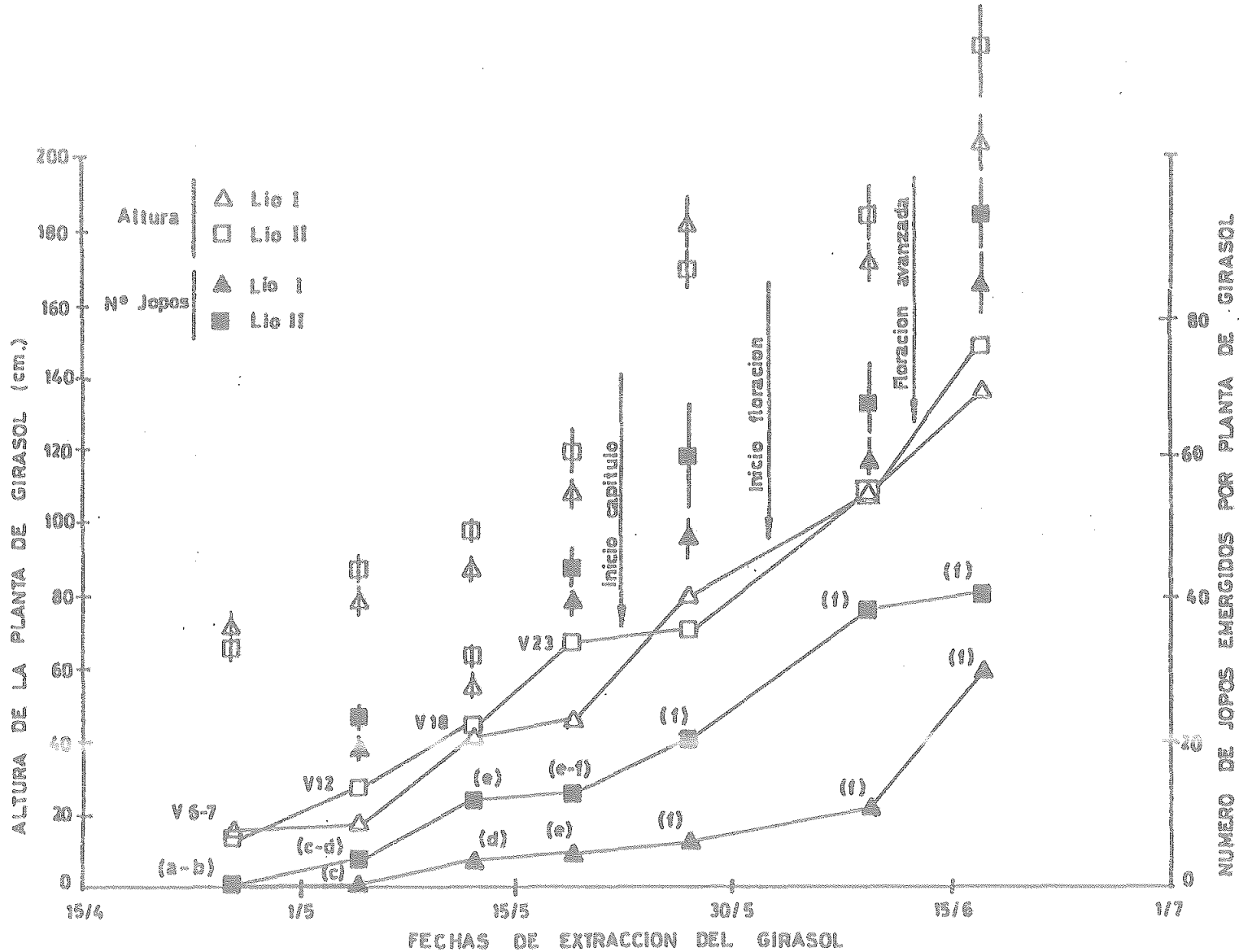


Fig. 6b .- Relación fenológica jopo-girasol y evolución de la infección en el tiempo. V, estado vegetativo del cultivo, seguido del número medio de hojas.

Entre paréntesis se indican los estados predominantes del jopo. Los trazos verticales representan las desviaciones estándar. Año 1.987.

de la yema) en cualquiera de los casos, estuvo presente al comienzó la formación del capítulo en el girasol. La emergencia del jopo coincidió con el inicio de la floración (final de Mayo) del cultivo, y fué particularmente intensa a lo largo del mes de Junio. El número medio final de jopos emergidos por planta de girasol varió desde 11, en Corcobado, hasta 41 en El Lío I. En términos generales, la forma de instalación y crecimiento de O. cernua en girasol varía considerablemente si las comparamos con la de O. crenata en habas (Mesa-García y García Torres, 1986).

En la Fig. 7 se indica el efecto de los cultivares Gigante e Israelita en la relación interfenológica jopo-girasol. No se observaron diferencias entre el inicio del parasitismo y desarrollo de éste entre los cultivares considerados. El número medio final de jopos emergidos en el cultivar Gigante fué así mismo similar al alcanzado en el Israelita.

4.2.2. Influencia de la época de siembra del cultivo.

El desarrollo fenológico del jopo respecto al cultivo según fechas de siembra se muestra en las Figuras 8. El inicio del parasitismo fué observado por primera vez en plantas de girasol con 6-7 hojas y una altura media de 18 cm en las tres épocas de siembra

El periodo subterráneo del jopo, considerado desde la aparición del estado de desarrollo predominante "a" (nódulo) al "e" ambos inclusivos, fué similar para las tres épocas de siembra. En efecto la duración de dicho periodo subterráneo fué de 23, 28 y 26 días en 1.988 y de 25, 26 y 25 días en

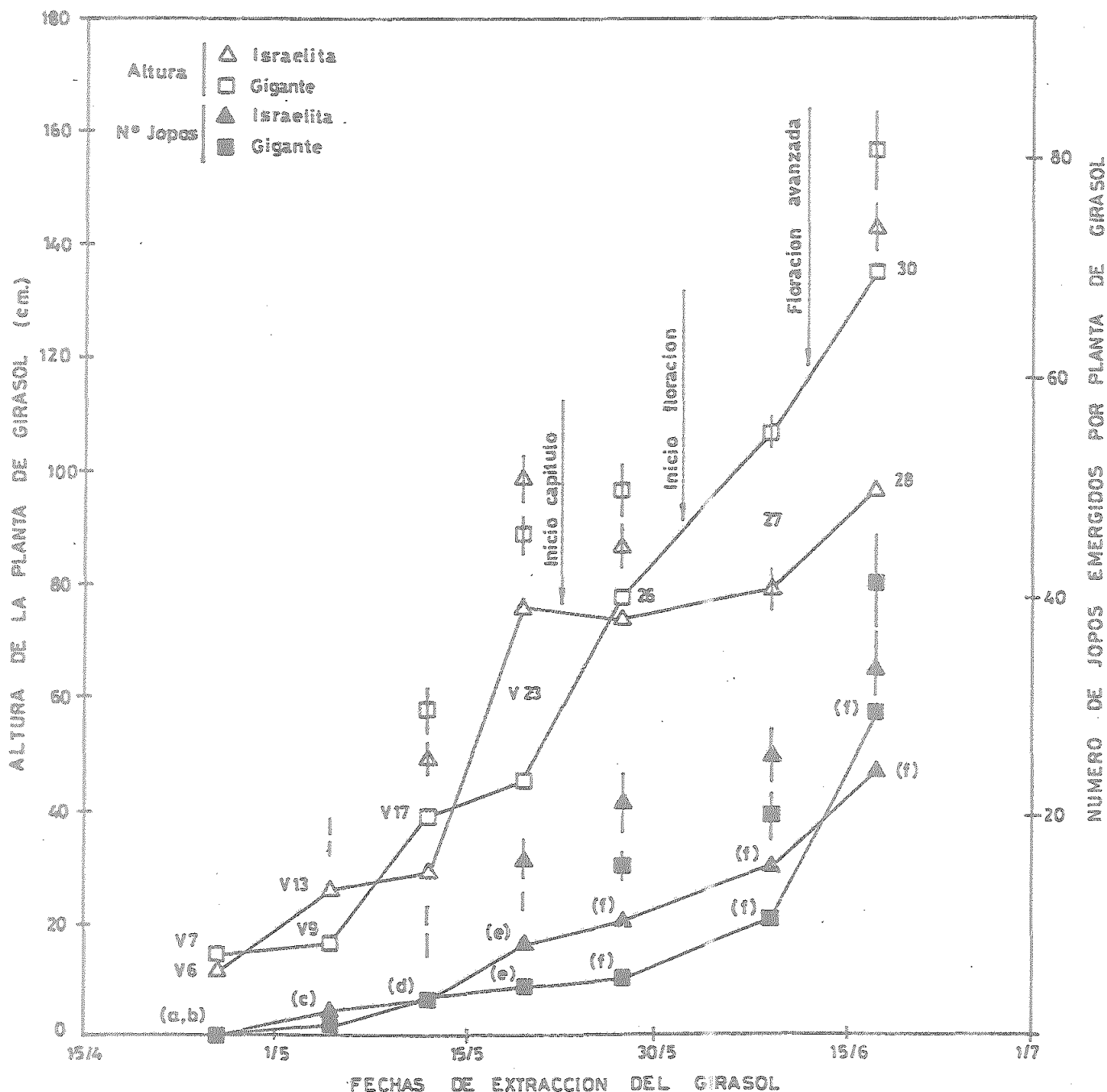


Fig. 7.- Efectos del cultivar en la interrelación fenológica huésped-parásito. V, estado vegetativo del cultivo seguido del número medio de hojas. Entre paréntesis se indican los estados de desarrollo predominantes del jopo. Los trazos verticales representan las desviaciones estándar.

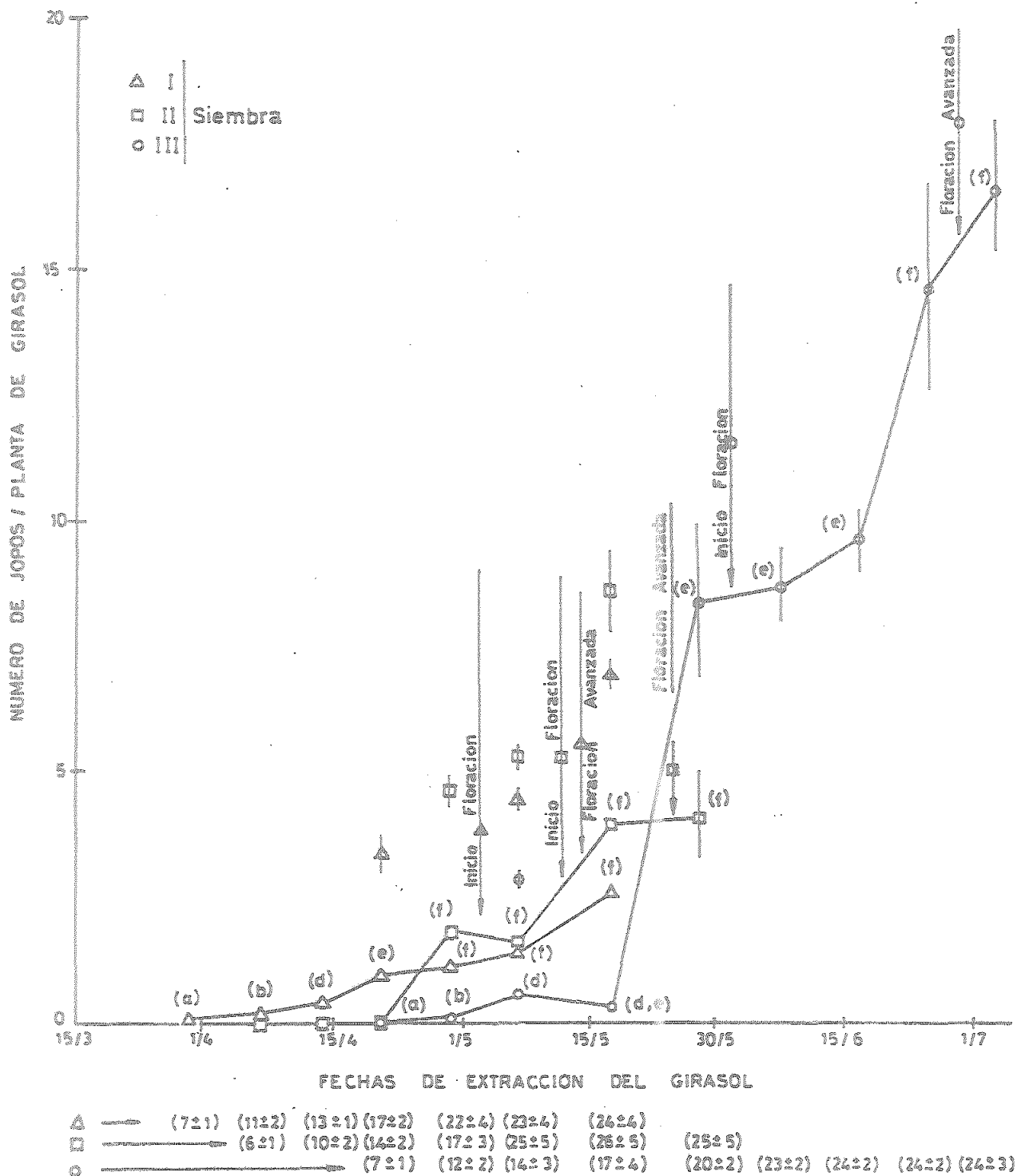


Fig. 8a.- Influencia de la época de siembra en la relación fenológica cultivo-especie parásita y en la evolución de la infección. Entre paréntesis se indican los estados de desarrollo del girasol, basados en el número medio de hojas, seguido de su desviación estándar.

Las letras representan los estados de desarrollo del jopo predominantes. Los trazos verticales indican las desviaciones estándar. Año 1.988.

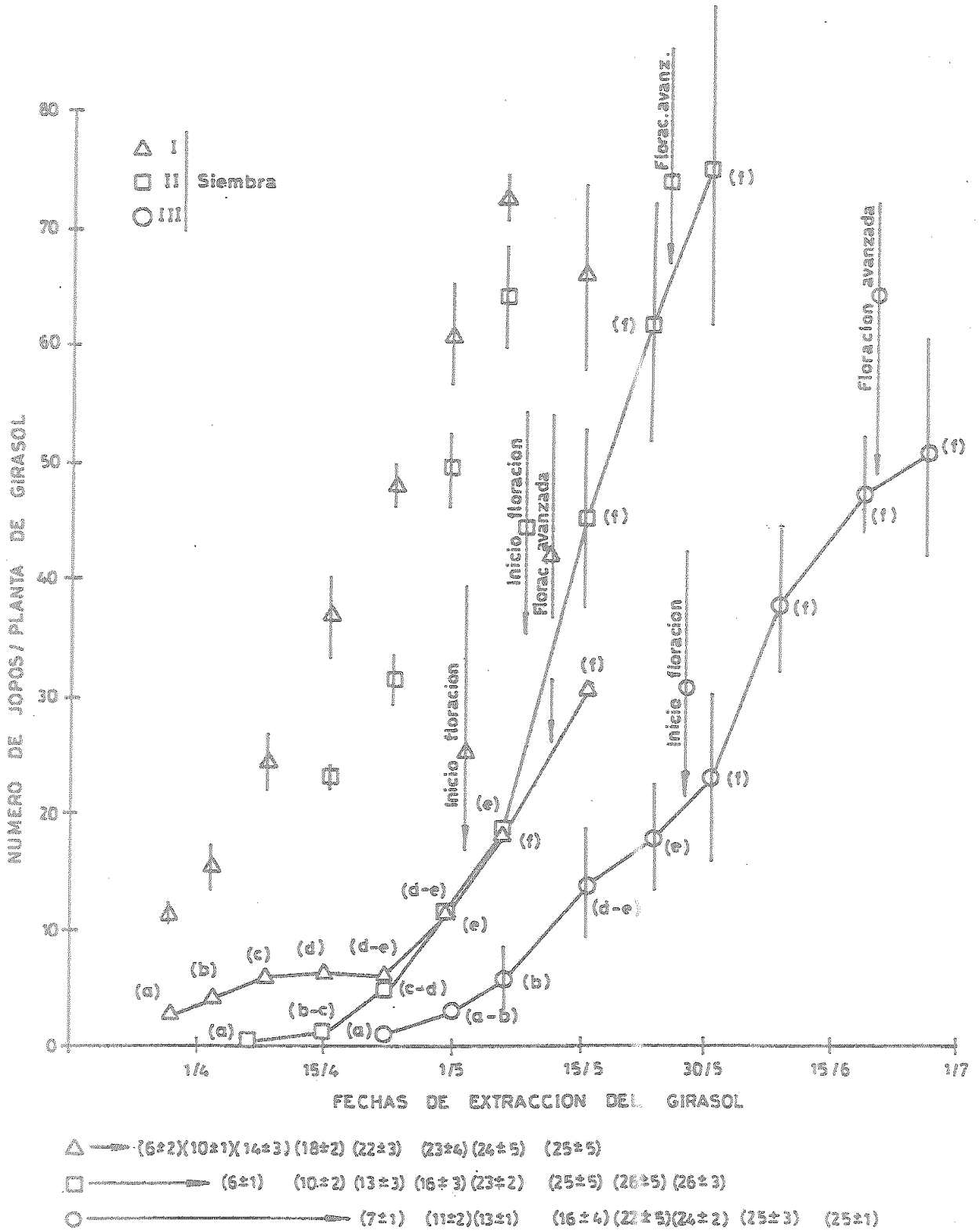


Fig. 8b.- Influencia de la época de siembra en la relación fenológica cultivo-especie parásita y en la evolución de la infección. Entre paréntesis se indican los estados de desarrollo del girasol, basados en el número medio de hojas, seguido de su desviación estándar.

