

El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. I Parte teórico-descriptiva

A. PEÑA-IGLESIAS

Este trabajo resume lo publicado hasta la fecha sobre las enfermedades víricas y pseudovíricas del ajo así como sobre la eliminación de éstas. En la primera parte se analizan las características botánicas, fisiológicas, importancia económica y problemática de esta importante especie. También la relación de virus descritos y métodos de obtención de ajos sanos. La segunda parte se refiere a nuestros trabajos a lo largo de 23 años en cuanto a descripción, métodos de identificación de virus, fisiopatías y regeneración sanitaria.

A. PEÑA-IGLESIAS. INIA. CIT. Departamento de Protección Vegetal. Apdo. 8.111. 28080 Madrid.

Palabras clave: Virosis, fisiopatías, selección clonal y sanitaria, ajo cultivo *in vitro*.

INTRODUCCION

Este trabajo es fruto de muchos años de investigaciones, experimentos y observaciones sistemáticas, raras veces puntuales pero sin olvidar rigor científico.

Hay tres etapas, que como autor, deseo destacar:

1) En 1972 me fue concedida una Ayuda de Investigación en España por la Fundación Juan March, para realizar el trabajo *Virosis de las hortalizas españolas más importantes* (tomate, pimiento, berenjena, cebolla, ajo, puerro). *Descripción de virus identificados y de otros no detectados* (1972-1974). La Memoria fue aprobada por la Fundación March y fui felicitado por el Jurado. En este trabajo tuve como colaboradores a Dña. Pilar Ayuso González (INIA), D. Rodrigo Moreno San Martín y D. Miguel Rubio Huertos (CSIC).

2) En 1976 tuve una Ayuda (Int. 2088) de la National Science Foundation (USA) para desarrollar el Proyecto *Identidad de los virus del ajo y la alcachofa en España y en los U.S.A.*, dentro del Convenio INIA-USDA.

En principio iba a durar cuatro años, pero "misterios" administrativos lo redujeron a uno antes de comenzar. El resultado de este trabajo es la publicación Peña, Fresno y Shepherd, 1982. En éste colaboró D. Jesús Fresno Pérez (INIA) coincidiendo con su especialización en microscopía electrónica, en la cual le iniciamos, formamos y dirigimos.

3) En el período 1982-86 dirigí un Proyecto titulado *Selección clonal y sanitaria de ajos de Cuenca*, patrocinado por la Excm. Diputación Provincial de Cuenca dentro del Convenio con el INIA. La libertad de acción que me proporcionó la Excm. Diputación es algo con lo que sueña cualquier investigador.

En este Proyecto intervinieron Dña. Teresa Villegas Vicente, Becaria de dicho Convenio, a quien especializamos en el aspecto de cultivo *in vitro* y respondió con un gran interés y entusiasmo, D. Jesús Fresno Pérez (INIA) quien ha ayudado en muchas ocasiones en algunos aspectos técnicos de microscopía electrónica, Dña. Carmen de Blas (INIA) exclusivamente en la ejecución de la técnica ELISA y Dña. Pilar Ayuso González (INIA) en algunos aspectos concretos de cultivo *in vitro*. Y

finalmente, como Director de este Proyecto programé e intenté seguir todos los trabajos, llevando a cabo muchos de ellos.

En los anteriores proyectos (como Director), cuyos trabajos figuran resumidos en la presente monografía, he efectuado personal e individualmente los experimentos e investigaciones sobre sintomatología vírica, fisiopatías, inoculaciones, estudios de efectos citopáticos, inmunomicroscopía electrónica, sinonimia de variedades y, en gran medida, la mayor parte del resto de las técnicas agronómicas, virológicas y de cultivo *in vitro* de tejidos que figuran en la segunda parte. También soy autor de todas las fotografías (salvo la fig. 3) y de muchas microfotografías al M.E. y M.O.

El pasado año continuamos algunas líneas de este proyecto subvencionados por la Excm. Diputación Provincial de Cuenca pero con un sistema diferente que no satisfacía ni a la Excm. Diputación ni a nosotros. En el presente año se ha paralizado. No obstante acabamos de suministrar 5.000 cabezas regeneradas sanitariamente a la Excm. Diputación de Cuenca. Esta monografía, como autor, se la ofrezco a la Excm. Diputación por

si la considera de utilidad para futuros trabajos.