Las letras representan los estados de desarrollo del jopo predominantes. Los trazos verticales indican las desviaciones estándar. Año 1.989.

1.989, para épocas muy tempranas, tempranas y normales respectivamente. Sin embargo, el período subsiguiente desde el estado predominante "e" hasta el final de la emergencia del jopo varió considerablemente según épocas de siembra, aumentando cuando se atrasa la siembra. Dicho período de emergencia fué de 27, 36 y 45 días en el primer año y de 18, 30 y 45 días en el segundo, para cada una de dichas épocas, respectivamente, Fig.8a y b.

El inicio de la floración del cultivo coincidió con una mayoría de jopos en estado "e", para la época normal de siembra, y "f" (emergencia del vástago sobre el suelo) para las otras dos primeras épocas ensayadas. Este último estado aparece como predominante el 28 de Mayo y 23 de Junio en 1988 para épocas muy tempranas, tempranas y normales. En el segundo año la aparición de dicho estado se anticipa en las tres fechas, teniendo lugar el 5, 15 y 30 de Mayo para cada una de las épocas, respectivamente.

En el experimento realizado en 1988 el máximo número de plantas de O. cernua adheridas a la planta huésped y la duración del ciclo vegetativo del parásito aumentó en las fechas normales de plantación del girasol, en comparación con las más anticipadas.

Las figuras 9 a y b muestran la evolución de la temperatura media y humedad del suelo durante el ciclo del cultivo en las diferentes épocas de siembra. Las primeras instalaciones de jopo coincidieron con temperaturas medias del suelo de comprendidas entre 18-24 °C para las tres fechas de siembra sucesivas ensayadas, respectivamente. No obstante, debe señalarse que el período de instalación más

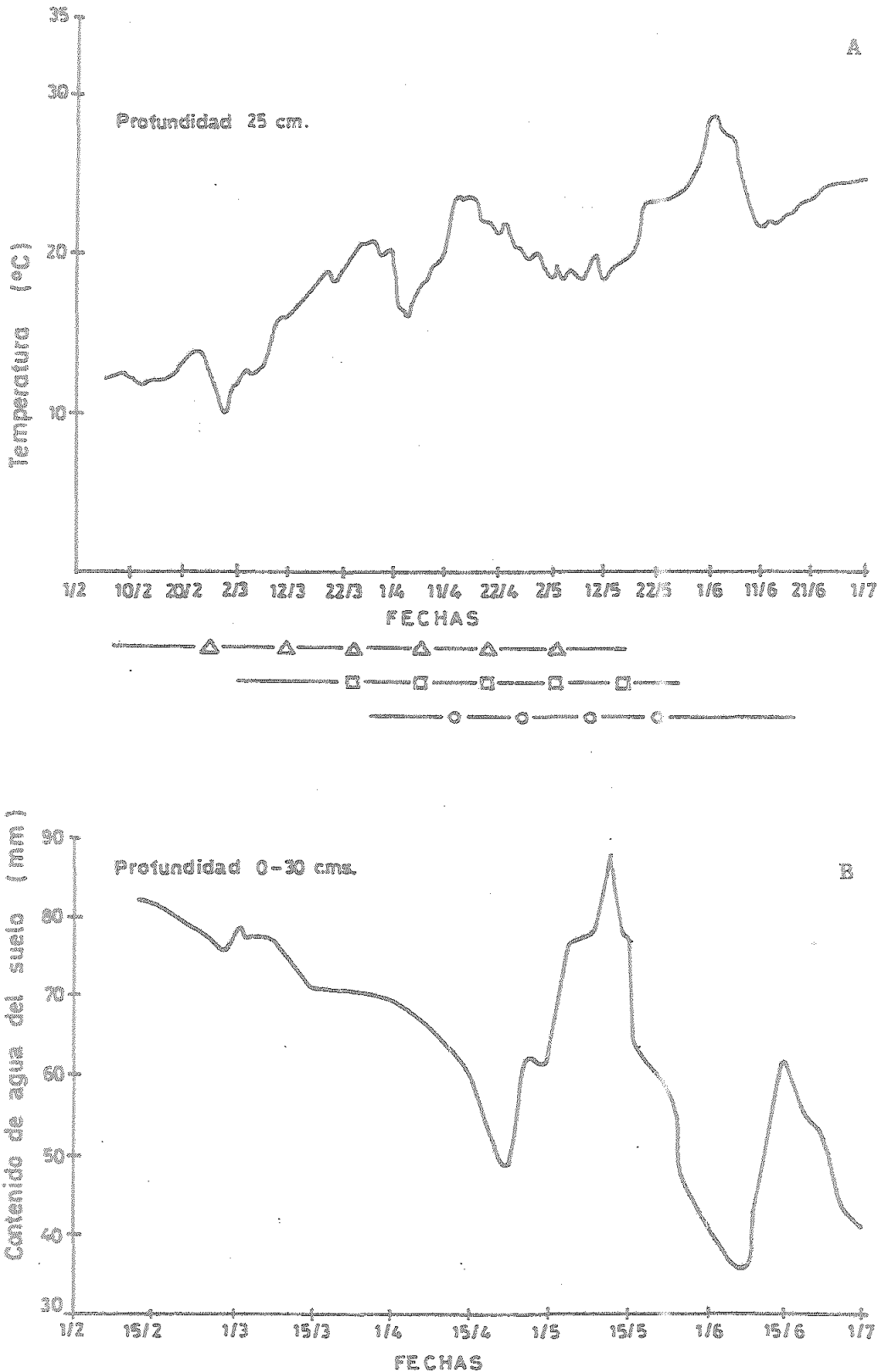


Fig. 9a.— Variación de la temperatura media y contenido hídrico del suelo durante el ciclo del cultivo. Las Torres, 1.988.

Entre A y B se representa la amplitud del ciclo vegetativo del cultivo en épocas muy tempranas, tempranas y normales.

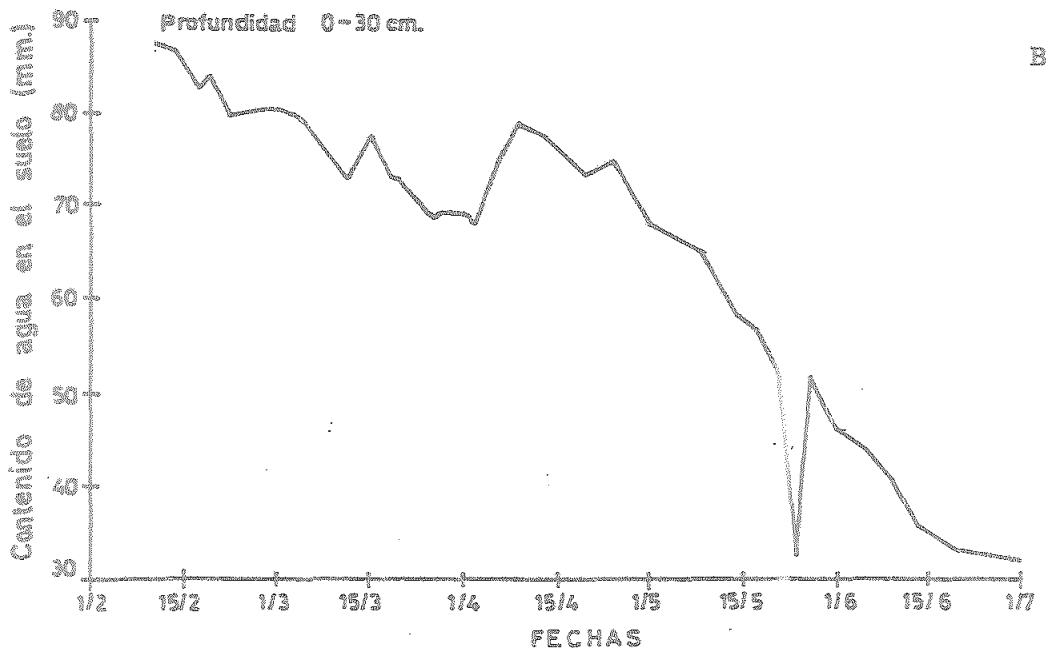
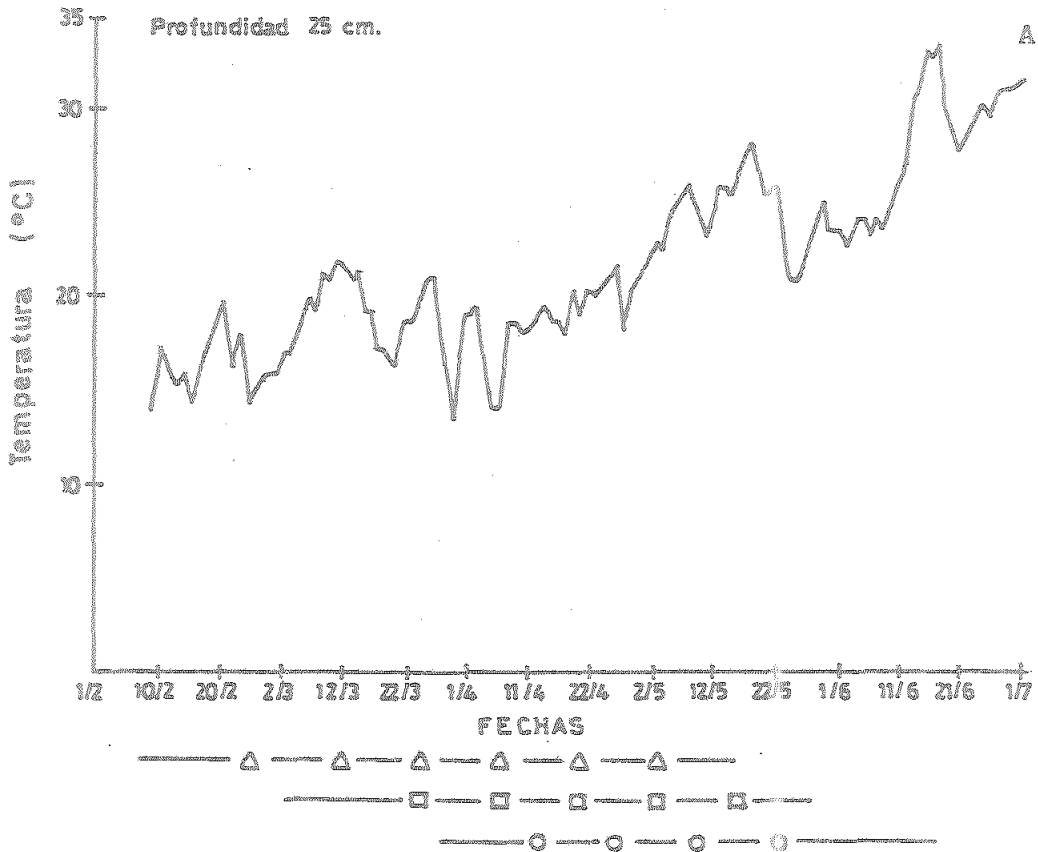


Fig. 9b.- Variación de la temperatura media y contenido hídrico del suelo durante el ciclo del cultivo. Las Torres, 1.989.
Entre A y B se representa la amplitud del ciclo vegetativo del cultivo en épocas muy tempranas, tempranas y normales.

intenso coincidió en la primera y segunda fecha, con temperaturas de suelo de 20-23 °C, si bien dicho período fué relativamente corto y debido posiblemente a ésto la instalación resultó relativamente débil.

La instalación de jopo fué mucho más intensa en épocas de siembra normal, lo que puede atribuirse a un amplio período de tiempo, de unas 2-3 semanas, con mayores temperaturas de suelo (22-27 °C aproximadamente). En dicha época de siembra el aumento de la instalación de jopo coincide con un contenido hídrico del suelo a la profundidad de 0-30 cm de 89 mm, siendo éste valor algo superior al de su capacidad de campo (80 mm) para esa misma profundidad.

En el estudio de 1989 el mayor número de plantas de jopo instaladas tuvieron lugar en la segunda época de siembra y no en la tercera, aunque se ésta fué la que presentó mayor duración del ciclo vegetativo, como en el año anterior. Por otro lado, si bien las temperaturas medias se mantuvieron superiores a 15°C Fig.9b. El contenido hídrico del suelo a 30 cm. de profundidad es de destacar, en dicho año, dado que la pluviometría del periodo Febrero - Abril hizo que el ciclo vegetativo del parásito tanto en épocas muy tempranas y tempranas transcurrieran con un contenido hídrico superior al 40% la capacidad de campo a esa profundidad, hecho que favorece la germinación de las semillas de O. carnua (Linke, 1987). Debe señalarse que excepcionalmente en 1.989 la menor instalación de jopos ocurrida en épocas normales de siembra (Útimo de Marzo)se debe a que el ciclo vegetativo del parásito, desde el inicio de la instalación hasta el final, se vió sometido a un

estrés hídrico y aumentos de temperaturas, por las condiciones meteorológicas de dicho año.

La evolución de la altura de la planta de girasol, según épocas de siembra, se muestra en la Figura 10 a, b. Generalmente, la infección del jopo tiende a disminuir la altura del cultivo, a lo largo de todo su ciclo, con respecto al testigo no infestado. Dicha disminución es más acentuada en épocas que manifiestan un mayor aumento en el número medio de jopos fijados por planta conforme avanza su estado de desarrollo. En efecto son aquellas épocas con menor número total de jopos las que presentan una mayor altura.

El peso seco de la parte aérea de las plantas de girasol infectada con D. cernua disminuye, en comparación con las no infectadas, conforme aumenta el número de jopos fijados en épocas muy tempranas y normales (Fig. 11 a,b). La diferencia en la producción de materia seca entre dichas plantas comienza a detectarse cuando la mayoría de los jopos se encuentran en estado "e", lo que coincide con un aumento considerable en el peso seco del mismo (Fig. 11).

En siembras muy tempranas y tempranas, la producción del girasol libre de jopo es mayor que en fechas normales (Fig.12). En efecto, la producción fué equivalente a 3.470, 4.025 y 2.875 Kg/ha en 1.988 y 1.702, 1.991 y 1.512 en 1.989 para las tres fechas de siembra sucesivas, respectivamente. La competición del jopo fué más intensa conforme se atrasó la fecha de siembra, lo que se correspondía a una mayor severidad de infestación. Así, la producción del girasol infestado fué del 98, 94, 67 % en 1988 y del 93, 61, 79 en

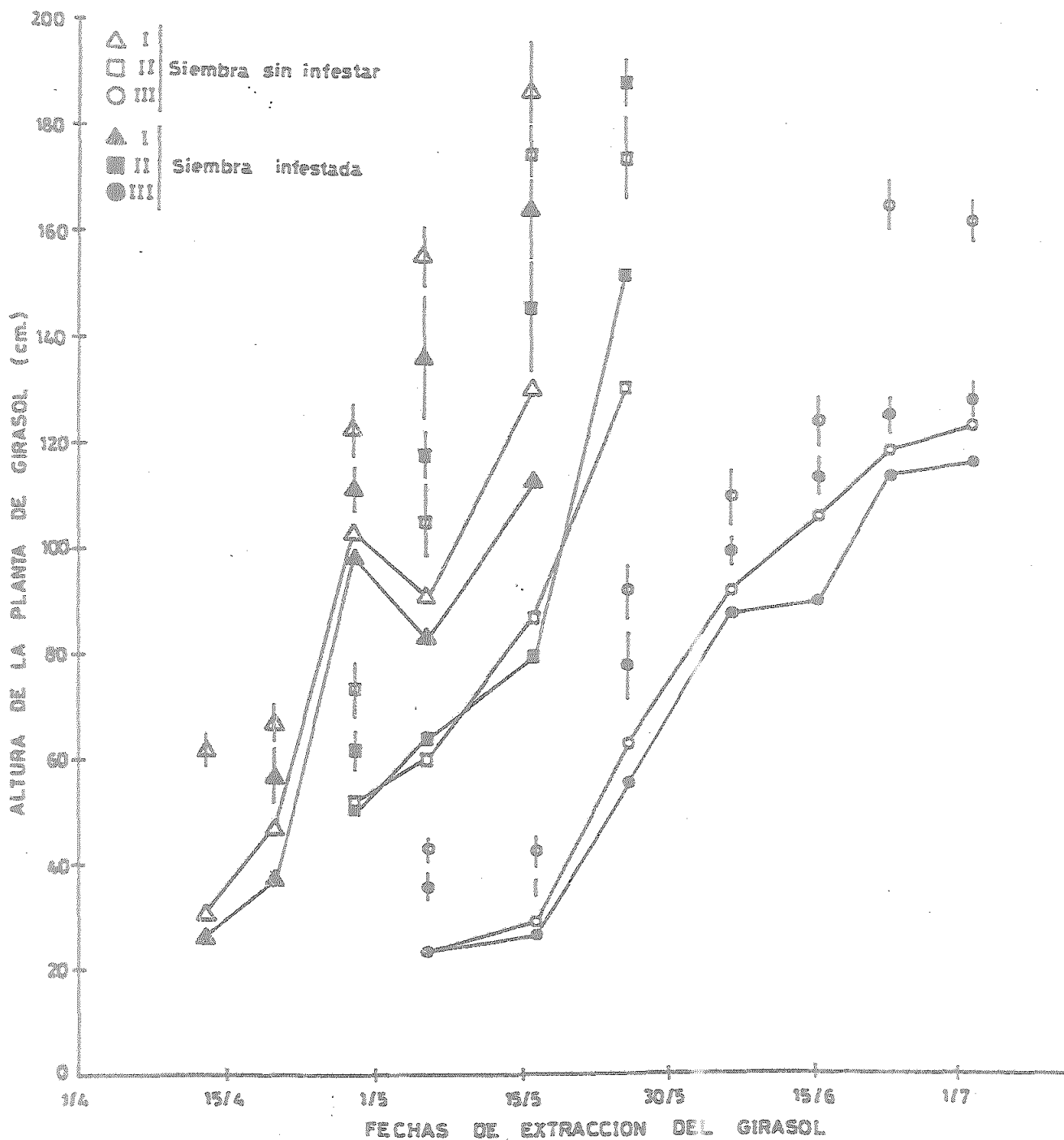


Fig. 10 a.- Evolución de la altura de la parte aérea de la planta de girasol, según épocas de siembra. Los trazos verticales representan las desviaciones estándar. Año 1.988.