BREVE DESCRIPCION DEL AJO

El género *Allium* pertenece a las monocotiledonea familia de las Liliáceas petaloideas (GREY-WILSON y MATHEW, 1982). Comprende más de 600 especies, una de ellas, *Allium sativum* L. es el ajo cultivado. Se diferencia, esencialmente, de otras especies cultivadas de este género en que sus hojas son planas y no cilíndricas (cebollas, cebollinos y cebolletas).

Puede ser interesante conocer la reclasificación (ASTLEY, INNES & VANDER MEER, 1982) de las especies cultivadas del género *Allium* (Cuadro 1) especialmente como posibles afines huéspedes de virus. El puerro cultivado y el silvestre (kurrat) son interfértiles y, aunque originariamente, se describieron como *A. porrum*, ahora se consideran dentro de la especie *A. ampeloprasum*. La "chalota" o "escalonia" antes conocida como *A. ascalonicum*, es asimismo interfértil con la cebolla y, en ocasiones, casi imposible de distinguir de las ce-

Cuadro 1.—Especies cultivadas del género *Allium* (Astley et al., 1982)

Especies	Nombre vulgar	Formación de bulbo	Multiplicación	
			vegetativa	por semilla
<i>A. ampeloprasum</i>	Puerro	—		+
	Kurrat	±		+
	Ajo cabezón	+	+	
<i>A. cepa</i>	Cebolla	+	+	+
	Escalonia	+	+	+
	Rakkyo	+	+	
<i>A. fistulosum</i>	Cebolleta japonesa	—		+
	Cebollino inglés			
	Cebollino español			
<i>A. sativum</i>	Ajo	+	+	
<i>A. shoenoprasum</i>	Cebollino francés (chive)	—		+
	Ajo morisco			
<i>A. tuberosum</i>	Cebollino chino	—		+

bollas cultivadas (Finlandia, URSS). Por tanto hoy se incluye en la especie *A. cepa*.

El ajo es originario de Asia Menor (concretamente de lo que hoy es la República de China) único lugar donde el ajo florece naturalmente ya que para ello son necesarios varios factores al mismo tiempo: 1) Bulbo formado de regular tamaño; 2) Sometido a frío prolongado; 3) Seguido de días frescos ($<20^{\circ}\text{C}$); 4) Fotoperíodo corto. También se sabe que hay cierto antagonismo (MESSIAEN, 1974) entre el engrosamiento de los bulbos y la producción de escapos florales. En el puerro se llega incluso a inducir la formación de dientes cortando el escapo floral. Hoy China con variedades más adaptadas y cultivadas en microclimas específicos es un muy serio competidor. (Ver: Importancia económica).

Tiene una inflorescencia umbeliforme (Fig. 1) con flores que portan 6 tepalos, 6 estambres, un estigma y un fruto en cápsula que encierra las semillas. En España esta inflorescencia (Fig. 2) es de aspecto vegetativo (Fig. 3) en las variedades que emiten escapo floral.

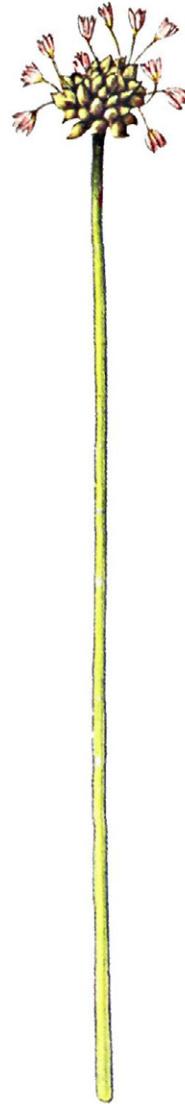
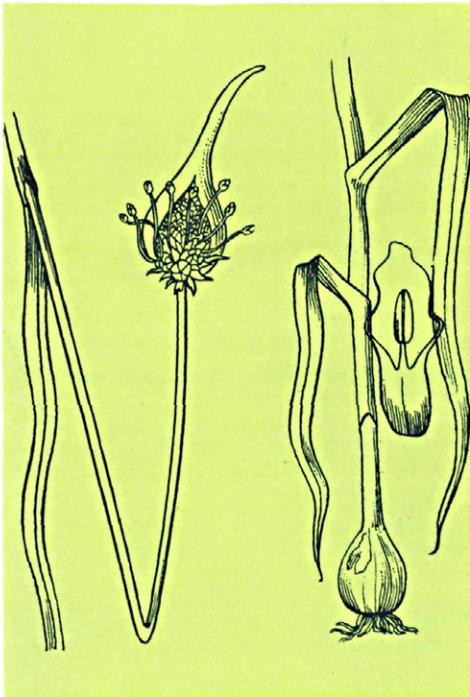


Fig. 1.—a) Dibujo de inflorescencia típica del ajo. A la izquierda la inflorescencia. A la derecha el bulbo que contiene los dientes (Monitor 1, p. 152).

b) Inflorescencia del ajo según Bonier, 1934 (P.1 582).