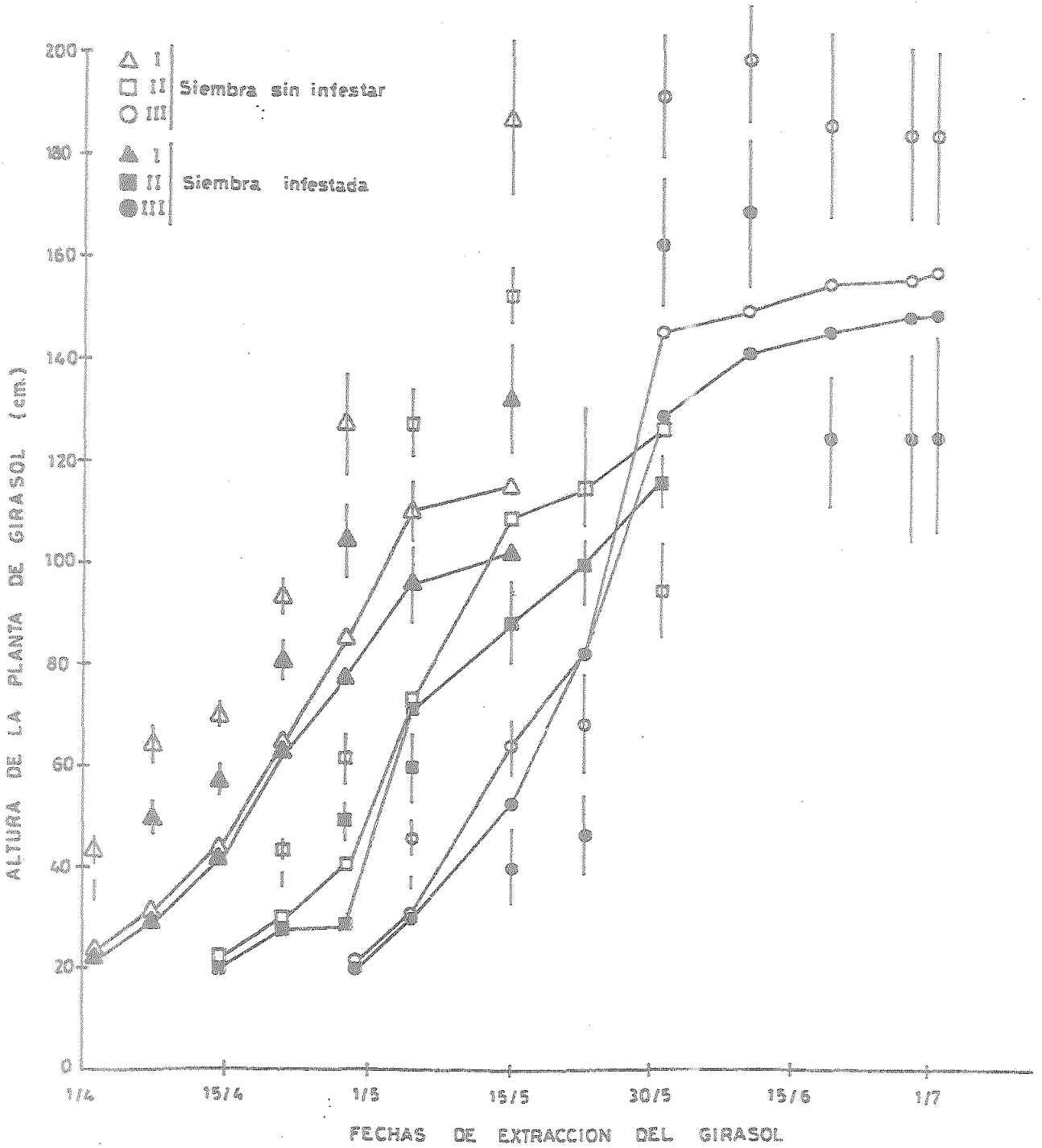


Fig. 10b.- Evolución de la altura de la parte aérea de la planta de girasol, según épocas de siembra. Los trazos verticales representan las desviaciones estándar. Año 1.989.

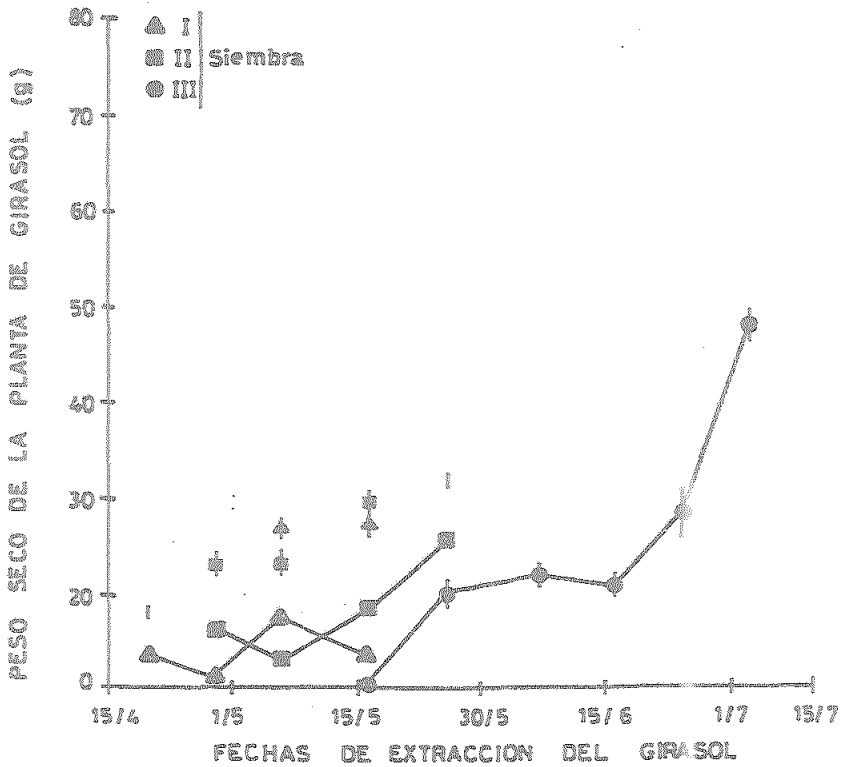
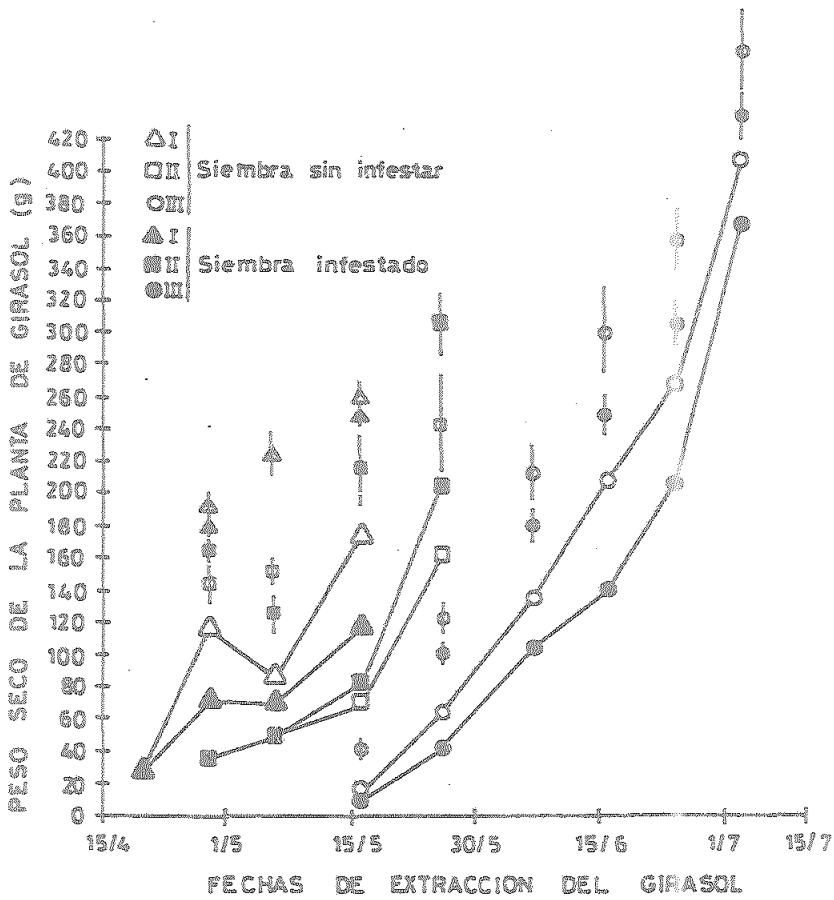


Fig.11a.- Evolución del peso seco de la parte aérea de la planta de girasol y del jopo, según épocas de siembra. Los trazos verticales representan las desviaciones estándar. Año 1.988.

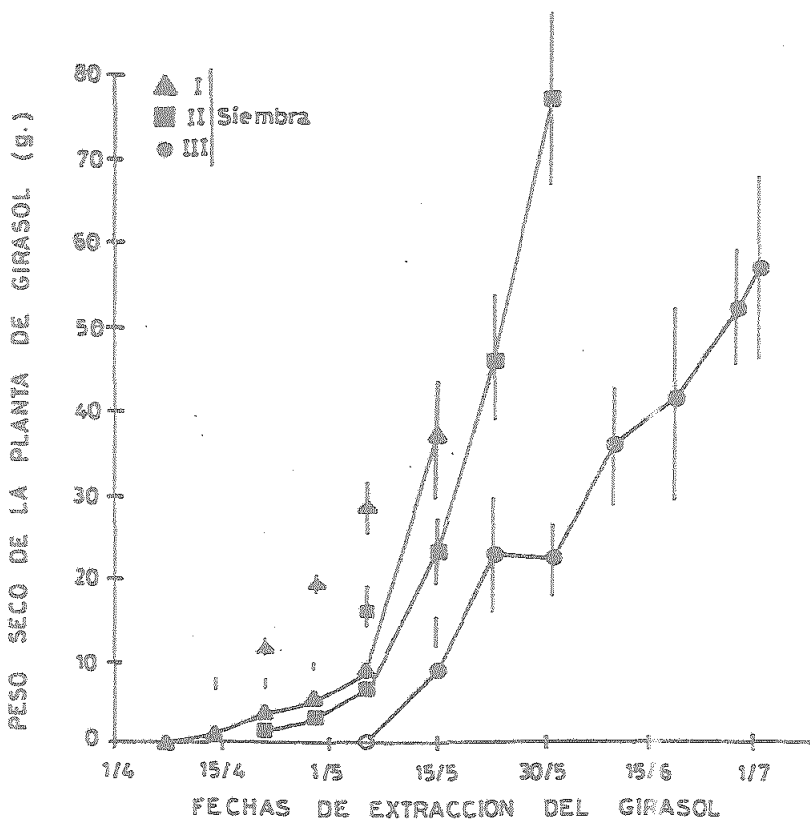
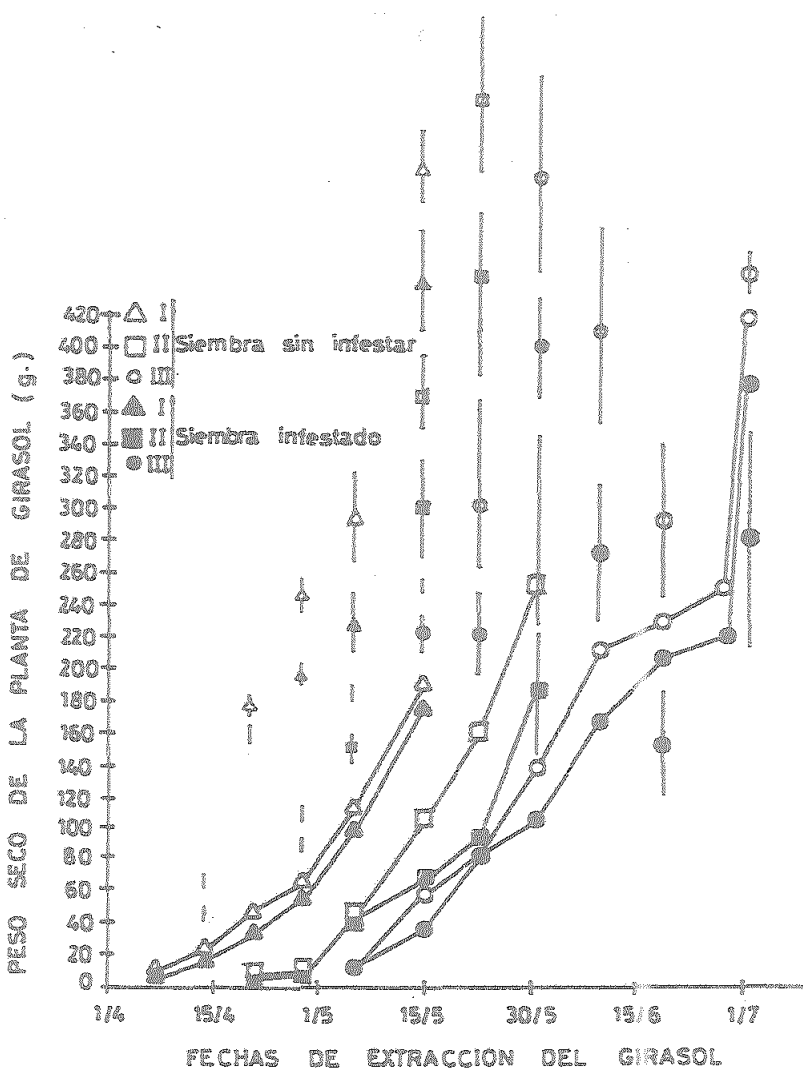


Fig. 11b.- Evolución del peso seco de la parte aérea de la planta de girasol y del jopo, según épocas de siembra. Los trazos verticales representan las desviaciones estándar. Año 1.989.

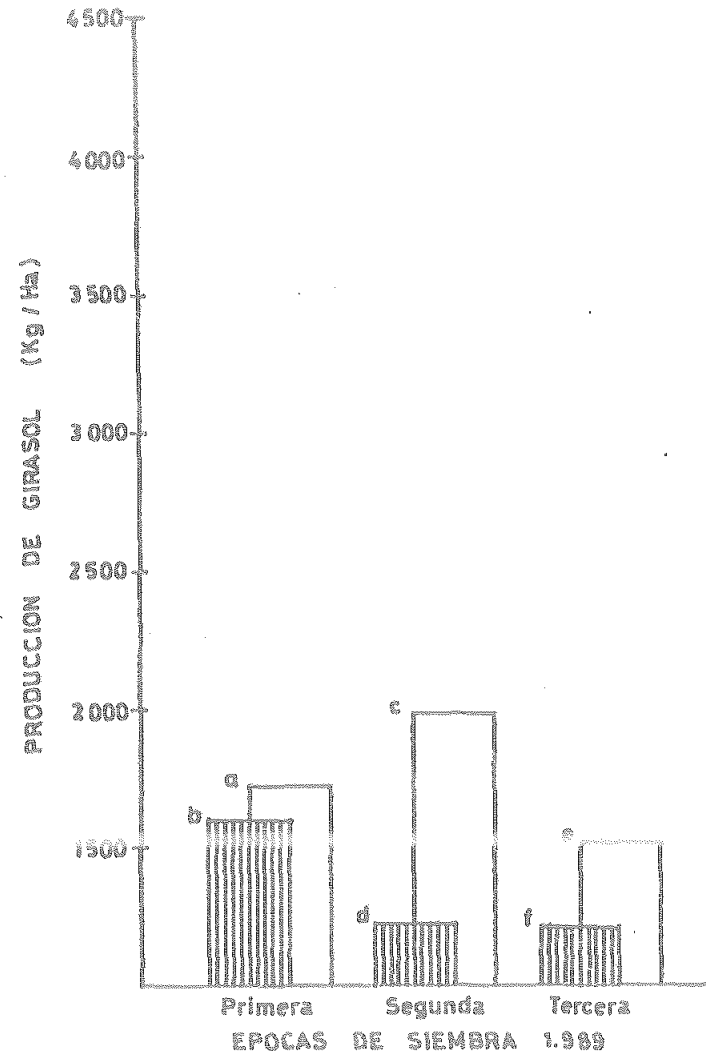
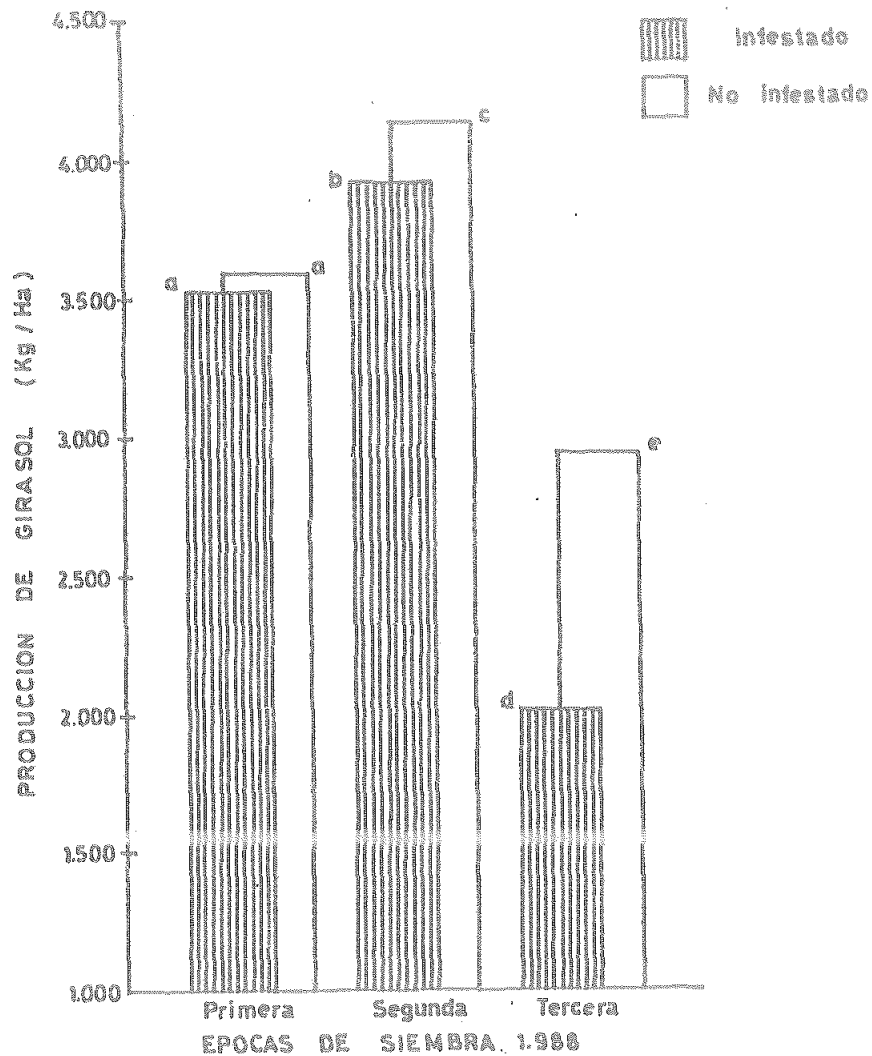


Fig. 12.- Producción de girasol según épocas de siembra. MDS (0.05) = 200, entre épocas de siembra. MDS (0.05) = 163 entre parcelas infestadas. Letras iguales indican no existencia de diferencias significativas entre las mismas.