Y solo se producen bulbilos, muy raramente, a partir de las yemas axilares, de las brácteas del receptáculo, que evolucionan cargándose de reservas. Dichos bulbilos al ser de reproducción vegetativa perpetúan los virus al igual que los dientes componentes del bulbo. Esto lo hemos comprobado en tres ocasiones en *Allium ampeloprasum* (tipo de ajo cabezón procedente de Holanda), en *Allium sativum* de Soria y en *A. giganteum* de Holanda.

La morfogénesis de las flores de las variedades de ajo es hoy posible gracias a los técnicas de cultivo *in vitro* (BOTTI & KRARUP, 1976 y 1978; CHADUAT, 1983; TIZIO, 1979) lo cual será de gran interés e importancia para definir variedades, ya que hasta ahora solo hay descrita una variedad (BONIER, 1934) por los botánicos: var. *subrotundum* GG. (sinónimo: *Allium ophioscodorum* Don.).



Fig. 2.—a) Inflorescencia de ajo de Soria cubierta por la espata (bráctea membranosa grande).
b) Inflorescencia similar a la anterior con la espata abierta mostrando un conjunto de piezas vegetativas, brácteas muy desarrolladas debido, quizás, a un fotoperíodo muy amplio. En cualquier caso en su interior pueden formarse un conjunto de bulbilos.



Fig. 3.—Inflorescencia umbeliforme muy similar a la del ajo. Variedad de *Allium giganteum* de Holanda. Se forma el escapo floral y la inflorescencia y bulbilos, sobre el receptáculo, en lugar de flores, a partir de las yemecillas de la axila de las brácteas, que evolucionan y se cargan de reservas.

No vamos a describir las innumerables propiedades medicinales de los ajos, conocidas desde los tiempos de los sumerios, aproximadamente cuatro milenios antes de Jesucristo. Se cree fue el alimento principal de los esclavos que construyeron las pirámides egipcias. Solamente a destacar el papel de la "Alicina" substancia que confiere al ajo su sabor específico y de reconocidas propiedades antibióticas frente a numerosos microorganismos. Su poder antiséptico es tal que un medio de cultivo adicionado de 5% de extracto de ajo crudo permanece aséptico durante dos semanas (MESSIAEN y PLANTON, 1965; MESSIAEN y MARROU, 1965), lo cual justifica el hecho de que se utilizara desde la Edad Media para combatir enfermedades de tipo bacteriano. La sabiduría de los antiguos ha sido confirmada ya

que hoy están demostradas, científicamente, tres propiedades importantes: antibiótico, anti-esclerótico e hipotensor.

La selección clonal no sólo se debería fundamentar en el factor peso del bulbo sino en el de contenido en Alicina.

DATOS FISIOLÓGICOS IMPORTANTES

El ajo es una planta cuyo cultivo requiere un clima templado; se reproduce vegetativamente a partir de las yemas o dientes los cuales componen el bulbo. En España, los dientes se plantan a finales de otoño o invierno, lo cual es necesario para romper (por el frío) naturalmente la dormición, de ahí el refrán "Día que pasa de enero, día que pierde el ajero". Posteriormente los dientes enraizan y brotan en el período enero-marzo si hay tempero (primeras lluvias más concretamente). Las plantitas crecen lentamente durante la estación fría, rápidamente en primavera y maduran o agostan en junio-julio. Los bulbos se almacenan durante varios meses, siendo parte de ellos la "simiente" del siguiente cultivo.

Aparentemente todo es sencillo pero la investigación (AYUSO & PEÑA-IGLESIAS, 1981; MANN, 1952; MESSIAEN, 1974) ha determinado una serie de factores muy importantes, especialmente en lo que respecta a la selección clonal y sanitaria.