1.989, con respecto al no infestado para las tres fechas sucesivas de siembra, respectivamente.

4.3. Control herbicida del jopo en girasol con glifosato.

4.3.1. Eficacia del glifosato según estados de desarrollo de la especie parásita.

4.3.1.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simples del herbicida.

Generalmente, a mayor dosis de glifosato aumenta la eficacia en el control de jopo (Tabla 5). Así, por ejemplo, en Corcobado el control fué del 14, 29, 48, 56, 80 y 80 para las dosis de 10, 20, 40, 60, 80 y 100 respectivamente, promediando estados de desarrollo. Por otro lado se obtuvo una mayor eficacia en el control de jopo, cuando la aplicación del herbicida tuvo lugar en plantas de girasol con un número medio de hojas comprendido entre 21 y 22 (M_{21}), que en el anterior o posterior estado de desarrollo considerado. Así, promediando localidades y dosis, el control con glifosato fué del 69% en girasoles de 21-22 hojas, comparado con el 48 y 46% para girasoles de 10-14 hojas y 26-28 hojas, respectivamente. Esto probablemente sea debido a que en ese momento se encuentran instalados en el sistema radicular o están próximos a hacerlo, un mayor número de jopos con respecto al momento anterior. La menor eficacia del glifosato en girasol de 26-28 hojas (M_{26}) pueda ser debida a una menor susceptibilidad del jopo a partir del estado de desarrollo "e" (raicillas degeneradas totalmente

Tabla 5. Influencia del momento de aplicación y dosis simples de glifosato en el control de *O. cernua* y producción de girasol, 1.986.

Momento (fecha)	E.D.(J/G)	Dosis g/ha	Localidades														
			Corcobado			Cerro Gorda			La Motilla			Media					
			Fito tox. (%)	Con trol (%)	Pro duc. (%)	Fito tox. (%)	Con trol (%)	Pro duc. (%)	Fito tox. (%)	Con trol (%)	Pro duc. (%)	Fito toxi (%)	Con trol (%)	Pro duc. (%)			
			* #			* #			* #			* #					
M ₁	10	0	0	32	-	0	0	24	-	0	0	0	-	0	0	19	
(14/5)	20	0	8	18	-	0	0	0	-	0	0	0	-	0	0	16	
c-d/10-14h	40	5	3	41	95	10	3	14	77	4	3	0	64	6	3	40	79
	60	10	15	45	95	14	13	50	85	35	9	25	82	20	12	60	87
	80	43	38	84	78	44	35	81	80	58	38	68	75	48	37	80	78
	100	59	43	96	-	63	43	83	-	61	50	68	-	61	45	88	
	Media	20	18	53	89	22	16	42	81	26	17	27	74	22	16	48	81
M ₂	10	1	0	0	-	0	0	29	-	0	0	0	-	0	0	10	
(26/5)	20	2	0	56	-	0	0	55	-	0	0	50	-	0	0	54	
d-e/21-22h	40	15	4	86	101	0	0	69	91	3	10	81	113	6	5	79	102
	60	15	9	100	101	3	0	82	102	10	10	75	119	9	8	82	107
	80	41	10	97	75	30	3	90	84	40	20	92	111	37	11	93	90
	100	46	36	98	-	30	13	94	-	61	27	93	-	46	25	95	
	Media	20	10	73	92	11	3	70	92	19	11	65	114	16	8	69	100
M ₃	10	3	0	11	-	0	0	0	-	0	0	37	-	1	0	16	
(5/6)	20	8	0	12	-	0	0	38	-	0	0	21	-	3	0	24	
e-f/26-28h	40	5	0	18	91	0	0	61	96	0	0	78	132	2	0	52	106
	60	0	3	24	89	0	0	68	87	0	2	62	125	0	0	51	100
	80	0	0	59	101	4	7	73	82	14	10	84	94	6	6	72	92
	100	15	0	46	-	4	7	56	-	10	10	82	-	10	6	61	
	Media	5	0	28	94	1	2	49	88	4	4	61	117	4	2	46	100
MDS (0.05)			6	21	15		7	11	20		10	20	23				

*, # Fitotoxicidad a los 15 y 30 días después del tratamiento.

E.D.(J/G) estados de desarrollo jopo/girasol.

El número de jopos medios por planta de girasol en las parcelas testigos fueron de 8, 14 y 21, para cada localidad respectivamente.

Las producciones en los testigos fueron de 1360, 1524 y 915 Kg/ha, para cada localidad, respectivamente.

MDS entre momentos de aplicación promediando dosis y entre dosis promediando momentos.

desarrollados y vástago ya emergido de la yema) al que correspondía predominantemente con dicho momento.

Aplicaciones simples de glifosato no fueron por lo general eficaces en el control de O. cernua. Así, por ejemplo, aún considerando el momento más adecuado de aplicación del glifosato (21-22 hojas, M₂), dosis de 10 a 40 gr/ha de m.a. resultaron en un control bajo de jopo y dosis más elevadas, si bien controlaron eficazmente el jopo, fueron fitotóxicas, por lo que la producción generalmente no aumentó en comparación con los testigos no infestados

4.3.1.2. Aplicaciones simples V.S. repetidas.

Aplicaciones repetidas de glifosato a bajas dosis aumentan el control de jopo respecto a las aplicaciones simples (Tabla 6), si bien, también producen una mayor fitotoxicidad. Aplicaciones dobles y triples de glifosato a 20 gr/ha de m.a. controlaron el 67 y 80% de los jopos con producciones del 115 y 122% respecto al testigo infestado. Por otro lado, si bien se obtuvieron controles del 92, 99% y del 95, 99% con aplicaciones dobles, triples de 40 y dobles, triples 80 gr/ ha de m. a., respectivamente, sólo los tratamientos repetidos de 40 gr/ha de m.a. dan lugar a producciones superiores al testigo, como consecuencia de su mejor tolerancia por parte del cultivo.

4.3.1.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones hebicida.

Un estado de desarrollo del cultivo más avanzado (18 hojas) en el momento de la primera aplicación del glifosato

(Tabla 7), comparado con el de 14 hojas del experimento anterior (Tabla 6), muestra una mayor tolerancia del cultivo frente a tratamientos similares de glifosato. La toxicidad media valorada a los 15 días de la primera aplicación, para tratamientos entre 30+50 y 50+60 gr/ha de m.a., fué del 29 y 5% para intervalos de tiempo entre aplicaciones de 7 y 13 días, respectivamente. Estos valores se redujeron al 7 y 4% cuando la valoración se hizo a los 30 días de la aplicación. Para plantas con 14 hojas tratamientos similares de 120 gr/ha de m.a. manifestaron una toxicidad del 31%.

Un aumento de la dosis de glifosato conduce a un aumento de de la toxicidad manifestada por el cultivo. Este aumento fué más acentuado cuando el intervalo de tiempo entre aplicaciones fué de 7 días.

No se observan diferencias considerables respecto al control de jopo y producción de girasol entre los tratamientos. El intervalo de tiempo de 7 días, transcurridos entre aplicaciones, fué más efectivo en el control de jopo y consecuentemente en la producción de girasol. Así, el control medio promediando tratamientos fué del 87 y 79 % para los intervalos de 7 y 13 días respectivamente. Por otro lado las producciones para dichos intervalos fueron del 136 y 130 % respectivamente.

4.3.2. Tolerancia del girasol no infectado a las aplicaciones de glifosato.

Los síntomas visuales típicos causados por el glifosato en plantas de girasol son entre otros, clorosis, enrollamiento de hojas apicales y retraso del crecimiento de

Tabla 7. Influencia de plicaciones repetidas de glifosato e intervalo de tiempo, entre dichas aplicaciones, en el control de *O. cernua* y producción de girasol, 1.987.

Interv.	Dosis glifosato g/ha	Localidades											
		Lio I			Lio II								
Tiempo (días)		Fito tox. (%)	Con trol (%)	Pro duc. (%)	Fito tox. (%)	Con trol (%)	Pro duc. (%)	Fito tox. (%)	Con trol (%)	Pro duc. (%)			
		*	#		*	#		*	#				
(7)	30+50	0	0	91	111	0	0	78	178	0	0	86	146
	30+70	0	0	92	119	15	10	65	138	7	5	79	129
	50+30	15	10	93	124	15	15	81	160	15	13	87	142
	50+60	35	25	99	97	35	20	92	152	35	23	96	125
	Media	13	9	94	113	16	6	79	157	29	7	87	136
(13)	30+50	0	0	84	129	0	0	37	156	0	0	61	143
	30+70	0	0	90	133	0	0	89	150	0	0	90	142
	50+30	0	0	78	119	10	10	74	134	5	5	76	127
	50+60	10	10	94	97	15	10	82	118	13	10	88	108
	Media	3	3	87	120	14	5	71	140	5	4	79	130
MDS (0.05)	a)		3	8	15		4	7	27				
	b)		4	11	21		5	10	38				

Las primeras aplicaciones se efectuaron el 12/5, cuando la planta de girasol tenía 18 hojas y el jopo se encontraba en estado de desarrollo predominante "e".

Entre paréntesis se indica el intervalo de tiempo transcurrido entre la primera y segunda aplicación.

*, # Fitotoxicidad a los 15 y 30 días después del tratamiento.

Las infecciones en los testigos fueron de, 36 y 38 jopos por planta de girasol, para cada localidad respectivamente.

Las producciones en los testigos fueron de 1084 y 903 Kg/ha, para cada localidad, respectivamente.

a) MDS entre intervalos de tiempo promediando dosis. b) MDS entre dosis promediando intervalos.

ésta y de la planta en su conjunto (Fig. 13).

4.3.2.1. Efecto del momento de aplicación y dosis simples del herbicida.

La fitotoxicidad visual debida al glifosato varía según los estados de desarrollo del cultivo en el momento de su aplicación (Tabla 8). El girasol fué más tolerante conforme avanza su estado de desarrollo. Así, por ejemplo la toxicidad media a los 15 días después del tratamiento fué del 44, 26, y 0 % para plantas de girasol con un número medio de 14, 24, y 26 hojas, respectivamente. Dicha toxicidad se redujo al 26, 7, y 0% para los mismos estados de desarrollo, cuando la valoración tuvo lugar a los 30 días después del tratamiento. La fitotoxicidad producida por glifosato entre 30 y 60 gr/ha de m.a. fué débil para cualquier estado de desarrollo considerado. Sin embargo aplicaciones superiores a éstas produjeron una fitotoxicidad de moderada a severa en los dos primeros momentos de aplicación considerados.

La dosis de glifosato y el estado de desarrollo en que se encontraba el cultivo cuando se efectuaron los tratamientos influyeron en la producción del girasol. Conforme más avanzado es el estado de desarrollo del girasol se observa una mejor tolerancia al glifosato. Así, las producciones medias obtenidas fueron del 69, 87 y 99 % para los estados de desarrollo de 14, 24 y 26 hojas respectivamente. Para un mismo estado de desarrollo del cultivo el aumento de la dosis de glifosato tiene como consecuencia una reducción de la producción. Esto explica



Fig. 13 a.- Síntomas de fitotoxicidad en girasol comestible, causados por glifosato.

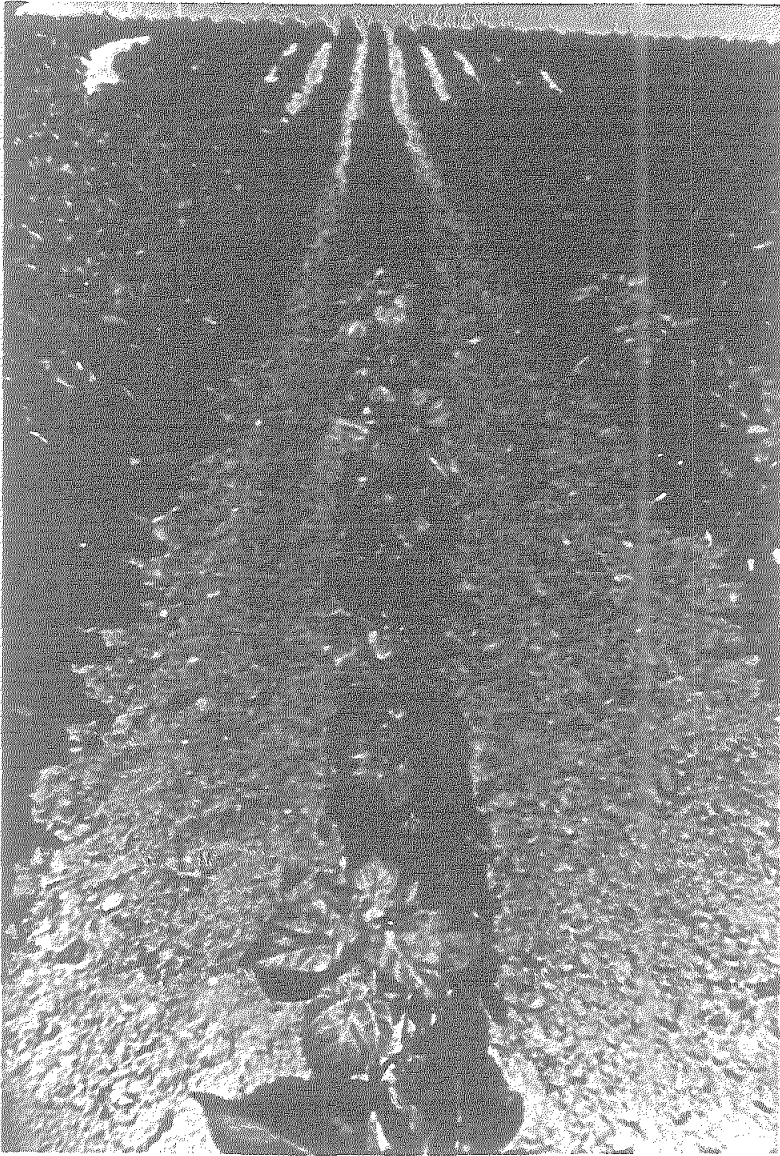


Fig. 13 b.- Síntomas de fitotoxicidad en girasol comestible, causados por glifosato.

Tabla 8. Influencia de las aplicaciones simples de glifosato, en diferentes estados de desarrollo del girasol, en la fitotoxicidad y producción del cultivo. Los Vientos (Cordoba), 1.986.

Momento Aplicación (fecha)	Estado de desarrollo cultivo (n° hojas)	Dosis Glifosato g/Ha	Fitotoxicidad		Producción
			15ddt# %	30ddt# %	Kg/Ha %
M ₁ (8-5-86)	14 h	30	0	0	105
		60	34	3	96
		90	60	23	73
		120	82	75	0
		Media	44	26	69
M ₂ (21-5-86)	24 h	30	0	0	92
		60	5	0	81
		90	45	5	91
		120	52	20	83
		Media	26	7	87
M ₃ (5-6-86)	26 h	30	0	0	96
		60	0	0	101
		90	0	0	105
		120	0	0	95
		Media	0	0	99
		MDS (0.05) a)		5	7
		b)		6	8

Días después del tratamiento

La producción del testigo fué 1308 Kg/ha

a) MDS entre momentos de aplicación promediando dosis. b) MDS entre dosis promediando momentos.

que cuando el girasol tiene 14 hojas tan sólo aplicaciones simples de 30 gr/ha de m.a. dan producciones similares a las parcelas no tratadas. Aplicaciones simples comprendidas entre 30 y 90 g/ha de m.a no reducen la producción, cuando éstas se aplican a cultivos con un número medio de hojas de 26.

4.3.2.2. Aplicaciones simples v.s. repetidas.

La influencia de aplicaciones repetidas de glifosato en la fitotoxicidad y producción del cultivo se indica en la Tabla 9. La fitotoxicidad aumenta con el número de aplicaciones. Así, por ejemplo, para los tratamientos de 60 gr/ha de m.a. aplicado en forma simple, doble y triple la fitotoxicidad fué del 0, 15 y 45 % respectivamente. Este mismo comportamiento se repitió en el resto de los tratamientos.