Dormición

Al recolectarlo, el ajo se encuentra en período de dormición o también llamado de descanso, términos aplicables a los igualmente designados para la patata (EMILSON, 1949; WRIGHT & PEACOCK, 1934).

Puede ser conveniente prolongarla o romperla:

Prolongación de la dormición.—Equivalente a *conservación del bulbo*. Se puede efectuar en condiciones muy diferentes.

- a) Entre $-0,5$ y $+1^{\circ}$ C (en frigorífico).
- b) A temperaturas superiores a 17° C. En este último caso hay que tener en cuenta tres factores: 1) Deseccación; 2) Ataques de ácaros, en particular *Aceria tulipae*; 3) Podredumbres. Algunas variedades son muy sensibles al desarrollo de hongos que pueden producir una desecación total y pérdida de los ajos. Para evitarlo es suficiente con "rebozar" las cabezas o dientes de una mezcla ligeramente pastosa de Plictran y Benomilo (Tello, comunicación personal) lo cual nos ha dado excelentes resultados.

Si se desea prolongar artificialmente la dormición, es posible (MESSIAEN & LAFON, 1970) mediante dos procedimientos no aconsejables comercialmente (y que de hecho deberían prohibirse) pero que pueden tener interés en investigación. Uno es la pulverización del cultivo con hidracida del ácido maléico unos 10 días antes de la recolección (menos eficaz en ajo que en cebolla). Otro es la radiación de rayos gamma, menos de 2.500 rads/5 horas ó 1250 rads/unos minutos; a estas dosis la formición se prolonga indefinidamente.

Rotura de la dormición

Aunque se ha experimentado 5° C (MANN & LEWIS, 1956) como la temperatura más efectiva para ello, otro autor recomienda 7° C (MESSIAEN, 1974). Nosotros desde 1972 venimos ensayando lotes de dientes a diferentes temperaturas 4° y 7° C y creemos más efectiva la de 4° C (durante un mes aproximadamente) que es la temperatura normal en frigorífico. Mayor uniformidad se logra introduciendo los dientes en frío, que los bulbos no desgranados. No obstante no consideramos interesante, sino perjudicial, la observación de que se acelera la brotación si se corta el tercio superior de los dientes (MESSIAEN, 1974). En definitiva el frío, es decir, las temperaturas comprendidas entre $+0$ y $+7^{\circ}$ C rompe la dormición de la yema o yemas del diente.

Este dato fisiológico puede tener mucha importancia para algunas variedades en climas muy templados (Canarias).

Crecimiento

Para que exista un crecimiento vigoroso es necesario que las temperaturas nocturnas sean inferiores a 16° C (MESSIAEN, 1974). Nosotros hemos experimentado ciclos 20° C día/ 8° C noche con un fotoperíodo de 10 h. y así hemos obtenido los mejores resultados.

El tamaño de los bulbos recogidos parece proporcional al número, a la anchura de las hojas y a la duración del período vegetativo. Estos factores: 1) Días de dormición; 2) Tamaño de hojas; 3) Duración del ciclo vegetativo; son importantísimos para la experimentación de variedades de ajo. Sobre el primer factor es posible actuar artificialmente. Los otros dos dependen más del microclima natural.

BULBERIZACION (1). VARIEDADES DE AJOS

Bulberización

La bulberización (hinchamiento y acumulación de reservas de las yemas axilares en dientes) se produce cuando la temperatura media sobrepasa los 18° C y cuando la longitud del día sobrepasa un período que es diferente para cada variedad (MESSIAEN, 1974; OGAWA & MATSUBARAN, 1983; PEÑA-IGLESIAS y AYUSO, 1983).

Variedades de ajos

Nosotros hemos experimentado y confirmado las anteriores cifras a temperaturas constantes de 18 y 20° C y fotoperíodos de 11 a 15 horas durante 1,5 a 2 meses según variedad.

(1) Término que proponemos.