En ningún caso la producción superó a la del testigo no tratado cuando las primeras aplicaciones de glifosato tuvieron lugar en estado de 14 hojas. La producción más elevada fué del 97 % con tratamientos dobles de 40 gr/ha de m.a., que al parecer fué el más tolerado

4.3.2.3. Efecto del intervalo de tiempo entre aplicaciones.

En la tabla 10 se pone de manifiesto una mayor tolerancia en ambos cultivares al aumentar el número de días transcurridos entre la primera aplicación (cuando las plantas de girasol tienen 18 hojas) y la segunda. Así, para el cultivar Israelita la toxicidad fué del 32 y 17 % para

Tabla 9. Influencia de las aplicaciones repetidas de glifosato en la fitotoxicidad y producción del cultivo. Los Vientos (Cordoba), 1.986

Tratamientos Glifosato g/ha	Estados de desarrollo cultivo (n° hojas)	Fitotoxicidad			Producción
		Fechas			Kg/Ha
		21/5 %	4/6 %	19/6 %	%
40	14 h	8	0	0	88
60	14 h	35	5	0	89
	Media	22	2	0	89
40+40	14-24 h	5	20	5	97
60+60	14-24 h	22	50	15	83
	Media	13	53	10	90
40+40+40	14-24-26 h	5	23	15	85
40+60+80	14-24-26 h	8	30	30	79
	Media	6	26	22	82
	MDS (0.05) a)			8	11
	b)			7	10

* Las primeras aplicaciones se efectuaron el 8-5-86 y las sucesivas con un intervalo de aproximadamente 14 días.

La producción del testigo fué de 1236 Kg/ha.

a) MDS entre el número de aplicaciones, promediando dosis. b) MDS entre dosis promediando números de aplicaciones

Tabla 10. Influencia de aplicaciones dobles de glifosato e intervalo de tiempo, entre dichas aplicaciones, en la fitotoxicidad y producción de distintos cultivares de girasol comestible. Tomejil (Sevilla), 1.987.

Interv.	Dosis glifosato g/ha	Israelita				Gigante	
		Fitotox.	Produc.	Fitotox.	Produc.	Fitotox.	Produc.
(días)		%	%	MDS		%	%
				*	**		
(7)	30+40	3	52			3	64
	30+80	30	45			16	56
	50+30	38	21			18	35
	50+70	55	26			43	19
	Media	32	36			20	44
				3	6	13	19
(13)	30+40	0	75			0	93
	30+80	13	70			0	64
	50+30	18	48			10	49
	50+70	38	21			23	45
	Media	17	54			5	63
				7	10	31	16
MDS (0.05)	a)	12	23			5	18
	b)	8	16			3	13

Entre paréntesis se indica el intervalo de tiempo transcurrido entre la primera aplicación (11 Mayo 1988) y la segunda.

La primera aplicación se llevó a cabo cuando las plantas de girasol tenían un número medio de 17 hojas.

Las producciones de los testigos fueron de 1405 y 1733 Kg/ha para el cultivar Israelita y Gigante respectivamente.

a) MDS entre intervalos, dentro de la misma variedad, promediando dosis. b) MDS entre dosis, dentro de la misma variedad, promediando intervalos.

* MDS (0.05) entre variedades, dentro de un mismo intervalo, promediando dosis. ** MDS (0.05) entre dosis, dentro del mismo intervalo, promediando variedades.

los intervalos de 7 y 13 días, respectivamente, y de forma similar para el Gigante fué del 20 y 5 % .

La toxicidad se incrementa al aumentar de la dosis, independientemente del cultivar e intervalo. Dicha toxicidad fué del 3, 30, 38 y 55% para el cultivar Israelita a un intervalo entre aplicaciones de 7 días y del 0, 5, 10 y 23 % para el Gigante e intervalo de 13 días.

Por otro lado se observa una mayor tolerancia del cultivar Gigante al glifosato en comparación con el Israelita. La toxicidad para el intervalo de 7 días fué del 20 y 32% para el cultivar Gigante e Israelita respectivamente y del 5 y 17 % para dichos cultivares e el intérvalo de 13 días.

Existe un aumento de producción al aumentar los días transcurridos entre la primera y segunda aplicación, para ambos cultivares. Los niveles de producción alcanzados en el cultivar Gigante son superiores a los alcanzados en el Israelita, como consecuencia de su mayor tolerancia al glifosato. El aumento total de la dosis de herbicida repercute significativamente en la producción del cultivo.

El estado de desarrollo del girasol en el momento de aplicación del glifosato así como la dosis tolerada por el cultivo en ese momento, son factores esenciales a tener en cuenta a la hora de estudiar la eficacia del herbicida en el control de jopo.

Si bien aplicaciones simples de glifosato cuando el girasol tenía 26 hojas y el jopo se encontraba en estado predominate "e", fueron moderadamente aceptables. Aplicaciones repetidas entre 20 y 40 son necesarias para

conseguir un buen control, cuando la primera aplicación tiene lugar en plantas de girasol con 14 hojas.

Aplicaciones repetidas de glifosato cuando el girasol tiene 18 hojas mostraron ser más eficaces en el control de jopo, además de repercutir positivamente en la producción como consecuencia de su mayor tolerancia al herbicida. Dicha eficacia se reduce al aumentar el número de días transcurridos entre aplicaciones

Sólo aplicaciones repetidas de glifosato partiendo de plantas de girasol de 18 hojas presenta una tolerancia aceptable en el cultivar Gigante. Esta tolerancia se muestra inferior en el cultivar Israelita. Un aumento de la dosis y un menor número de días transcurridos entre aplicaciones tiene como consecuencia una menor tolerancia del cultivo, para el mismo estado de desarrollo del girasol e independientemente del cultivar considerado

4.4 Determinación de la variación isoenzimática intra específica de *O. cernua* en Andalucía.

4.4.1. Descripción de los diferentes patrones isoenzimáticos.

- Los distintos patrones isoenzimáticos del enzima alcohol deshidrogenasa (ADH), se muestran en la figura 14. Podemos distinguir claramente una zona A caracterizada por una única banda que se mantiene constante en las tres poblaciones y otra B que puede presentar una o dos bandas. Para dicho enzima los patrones a, c y d se presentan con una frecuencia superior al 50% para las localidades de El

Zonas muestreadas

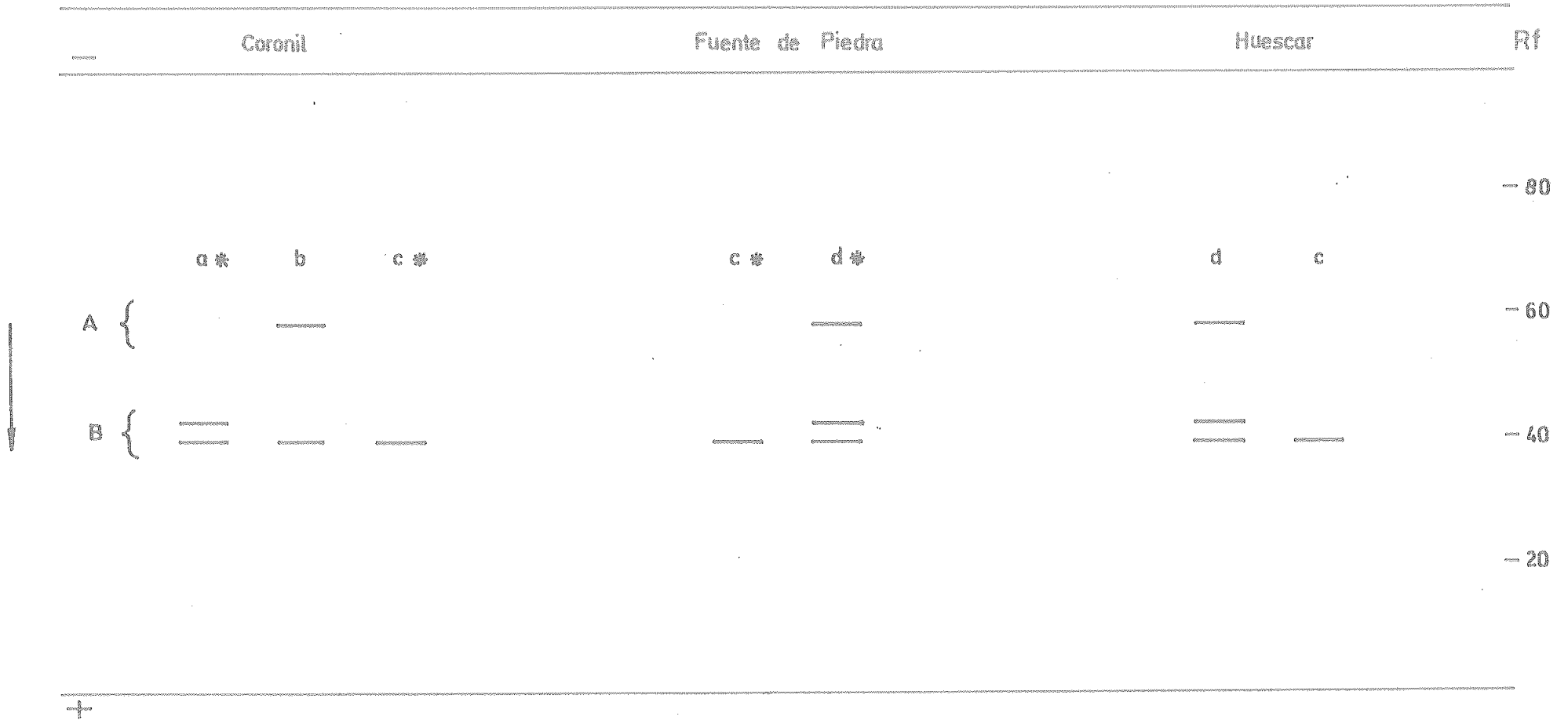


Fig. 14.— Patrones isoenzimáticos del enzima alcohol deshidrogenasa (ADH) en *O. cernua*, parasitando girasol comestible.

* Patrones también observados sobre girasol oleaginoso.

Coronil, Huescar y Fuente Piedra, respectivamente, cuando Q. cernua parasita a girasol comestible (Tab. 11). Tanto en ésta última población como en la primera el patrón "d" aparece más frecuentemente cuando el parásito se estableció sobre girasol oleaginoso (Tab. 12).

- En la representación de los patrones isoenzimáticos correspondientes al enzima glutamato deshidrogenasa (GDH) (Fig. 15) se puede describir una zona A, con una única banda, constante en las tres localidades y una zona B de más rápida tasa de emigración que la anterior y caracterizada por la presencia o ausencia de una banda gruesa o dos más finas. La frecuencia de aparición cuando se considera el cultivo de girasol comestible es similar para los dos patrones presentados en El Coronil y del 100% y constante para el único patrón observado en Huescar y Fuente Piedra (Fig. 11). Dicho patrón se manifiesta de igual forma en ésta última localidad cuando se trata de girasol oleaginoso. Para éste cultivo, en El Coronil, aparece tan solo el patrón "b".

- En la Fig. 16 se registran los distintos patrones isoenzimáticos para el enzima 6 fosfogluconato deshidrogenasa (6 PGD), destacando una única zona con cuatro alternativas. En girasol comestible, cabe considerar la aparición del patrón "b" con frecuencias del 66, 29, 57 % en El Coronil, F. Piedra y Huescar, respectivamente (Fig. 11), mientras que el patrón "a" solo se presenta en el 30% de los casos en El Coronil y el "c" en las dos localidades restantes con frecuencias del 71 F. Piedra y del 31% en Huescar. En girasol oleaginoso sólo existe un único y distinto ("b", "c") patrón para cada una de las localidades

Zonas muestreadas

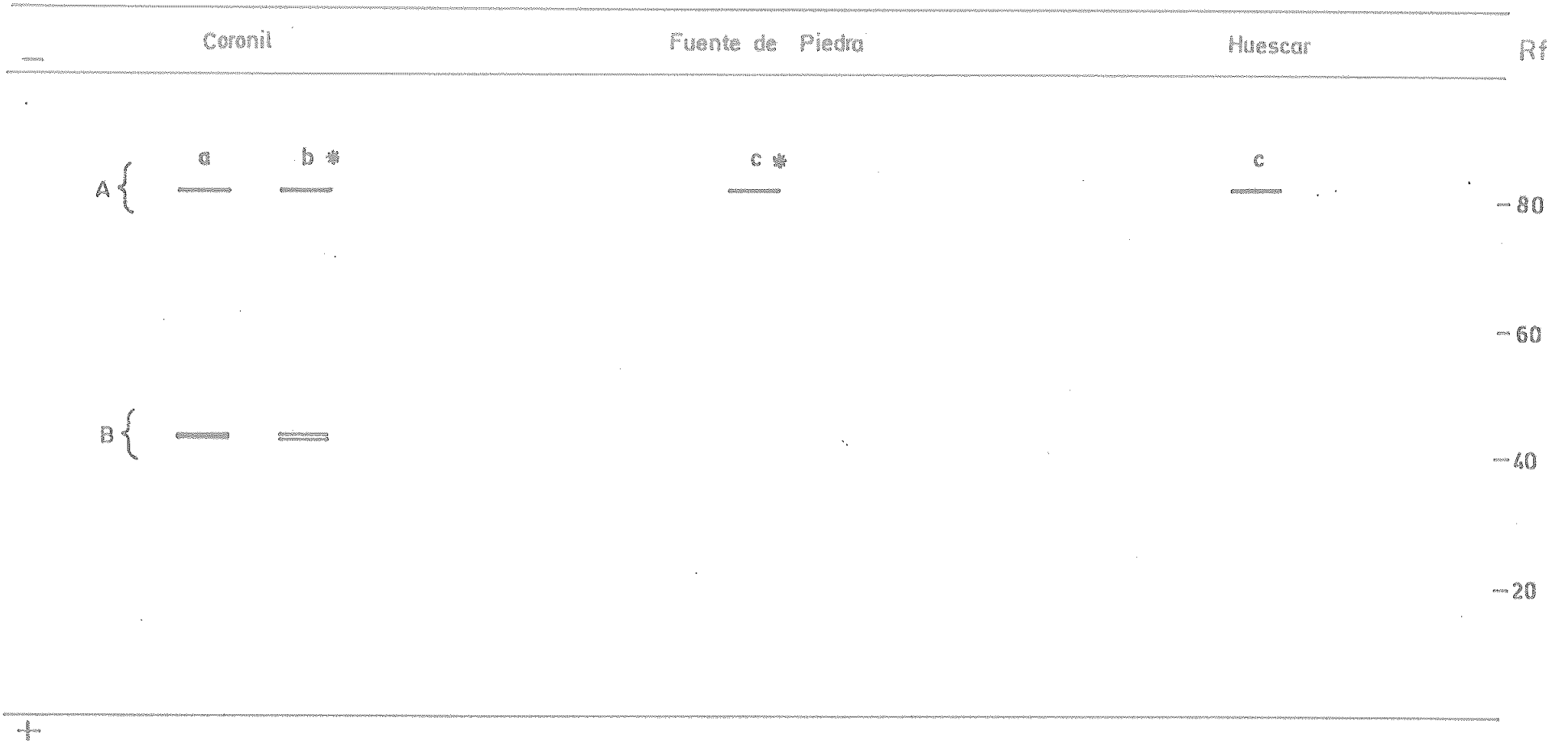


Fig. 15.- Patrones isoenzimáticos del enzima glutamato deshidrogenasa (GDH) en O. cernua, parasitando girasol comestible.

* Patrones también observados sobre girasol oleaginoso.

Zonas muestreadas

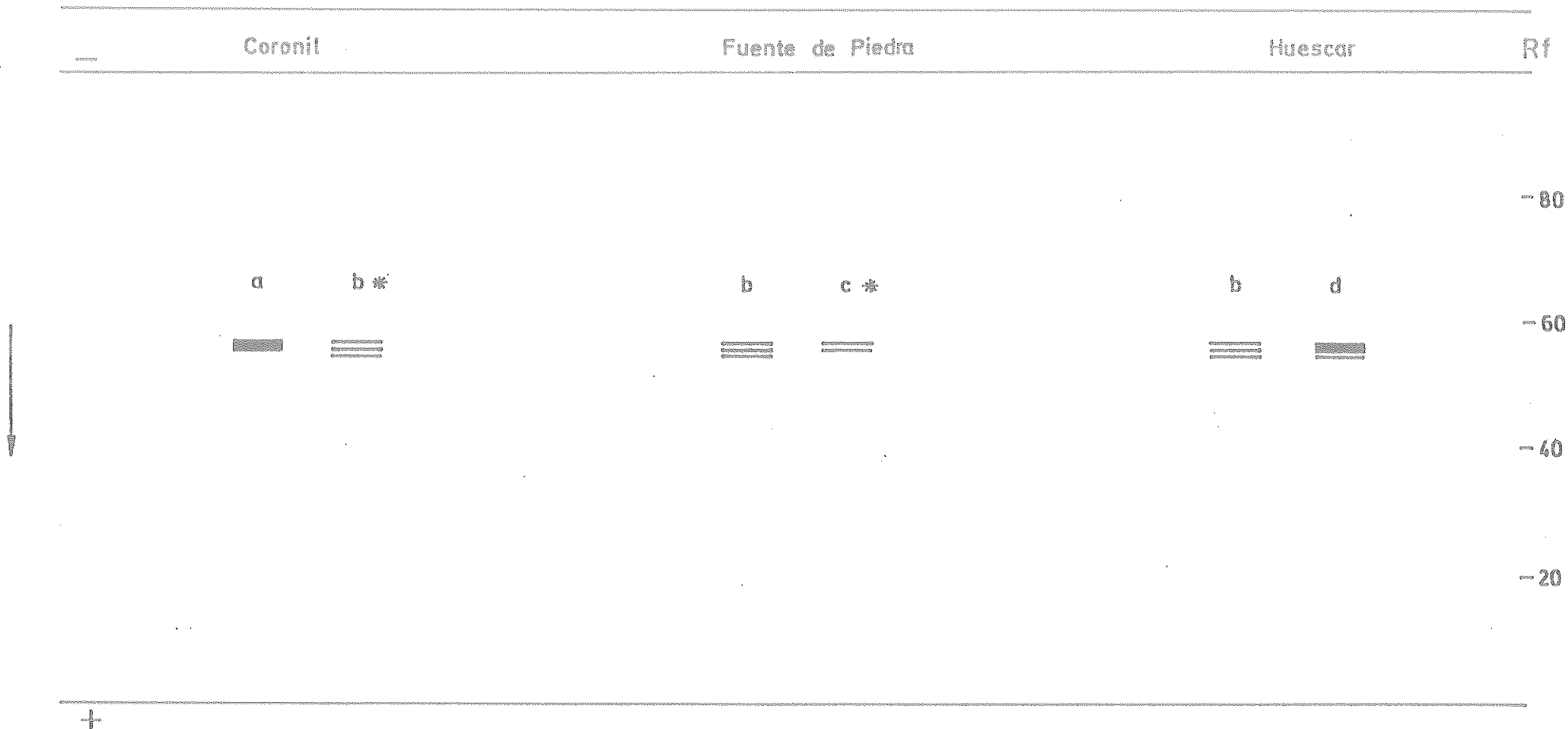


Fig. 16.- Patrones isoenzimáticos del enzima 6-fosfogluconato deshidrogenasa (6-GPGD) en O. cernua, parasitando girasol comestible.

* Patrones también observados sobre girasol oleaginoso.

estudiadas (Tab. 12).

- Con respecto a los patrones isoenzimáticos del enzima málico (ME). (Fig. 17) podemos distinguir tres zonas. Zona A con una primera banda observada en exclusividad en algunos patrones del Coronil, una segunda banda que se presenta constante en todos los patrones de las tres localidades y una última que es constante en F. Piedra y Huescar y tan sólo aparece en algunos patrones del Coronil. La zona B caracterizada por dos bandas extremas finas, que se manifiestan de forma constante en F. Piedra, Huescar y algunos patrones del Coronil y una banda central más gruesa que es constante intra e interpoblacional. La zona C presenta o no una única banda en girasol comestible o 2 en girasol oleaginoso (Fig. 18).

La gran diversidad manifestada en el girasol comestible en El Coronil sólo permite que el patrón "f" se presente casi en el 50% de los casos y el resto en proporciones muy inferiores (Tab. 11). En girasol oleaginoso aparece un nuevo patrón "h", en F. Piedra (Tab. 12), no observado con anterioridad en girasol comestible con frecuencia del 20% respecto al 80% del patrón "b". En El Coronil el más frecuente es el "c" con el 57% en comparación con "a" y "b" que lo son mucho menos.

- El enzima superóxido dismutasa (SOD) presenta un único fenotipo que se mantiene constantemente en todas las poblaciones y en los dos tipos de cultivos considerados (Fig. 19), (Tab. 11,12) con dos zonas, cada una con una banda que difiere en grosor.

Zonas muestreadas

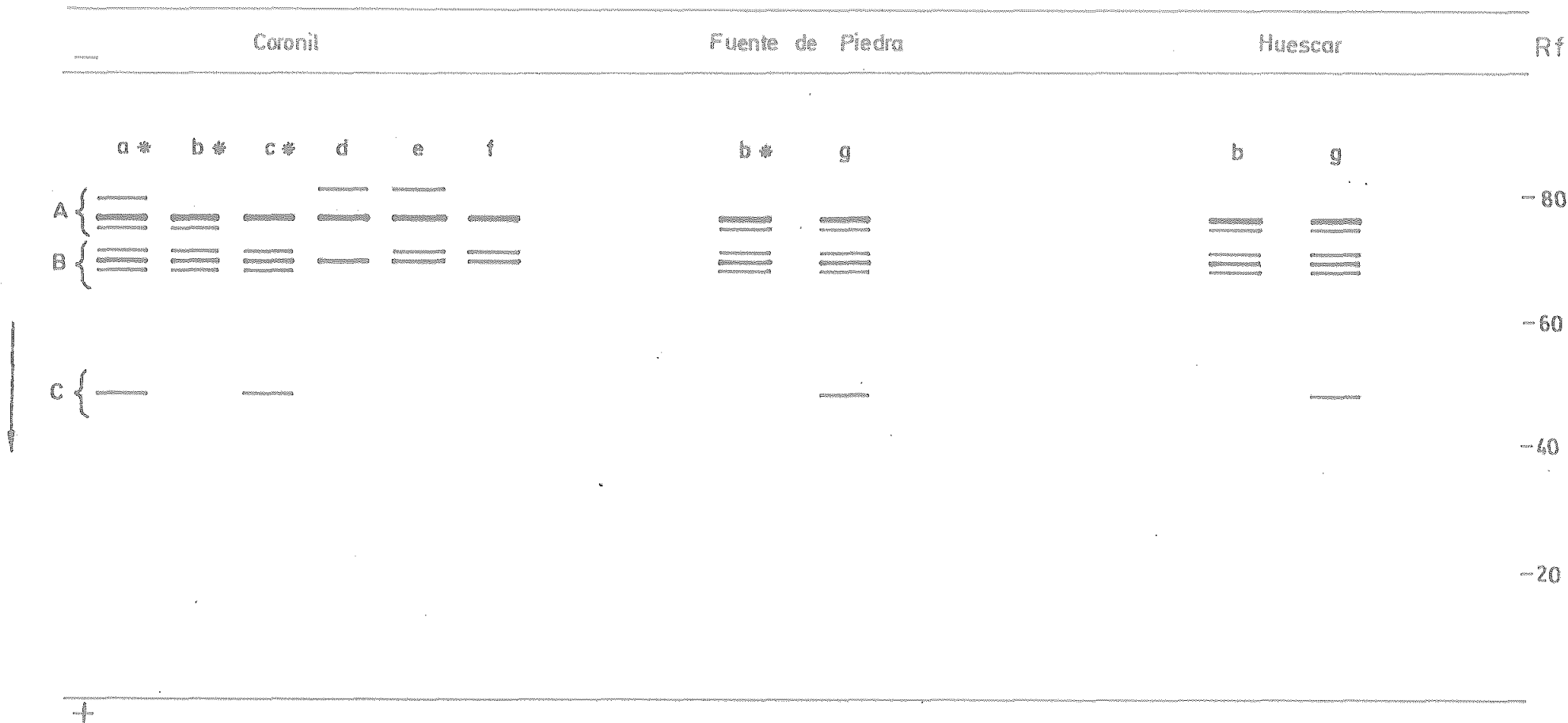


Fig. 17.- Patrones isoenzimáticos del enzima málico (ME) en *O. cernua*, parasitando girasol comestible.

* Patrones también observados sobre girasol oleaginoso.

Zonas muestreadas

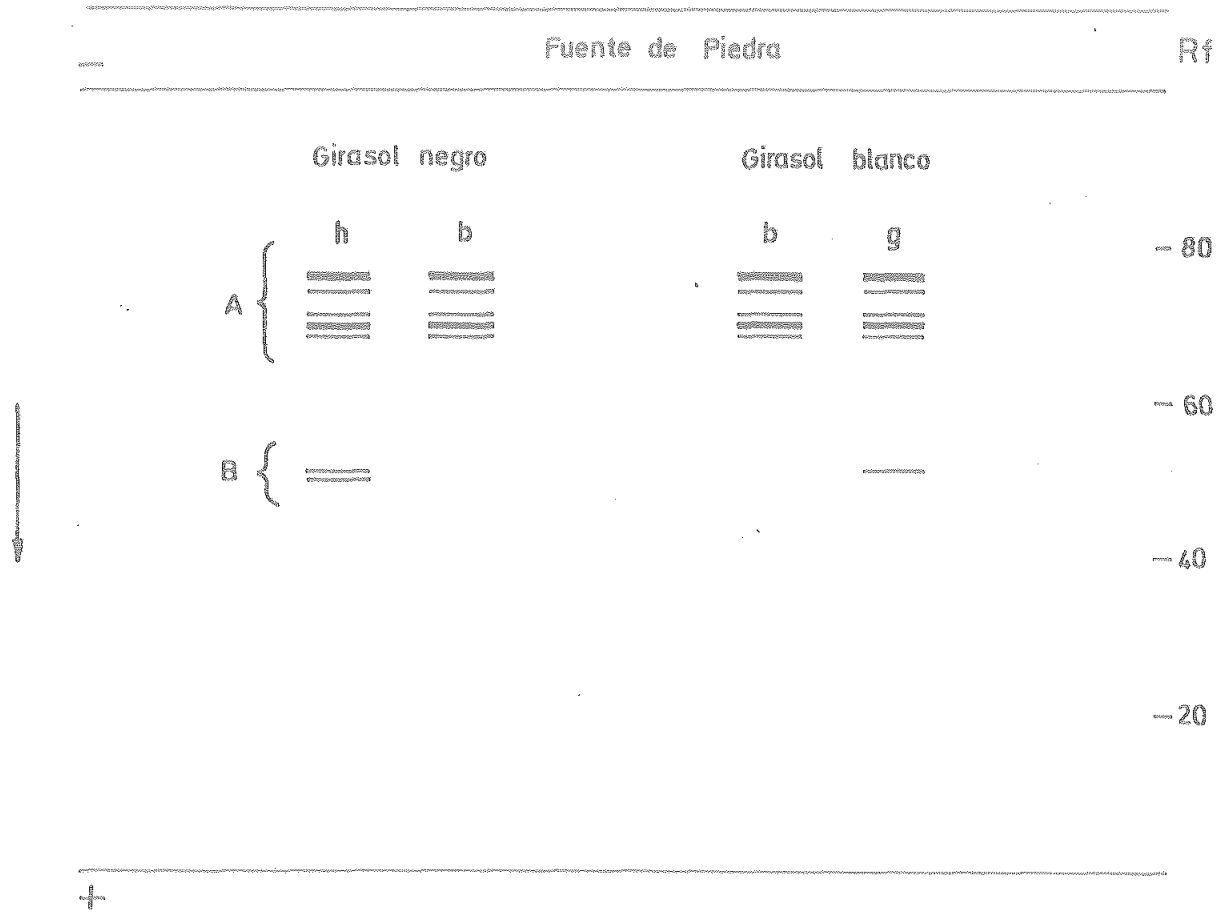


Fig. 18.- Patrones isoenzimáticos del enzima málico (ME) en O. cernua, según cultivar.

Zonas muestreadas

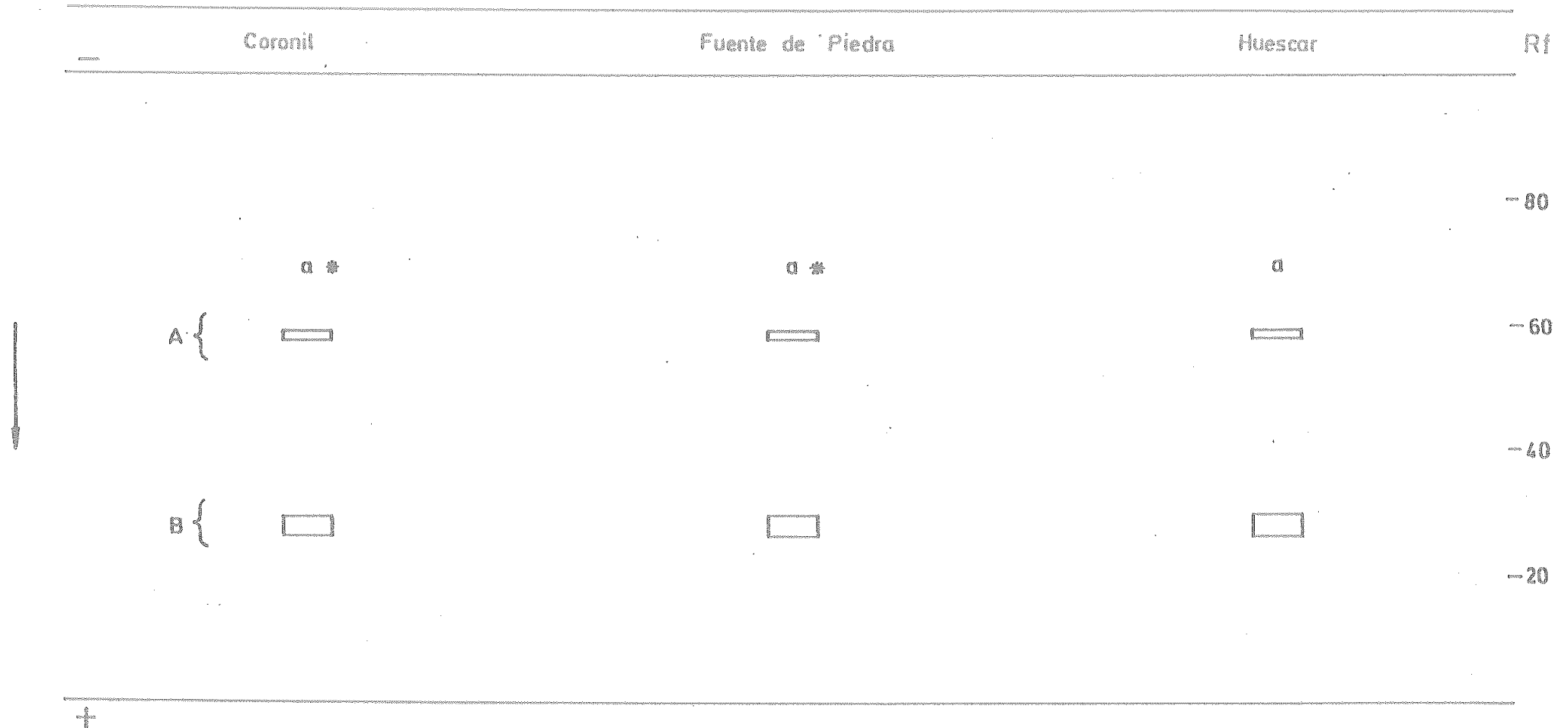


Fig. 19.- Patrones isoenzimáticos del enzima superóxido dismutasa (SOD) en O. cernua, parasitando girasol comestible.

* Patrones también observados sobre girasol oleaginoso.

- En la Figura 20 podemos observar como en los patrones del enzima glutamato oxalacetato transaminasa (GOT) se distinguen tres zonas claras. Una zona A que puede presentar una, dos, o tres bandas diferentes en grosor, una zona B y C con una única banda, cada una, constante en todos los patrones y localidades que varía entre ellas en grosor. Tan sólo el patrón "b" se puede considerar como el más frecuente comparado con el resto de patrones, tanto en cualquier localidad como tipo de cultivo (Tabla 11 y 12).

- Los patrones isoenzimáticos de las esterasas (Est.) (Fig. 21) se presentan con gran variabilidad en El Coronil y Huescar, no coincidiendo los de ésta última con ninguno de los observados en las otras dos localidades. En general se pueden considerar 4 zonas, A representada por dos bandas, la primera que se mantiene constante en Huescar y algunos patrones del Coronil y una segunda, variable en grosor, aparece constante en Huescar y como única alternativa en Fuente de Piedra, no manifestándose así en el Coronil. En la zona B se distinguen una primera banda constante tanto en F. Piedra como Huescar y apareciendo o no en los patrones del Coronil y una segunda con gran variabilidad de grosor. En la zona C se aprecian dos bandas de igual grosor, la segunda sólo en algunos patrones de El Coronil. La zona D se caracteriza por la presencia de una sola banda con un único grosor.

Para el enzima anterior, Fuente de Piedra se caracteriza con respecto al resto de localidades por presentar tan sólo al patrón "c" como única alternativa tanto en girasol comestible como oleaginoso (Tab. 11 y 12), hecho que se

Zonas muestreadas

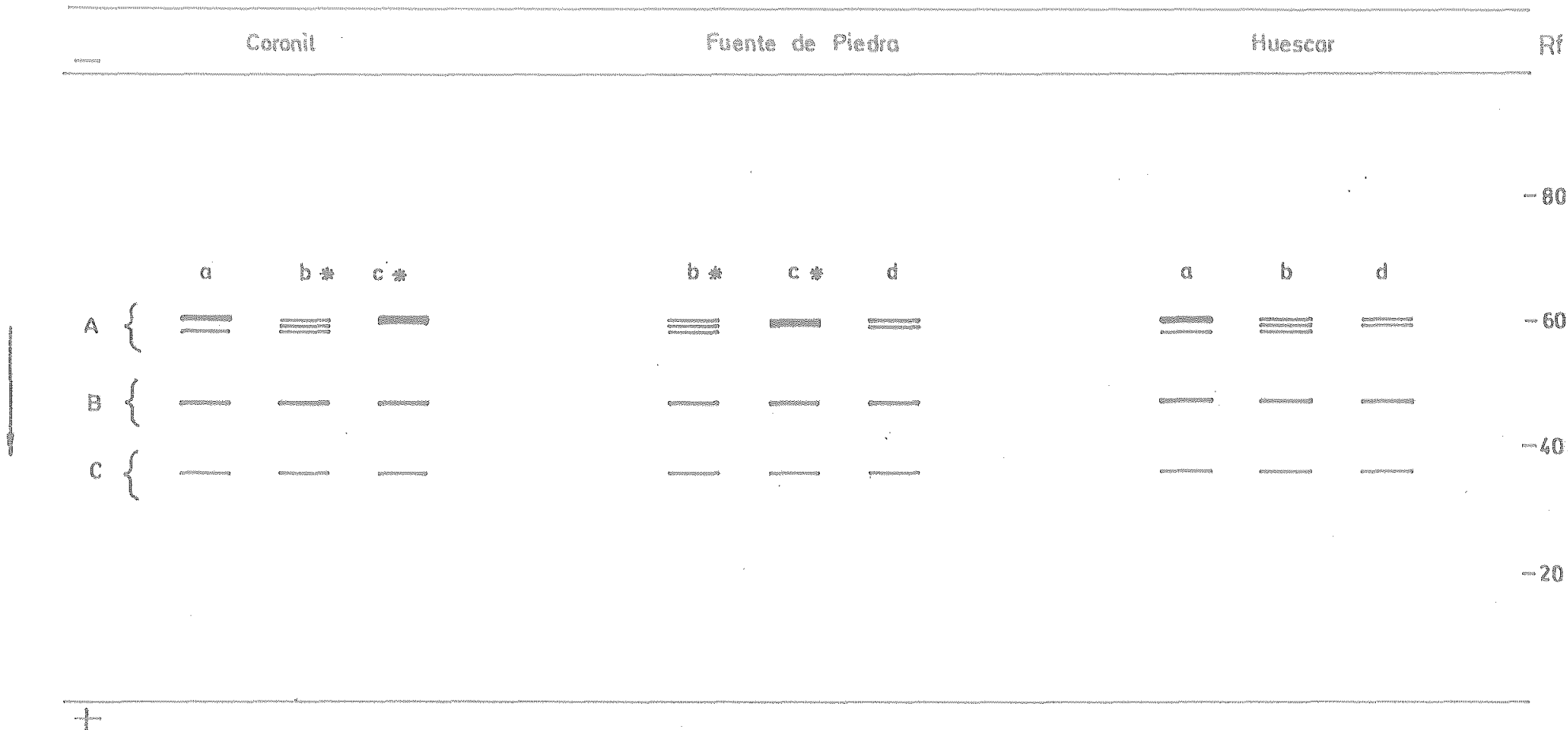


Fig. 20.- Patrones isoenzimáticos del enzima glutamato-oxalacetato transaminasa (GOT) en *O. cernua*, parasitando girasol comestible.

* Patrones también observados sobre girasol oleaginoso.

Zonas muestreadas

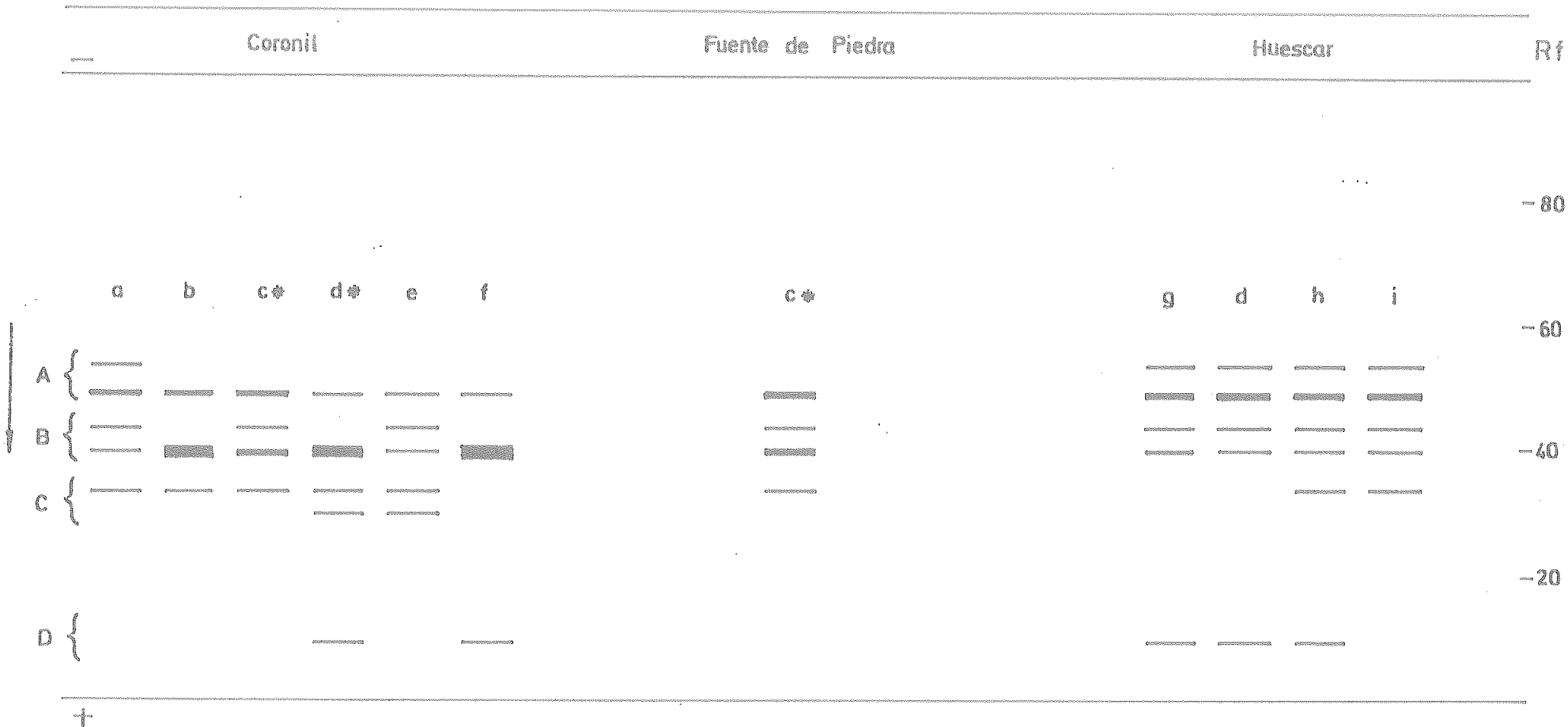


Fig. 21.- Patrones isoenzimáticos de las enzimas estererasas (Est.) en *O. cernua*, parasitando girasol comestible.

* Patrones también observados sobre girasol oleaginoso.

contrapone a la gran variabilidad de frecuencias aparecidas sobre todo en El Coronil para girasol blanco y en menor grado en Huescar, donde tan sólo en el 51 y 47% de los casos se manifiestan los patrones "b" y "g", más frecuentes en dichas localidades, respectivamente.

Como hemos podido describir, existe una mayor diversidad de patrones isoenzimáticos para Q. cernua parasitando girasol comestible, en determinadas enzimas y localidades, en comparación con oleaginoso. Así como escasa aparición de nuevos patrones isoenzimáticos del parásito sobre girasol oleaginoso.

Tabla 11. Frecuencia de aparición (%) de los diferentes patrones isoenzimáticos de *O. cernua* parasitando girasol comestible.

	Zonas muestreadas																							
	El Coronil						Fuente de Piedra							Huescar										
Patrones:	a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	g	a	b	c	d	e	f	g	h	k	l	
<u>Enzs.</u>																								
ME	12	8	21	4	12	42	-	70	-	-	-	-	30	-	3	-	-	-	-	93	-	-	-	
ADH	57	36	8	-	-	-	-	-	15	85	-	-	-	-	-	78	22	-	-	-	-	-	-	
GDH	48	52	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	
SOD	100	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	
GOT	14	72	14	-	-	-	-	61	33	6	-	-	-	36	53	-	11	-	-	-	-	-	-	
Est.	6	11	51	11	6	16	-	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	47	25	8	19	
6PGD	33	66	-	-	-	-	-	29	71	-	-	-	-	-	57	43	-	-	-	-	-	-	-	

Enzs. (enzimas): ME (enzima málico), ADH (alcohol deshidrogenasa), GDH (glutamato deshidrogenasa), SOD (superóxido-dismutasa), GOT (glutamato oxalacetato transaminasa), Est. (esterasas), 6PGD (6 fosfogluconato deshidrogenasa).

Tabla 12. Frecuencia de aparición (%) de los diferentes patrones isoenzimáticos de *O. cernua* parasitando girasol oleaginoso.

		Zonas muestreadas													
		El Coronil						Fuente de Piedra							
Patrones:		a	b	c	d	e	f	a	b	c	d	e	f	g	h
<u>Enzs.</u>															
ME		16	27	57	-	-	-	-	80	-	-	-	-	-	20
ADH		67	-	33	-	-	-	-	-	17	83	-	-	-	-
GDH		-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
GOT		-	61	39	-	-	-	-	58	42	-	-	-	-	-
Est.		-	-	72	28	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-
6PGD		-	100	-	-	-	-	-	-	100	-	-	-	-	-

Enzs. (enzimas): ME (enzima málico), ADH (alcohol deshidrogenasa), GDH (glutamato deshidrogenasa), SOD (superóxido dismutasa), GOT (glutamato oxalacetato transaminasa), Est. (esterasas), 6 PGD (6 fosfogluconato deshidrogenasa).

5 CONCLUSIONES

1.- La expansión de las infestaciones de Q. cernua hacia nuevas zonas es evidente, ampliándose así el área de distribución en Andalucía.

2.- Se ha podido constatar una aparición cada vez más acentuada de infestaciones de Q. cernua sobre girasol oleaginoso.

3.- Los años de repetición del cultivo de girasol comestible influyen decisivamente, en la incidencia y severidad de las infecciones de jopo, tanto en el mismo campo como en su proximidad.

4.-La infestación de áreas libres de jopo está asociada a la dispersión de semillas de Q. cernua a través de los aquenios de girasol.

5.- La instalación del parásito en el huésped es secuencial y tanto su inicio como el predominio de los sucesivos estados de desarrollo coinciden con un estado de desarrollo determinado del huésped.

6.- El inicio de la emergencia de Q. cernua se anticipa a la floración del cultivo.

7.- Tanto el estado de desarrollo del girasol, cuando tiene lugar la instalación del jopo, como la amplitud del periodo subterráneo de éste son independientes de la época de siembra.

8.- El máximo número de plantas de Q. cernua instaladas y la duración del ciclo vegetativo aumentan en épocas de siembras, consideradas normales (finales de Marzo), en comparación con las más tempranas (Primero de

Febrero y Marzo).

9.- Con el predominio del estado de desarrollo "e" se inicia la fase competitiva del jopo frente al cultivo, circunstancia que se mantiene constante en las diferentes épocas de siembra.

10.- El adelanto de la época de siembra reduce la instalación y severidad de los ataques de jopo e incide positivamente en la producción de girasol.

11.- Aplicaciones simples de glifosato no son eficaces en el control de O. cernua.

12.- En determinados estados de desarrollo del girasol, las aplicaciones dobles de glifosato pueden ser consideradas las más adecuadas para el control de O. cernua.

13.- La variabilidad de los patrones isoenzimáticos estudiados en O. cernua depende del enzima ensayado y de la zona de muestreo considerada.

14.- En ninguna de las zonas estudiadas existe un patrón isoenzimático de O. cernua definido que la caracterice.

15.- La diversidad de los patrones isoenzimáticos de O. cernua se favorece en aquellas áreas donde ha habido una mayor repetición del cultivo.

16.- No existen diferencias considerables entre los patrones isoenzimáticos de O. cernua parasitando cultivos de girasol comestible y oleaginoso.

17.- No existe un patrón isoenzimático que se caracterice de forma constante por una mayor frecuencia de aparición.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABOU-RAYA, M.A.; RADJ, A.F. and DARWISH HEIKAL, M.M., 1.973. Host-parasite relationship of orobanche species. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. Parasitic Weeds 167-175.
- ABU-IRMAILEH, B.E., 1.984. The effects of flax planting on branched broomrape (Orobanche ramosa L) infestation of subsequently planted tomato crops. Agricultural Sciences Vol. XI N°7.
- ACIMOVIC, M., 1.978. Possibility to control Orobanche cumana Wallr. in sunflowers by Treflan and Amex. Proc. 8th Internat. sunflower Conf. Mineapolis, U.S.A., 237-240.
- ACIMOVIC, M., 1.980. Physiological races of Orobanche cumana Wallr. on sunflowers in Yugoslavia. IX Conferencia Internacional de Girasol, 168-172.
- ACIMOVIC, M. 1.984. Sunflower diseases mapping in Europe, the United States, and Australia 1981-1982. Helia, 7, 45-54.
- ALEKSIEV, A., 1.969. Investigation of total pesticides to control broomrape crops (Bulg.) Tyutyum, 14, (2), 4-13.
- AMPOVA, G.; SHABANOV, D.; PORPHRISTOV, V.; STEFANOV, D. and TOMOV, N., 1.977: Studies on Fusarium on broomrape in tobacco crops. Bulg. Tjutjun, 12, (3) 17-19 (Bg).
- ANONIMO, 1.986. Anuario Estadístico Agrario Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, Madrid, 670 p.
- ANTONETS, N. P., 1.970. Phytomyza against broomrape. Zashch. Rast., 15, (7) 13-14.
- ARJONA-BERRAL, A.; MESA - GARCIA, J. and GARCIA -TORRES, L., 1.987: Phenology and growth of broomrape in four legume crops. Weed Research, Vol.27, 349-360.
- ARJONA-BERRAL A.; and GARCIA-TORRES, L., 1.983. Broomrape control in lentils with glyphosate. LENS Newsletter Vol. 10. N°2, 20-22.
- ARJONA-BERRAL, A.; VAZQUEZ-COBO, A. and GARCIA-TORRES, L. 1.984. Broomrape (Orobanche crenata Forsk.) control in lentils (lens sculenta L.) and peas (Pisum satiyum L.) with glyphosate and propyzamide. Proc.EWRS 3rd Symp. on Weeds Problems in the Mediterranean Area, 293-298.
- BONNIER, G., 1.934. Flore Complète illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique. 5, 22-23: 7, 131-132., 8, 89-91-93-94-95-99-100-330. Paris, Librairie Generale de l'Enseignement E. Orlhac, éditeur.
- BROWN, A.H.D. ; NEVO, N.; ZOHAR, D. and DAGAN, O., 1.978. Genetic Vriation in natural populations of wild barley

(Hordeum spontaneum. Genetic Vol. 49, 2/3: 97-108.

- CEZARD, R., 1.973. Quelques aspects particuliers de la biologie des Orobanches. Proc. Europ. Weeds Res. Coun. Symp. Parasitic Weeds. Malta. 57-67
- CHALAKOV, CH.; GALEV, I.; TINCHEVA, TS., 1.986. Broomrape (Orobanche spp.) control by means of pesticides provoking seed germination. Proc. on Biology and Control of Orobanche. Wageningen. 190-195.
- CHALUKOV, K.H. and SHABANOV, D., 1.970. Broomrape control and the possibilities provided by an introduced insect. B" Ig, Tyutyum, 15,(1), 13-20.
- CUBERO, J.I. and MORENO, M.T., 1.979. Agronomic control and sources of resistance in Vicia faba to Orobanche sp. Some current. Research on Vicia faba in Western Europe, 41-80.
- CUBERO, J.I., 1.986. Breeding for resistance to Orobanche and Striga: a review. Proceeding on biology and control of Orobanche. Wageningen. 127-139.
- DIAZ-CELAYETA F., 1.974. Algunas plantas parásitas de otras de interés agrícola o medicinal. An. I.N.I.A. Servicio Protección Vegetal N°4, 144-166.
- EVTUSHENKO, G. A., 1.967. Recommendations for the field testing of the control chemical method for broomrape on tobacco. Ilim, frunze kirgiz, ssn (RU) 34 p.p.
- ERNST, W.H.O., 1.986. Mineral nutrition of Nicotiana tabacum cv. bursana during infection by Orobanche ramosa. Proceeding on Biology and control of Orobanche. Wageningen. 80-85.
- FETVADHIEV, V., 1.967. Herbicides in tobacco seedling production. Bulg. Tyutyum, 12, (1), 13-18.
- GARCIA-TORRES, L.; MESA-GARCIA, J. and ROMERO-MUÑOZ, F., 1.987. Agronomic problems and chemical control of broomrape (Orobanche spp.) in Spain: Studies review. Proc. 4th Inter. Symp. on Parasitic Flowering Plant. Marburg. 241-248.
- GATES, P., 1.978. The use of Isoenzymes as an aid to the breeding of field beans (Vicia faba L.) Ph. D. Thesis University of Durhan
- GIRLING, D. J.; GREATHEAD, D. J.; MOHYUDDIN, A.I.; and SANKARAN, T., 1.979. The potential for biological control in the suppression of parasitic weeds. Biocontrol news and information Commoweal the institute of Biological control, 7-16.
- GONZALES-TORRES, R.; JIMENEZ-DIAZ, R. and MELERO-VARA, J.M., 1.982. Distribution and virulence of Orobanche cernua Loef. in sunflower crops in Spain. Phytopat. Z., 104:

78-89.

- GUERRERO, A., 1.977. Cultivos herbaceos extensivos. Ed. Mundi Prensa, Madrid, 743 p.
- HEPPER, F.H., 1.973. Problems in naming Orobanche and Striga. Proc. Eur. Weed Res. Coun. Symp. Parasitic Weeds. Malta. 9-17.
- HEZEWIJK, H.J. van.; PIETERSE, A.H.; SACKENA, M.C. and ter BORG, S.J., 1.987. Relationship between sowing date and Orobanche (broomrape) development on faba bean (Vicia faba L.) and lentile (Lens culinaris Medikus) in Syria. Proc. 4th Inter. Symp. on Parasitic Flowering Plants. Marburg. 377-390.
- HODOSY, S., 1.981. Biological control of broomrape, Orobanche ramosa, a tomato parasite. I. Occurrence and adaptability of Fusarium species to control broomrape in Hungary. Biológiai vedekezés aparadic omon éloskodo Orobanche ramosa ellen. I. Hperparazita Fusarium fajok magyarországi elofordulasa, alkalmazasuk léhetosége. Zldségtemesztési Kutató Intézet Bulletinje, 14, 21-29.
- HORVATH, Z., 1.987. Investigations on Phytomyza orobanchia Kalt. (Dipt. Agromyzidae), a possible biocontrol agent of Orobanche spp. (Orobanchaceae) in Hungary. Proc. 4th Symposium on parasitic Flowering Plants. Marburg. 403-410.
- SMITH, I., 1.976. Chromatographic and electrophoretic techniques. Vol.2, 210 pp.
- JACOBSON, R.; AGREENBERGER, A.; KATAN, J.; LEVI, A. and ALON, H., 1.980. Control of Egyptian broomrape. (Orobanche aegyptiaca) and other weeds by means of solar heating of the soil by polyethylene mulching. Weed Science, Vol. 28, 312-315.
- JACOBSON, R., 1.986. Broomrape avoidance and control: Agronomic problems and available methods. Proc. on Biology and control of Orobanche. Wageningen. 18-24.
- JACOBSON, R.; URIELY, E.; DAGAN, J., 1.987. Preliminary Experiments on broomrape control with vapam. Proc. 4th International Symposium on Parasitic Flowering Plants 421-426.
- JACOBSON, R.; LEVY, D., 1.986. Glyphosate for Orobanche control in various crops; problems and promises. Proc. on Biology and control of Orobanche. Wageningen. 172-175.
- JACOBSON, R. and KELMAN, Y., 1.980. Effectiveness of Glyphosate in Broomrape (Orobanche spp.) control in four crops. Weed Science, Vol.28, 692-698.
- JAFRI, S.M.H. and El-Gadi, A., 1.978. Orobanchacea Flora of Libia 55 :1-24. Issued by University of Illinois.

- JANUDI, A.K. and SAGHIR, A.R., 1.984. Comparative studies on herbicides for Orobanche control in tomato. Proc. Third International Symposium on Parasitic Weeds. Alepo. 238-244.
- JIMENEZ DIAZ, R.M.; MELERO VARA, J.M.; GONZALES TORRES, R., 1.982. Jopo de girasol, importancia y distribución en España. Agricultura, 598., 383-387.
- JIMENEZ DIAZ, R.M.; SACKSTON, W.E., 1.977. Investigaciones preliminares para la elaboración de un mapa de enfermedades de girasol en España. II Reunión Anual del Grupo Especializado de Fitoptología, S.E.M.Madrid, 1-7.
- JOEL, D.M., 1.987. Identification of Orobanche seeds. Proc. 4th International Symposium on Parasitic Flowering Plants. Marburg. 437-444.
- KAPRALOV, S.I., 1.974. Phytomyza against boomrape. Zernovoe Kozyaisto, 13, (7) 43-44.
- KASASIAN., L., 1.973. Miscellaneous observations on the biology of Orobanche crenata and O. aegyptiaca. Proc. Eur. Weed res. Coun. Symp. Parasitic Weeds. Malta. 224-230
- KASASIAN, L., 1.971. Orobanche spp. PANS Vol.17 N°. 1, 35-41
- KASASIAN, L., 1.973. Control of Orobanche. Pans Vol. 19 N°. 3, 368-371.
- KLEIFELD, Y.; GRAPH, S. and HERZLINGER, G., 1.987. The effect of propizamide on broomrape attacking sunflowers. Parasitic Flowering Plants. Proc. 4 Th Intenational Symposum on Parasitic Flowering Plants. Marburg. 478-484
- KRENNER, J.A., 1.955. The natural history of the sunflower broomrape (Orobanche cumana Wallr.). Acta Botánica 8 IV / 2-1 Budapest.
- KRISHNAMURTHY, G.V.G.; NAGARAJAN, K. and CHANDWANI, G.H., 1.976. Studies on the control of orobanche on tobacco. Tob. Res. 2(1): 58-62.
- KRISHNAMURTHY, G.V.G. and CHANDWANI, G.H., 1.975. Effects of various crops on the germination of Orobanche seed. Pans Vol.21 N°1, 64-66.
- KRISHNAMURTHY, G.V.G.; LAL, R. and NAGARAJAN, K., 1.977. Further studies on the effect of various crop on the germination of Orobanche seed. PANS 23 (2): 206-208.
- LEKIC, M. B., 1.968. Phytophagous insects observed on parasitic phanerogams of the genera Orobanche and cuscuta. Proc. I st. int. symp. biol. Control Weeds, Delemont 1.969-1.970, 21-24.

- LEKIC, M.B., 1.970. The role of the dipteron Phytomyza orobanchia Kalt. (Agromocidae) in reducing parasitic phanarogamas population of the Orobanche genus in Vojvodina Contemporary agriculture, 18, (7/8), 59-68.
- LINKE, K.M. and VOGT, W.A., 1.987. Method and its application for observing germination and early development of Striga (Scrophulariaceae) and Orobanche (Orobanchaceae). Proc. 4th International Symposium on Parasitic Flowering Plants. Marburg. 501-509.
- MALYKHIN, I.I. and LESHCHOK, B.F., 1.973. Control of broomrape in sunflower crops. Zashchita Rastenii, 19, (12) 17.
- MALYKHIN, I.I., 1.974. The time to restore sunflower to its former place in the crop rotation. Zernove i Masliche-nye Kul'tury. No 10, 36-37.
- MELERO-VARA, J.M. y GARCIA BAUDIN, C., 1.985. Posibilidad de empleo del glifosato como método de lucha contra el jopo del girasol. Proc. XI Conf. Int. Girasol. Mar del Plata, Argentina. Vol. I, 481-486.
- MESA-GARCIA, J., 1.982. Influencia del jopo (Orobanche crenata Forsk) en el cultivo de habas (Vicia faba L.) su control herbicida con glifosato. Tesis. Univ. Córdoba.
- MESA-GARCIA, J. y GARCIA-TORRES, L., 1.985. Broomrape (Orobanche crenata Forsk) control in bean (Vicia faba L.) with glyphosate as affected by infection intensity. Weed Research Vol. 25, 129-134.
- MESA-GARCIA, J.; VAZQUEZ-COBO, A. y García Torres, L., 1.984. A survey of broomrape (Orobanche crenata Forsk) infections in broad bean (Vicia faba L.) fields in Andalusia. Proc. EWRS 3rd. Symp. on Weed Problems in the Mediterranean Area. Oeiras Portugal. 1: 277-284.
- MESA-GARCIA, J.; HARO, A. y GARCIA-TORRES, L., 1.984. Phytotoxicity and yield response of broad bean to glyphosate. Weed Science, 32, 4: 445-450.
- MESA-GARCIA, J. y GARCIA-TORRES, L., 1.984. A competition index for Orobanche crenata Forsk affects on broad bean (Vicia faba L.) Weed Research Vol. 24, 379-382.
- MESA-GARCIA, J. y GARCIA-TORRES, L., 1.986. Effect of Planting Date on Parasitism of Broad bean (Vicia faba L.) by Crenate Broomrape (Orobanche crenata) Weed Science Vol. 34, 544-550.
- MESA-GARCIA, J.; GIRALDEZ, J. V. and GARCIA-TORRES, L., 1.986. A study of the population dynamics and dispersal of crenate broomrape (Orobanche crenata Forsk) in (Vicia faba L.) field. Proc. on Biology and Control of Orobanche. Wageningen. 104-107.

- MIHAJLOVIC, L. J., 1.986. Result of investigation on Orobanche ssp. Entomofauna in Yugoslavia and the possibility of using insects for biological control. Proc. on Biology and control of Orobanche. Wageningen 118-126.
- MORENO-MARQUEZ, V., 1.947. El jopo (Orobanche crenata Forsk) y las siembras tardías de habas. Boletín de patología vegetal y entomología agrícola, Vol. XV. 97-108.
- MUSSELMAN, J.L., 1.980. The biology of Striga, Orobanche, and other root-parasitic weeds. Annual Review of Phytopathology, Vol. 18, 463-489.
- MUSSELMAN, J.L., 1.986. Taxonomy of Orobanche. Proc. on Biology and control of Orobanche. Wageningen. 2-10.
- NETZER, D., 1.961. Experiments in control of broomrape. Hassaden, Vol.41, 1515-1516.
- PANCHENKO, A.Y., 1.976. The nature of the sunflower immunity to new broomrape races. Proceeding 7th international Sunflower confer. Krasnodar, URSS.307-311.
- PANCHENKO, V.P., 1.974. (Microorganisms in the control of Egyptian broom-rape parasitizing water melons). Mikologiya i fitopatologiya, 8, 2, 122-155. (Ru). (Weed Abstracts).
- PARKER, C., 1.986. Scope of the agronomic problems caused by Orobanche species. Proc. on Biology and control of orobanche. Wageningen. 11-17.
- PARKER, C. and WILSON, A.K., 1.986. Parasitic weed and their control in near east. FAO Plant Prot Bull. Vol.34, N°2 83-98.
- PETZOLDT, K. and SNEYD, J., 1.986. Orobanche cumana control by breeding and glyphosate treatment in sunflowers. on Biology and control of Orobanche. Wageningen. 166-171.
- PIETERSE, A. H., 1.979. The broomrape (Orobanchaceas): A review. Abstract Tropical Agriculture, 5, 9-35.
- PIGLIONICA, V., 1.975. Control de orobancha en haba y gisante. Boletín fitosanitario de la FAO, 23 2, 46-48
- PILLAI, S.N. and MURTY, N.S., 1.967. Control of Orobanche by allyl alcohol. Indian J. agric. Sci., Vol.38, N° 1 216-220.
- PRESS, M. C.; SHAH, N. and STEWART, G. R., 1.986. The parasitism habit; trends in metabolic reductionish. Proc. on Biology and Control of Orobanche. Wageningen 96-106.

- RAMAIAH, K.V., 1.987. Control of Striga and Orobanche species. A review. Proc. 4th Int. Symp. on the Parasitic Flowering Plant. Marburg. 637-665.
- ROMERO-MUÑOZ, F. y GONZALES-TORRES, R., 1.983. Phytophathological problems of rapeseed in Andalusia. Proc. 6 th Int. Rapeseed Conf. Paris. 934-939.
- ROMERO-MUÑOZ, F. and GALVEZ-RAMIREZ, C., 1.985. Broomrape (Orobanche reticulata) parasitizing carrots in Spain. Plant Disease, 69, 727.
- RISUEÑO, J.; MELERO-VARA, J.M., 1.982. Importancia the O. cernua en campos de girasol de Cuenca. Estimación de las pérdidas de cosecha ocasionada. Resúmenes I. Congreso Nacional de Fitopatología. Granada (España).
- ROBERTS, H.A., 1.982. Weed Control Handbook: Principles. Seveth edition. Issued by the British Crop Protection Cuoncil. 495 pp.
- SACKSTON, W.E., 1.978. Sunflower disease mapping in Europe and adjacent Mediterranean countries. Proceedings 8th International sunflower Conference. Miniapolis, U.S.A. 7-29.
- SAGHIR, A.R.; FOY, C.L. and HAMEED, K.M., 1.973. Herbicide effects on parasitism of tomato by hemp broomrape. Weed Science, Vol. 21, 233-258.
- SAGHIR, A.R., 1.979. Different chemicals and their potential for Orobanche control. Proc. 2nd. Symp. Parasitic Weeds, 41-47.
- SAGHIR, A.R. and ABU-SHAKRA, S., 1.971. Effect of diphenamid and trifluralin on the germination of Orobanche seeds in vitro. Weeds Research. Vol.11, N°1, 74-76.
- SAGHIR, A.R.; KURBAN, M. and BUDAYR, B., 1.980. Studies on the control of Orobanche in Lebanon. Tropical Pest Managment 26 (1):51-55.
- SAGHIR, A.R., 1.978. Orobanche - Tomato relationship as influenced by various levels of seed inoculation of the parasite. Proc. Symp. Mediterraneo de herbicida. Madrid, 1, 76-84.
- SAUERBORN, J. and SAXENA, M.C., 1.987. Effect of soil solarization on Orobanche spp. Infestation and other pests in faba bean and lentil. Proc. 4th Int. Symp. on Parasitic Flowering Plants. Marburg. 733-744.
- SAUERBORN, J. and SAXENA, M.C., 1.986. A review on agronomy in relation to Orobanche Problems in faba bean (Vicia faba L.). Proc. on Biology and control of Orobanche. Wageningen. 160-165.
- SCHENEITER, A. A. and MILLE, J. F., 1.981. Description of Sunflower growth stages. Crop Sci. 21: 901-903.

- SCHMITH, U.; SCHLUTER, K. and BOORSMA, P.A., 1.979. Chemical control of Orobanche crenata in broad beans. FAO Plant Protection Bulletin, Vol. 21 (3): 88-91.
- SCHLUTER, K. and ABER, M., 1.980. Chemical control of Orobanche crenata in commercial culture of broad beans in Morocco. Journal of Plant Diseases and Protection 87 (8), 433-438.
- SHAW, C.R. and PRASAD, R., 1.970. Starch gel electrophoresis of enzymes - A compilation of Recipes. Biochemical Genetics, 4: 297-320.
- SING, J.N.; SING, J.N., 1.971 a. Studies on the physiology of host - parasite relationship in Orobanche I. Respiratory metabolism of host and parasite. Physiol. Plant. 24, 379-385
- SING, J.N.; SING, J.N. and RAI, T.B., 1.971 b. Studies on the physiology of host - parasite relationship in Orobanche II. Growth and mineral nutrition of host and parasite. Physiol. Plant., 25, 425-431.
- SKORIC, D., 1.988. Broomrape (Orobanche cumana). Uljarstvo, Vol. 25, br.1 40-45.
- SKLYAROV, N.A.; BORSHCHANSKYA, M.S. 1.973. Broomrape on sunflower. Zashchita Rastenii, 18 (1), 20-21.
- SOBRINO-VESPERINA, E. y MARTINEZ-ABAD, G., 1.980. Diferencias en susceptibilidad de una colección de genotipos de girasol, a una nueva raza de Orobanche cumana Wallr., en Cuenca. Proc.IX Confencia Internacional de girasol. Torremolinos, España. Vol.1: 163-168.
- STEPHEN WILHEM ; BENSON, L. C. and JAMES E. SAGEN, 1.958. Studies on the control of broomrape on tomatoes. Soil fumigation by methyl bromide is a promising control. Plant Disease Reporter, Vol. 42, N° 5, 645-651.
- TANKSLEY, S. D. and ORTON, T. J., 1. 983. Isozymes in Plant Genetics and Breeding. Part. A. Ed. El-Sevier, 469 pp.
- TANKSLEY, S. D. and ORTON, T. J., 1. 983. Isozymes in Plant Genetics and Breeding. Part. B. Ed. El-Sevier, 472 pp.
- TRENCHEV, G. 1.981. The possibility of using Phytomyza orobanchia Kalt. for control of broomrape. Rasteniev"dni Nauki 18,(6), 112-119 (Weed Abstracts)
- TUOHY, J.; SMITH, E. A., and STEWART, G. R., 1.986. The Parasitic habit: Trends in morphological and ultrastructural reductionism. Proc. on Biology and control of Orobanche. Wageningen. 86-95.
- VASILEV, D. S. and VARANOVA L. A., 1.974. Triflualin against broomrape on sunflower. Biulleten Nauchno-tekhnicheskoi informatsiipo Maslichnym Kulturam No. 3, (RU) 47-49.

- VERKLEIJ, J.A.C.; DE BOER, A.M. and LUGTIENBORG, T.F., 1.980. On the ecogenetics of Stellaria media (L.) Will. and Stellaria palida (DUM). Pire from abandoned Arable Field. Oecologia (Bel.), 46, 354-359.
- VERKLEIJ, J.A.C.; JANSSEN, J. and PIETERSE, A.H., 1.986. A preliminary study on Isoenzyme in Orobanche crenata and aegyptiaca from Syria. Proc. on Biology and on Control of Orobanche. Wageningen. 154-159.
- VRANCEANU, A.V.; TUDOR, V.A.; STOENESCU, F.M. and PIRVU, N., 1.980. Virulence groups of Orobanche cumana Wall., Differential host and resistance sources and genes in sunflower. Proc. IX Conferencia internacional del girasol. Torremolino, España. Vol. 1, 74-82.
- VRANCEANU A. V. 1.977. El girasol, Ed. Mundi Prensa, Madrid. 379 p.
- ZAHARAN, M. K., 1.973. Efficacy of Terbutol in broomrape control and broad bean improvement. Pans Vol. 19, n° 2, 230-232.
- ZAZZERINI, A.; DE LA TORRE, G. and TOSI, L., 1.981. L'Orobanche del tabacco: Epidemiologia e lotta. Inf. tore fitopatol. 11. 15-23.

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

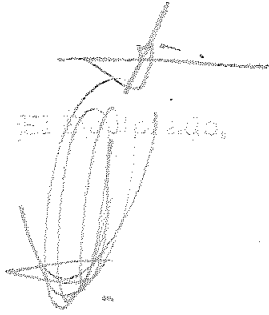
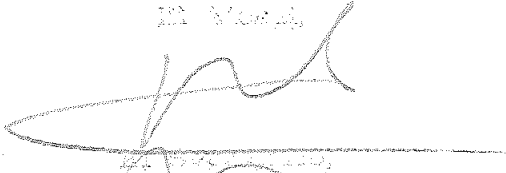
Reunido el Tribunal integrado por los abajo firmantes
en el día de la fecha, para juzgar la Tesis Doctoral de
n.º M.ª de las Mercedes Castejón Muñoz
titulada "Parasitismo del Jopbe (*Orobanchae Cerealiae*, Stelf.
sp. Cumanana Walk.) en Girasol (*Helianthus Annuus*
L.) su respuesta al glófito y variabilidad isozimática intraspecifica.
y sus caracteres de diferenciación de ... a pica.

Sevilla, 16 de Noviembre de 1989.

El Vocal,

El Vocal,

El Vocal,



El Presidente

El Secretario

El Secretario

B. Valdes

UNIVERSIDAD DE SEVILLA



600672549