Estos datos unidos a la experiencia de Mr. Ed Kurtz de Basic Vegetables (King City, California, USA) hace que hayamos establecido 6 grupos fundamentales de variedades comerciales de ajos (PEÑA-IGLESIAS y AYUSO, 1983). Debido a que el ajo solo florece en condiciones muy específicas, la reproducción es totalmente vegetativa y hasta ahora no se ha iniciado una investigación sobre la obtención de nuevas variedades. Consecuentemente, esto además, nos apoya nuestras experimentaciones y creencia de que sólo existen en el mundo 6 variedades comerciales o cultivares que han dado lugar a tipos o mutaciones naturales de éstas (Ver Cuadro 2). A la obtención de nuevas variedades debería dedicarse mayor atención pues es un tema importante. Entre las diversas posibilidades destaca lo realizado recientemente en cultivo de protoplastos de ajo (FOGHER & CORTI, 1982; TASHIRO, HASHIMOTO MIYAZAKI & KANAZAWA, 1984) como base de la obtención de híbridos somáticos y nuevas variedades así como la producción de flores de ajo *in vitro* que permitirá la realización de cruzamientos *in vitro* y la obtención de verdaderas semillas (BOTTI & KRARUP, 1976, 1978; CHADUAT, 1983; TIZIO, 1979) básico para la obtención de nuevas variedades así como para una clasificación botánica de las ahora existentes, variedades comerciales o cultivares.

Si analizamos someramente el Cuadro 2 vemos que en España prácticamente cultivamos todas las variedades existentes en el mundo y también tenemos climas para todas ellas. Si disponemos de tecnología suficiente para regenerar sanitariamente todas las variedades. ¿Por qué no hacerlo? En este sentido los únicos progresistas han sido los conqueses que se han dado cuenta del potencial económico que supondrá producir ajos tipificados (conjunto de clones) y con garantía de exención de virus y enfermedades, no sólo desde el punto de vista de incremento del rendimiento y de la calidad sino de disponer de "simiente" de garantía incluso con posibilidades de exportación como tal.

Cuadro 2.—Sinonimia estimada de las seis variedades de ajo cultivadas en el mundo (Peña-Iglesias y Ayuso, 1983)

-
1. *Variedades muy tempranas. Fotoperíodo ≥ 11 h 30 min (para iniciación del bulbo)*
 - cv. Egyptian (USA, México)
 - cv. Lanzarote (España)
 - cv. Mallorca (España)
 2. *Variedades muy tempranas. Fotoperíodo ≥ 12 hr.*
 - cv. Criollo (México)
 - cv. Chileno (México)
 - cv. Formosan (Formosa)
 - cv. Purple (Taiwan)
 3. *Variedades tempranas. Fotoperíodo ≥ 14 hr.*
 - cv. Germidour (Francia)
 - cv. Salamanca (España)
 - cv. Violet (USA)
 - cv. Violet de Cadours (Francia)
 4. *Variedades medias. $14 < \text{Fotoperíodo} < 15$ hr.*
 - cv. Pedroñeras (España)
 - cv. Peruvian red (Perú)
 - cv. Rojo (USA)
 - cv. Sulmona red (Italia)
 5. *Variedades medias. Fotoperíodo = 15 hr.*
 - cv. Blanc de la Drôme (Francia)
 - cv. Blanc de Lomagne (Francia)
 - cv. Blanco de Córdoba (España)
 - cv. California early (USA)
 - cv. Chinchón basto (España)
 - cv. Messidrome (Francia)
 - cv. Thermidrome (Francia)
 6. *Variedades tardías. Fotoperíodo > 15 hr.*
 - cv. California late (USA)
 - cv. Chinchón fino (España)
 - cv. Fructidor (Francia)
 - cv. Mendoza (Argentina)
 - cv. Rose d'Italie (Italia)
 - cv. Rose du Var (Italia)
 - cv. Venizian (Italia)
-

Canarias desconoce el mercado que tiene en el sentido de abastecer sus ajos a Egipto y México con simiente garantizada varietal y sanitariamente. Nosotros hemos regenerado sanitariamente la var. "Lanzarote" y les hemos enviado una considerable cantidad de ajos sanos pero actualmente desconocemos la situación por causas ajenas a nuestra voluntad.

IMPORTANCIA ECONOMICA DEL AJO EN EL MUNDO, EN ESPAÑA Y EN CASTILLA-LA MANCHA

En el mundo: el comercio mundial del ajo se ha duplicado en los últimos 10 años (ANON, 1985). Ello se ha debido a tres factores fundamentalmente: el turismo (que lo descubre y propaga al consumo), los emigrantes, principalmente latinos que lo consumen y divulgan y la certeza de que el ajo es medicinal (hoy está de moda en casi todos los restaurantes del mundo así como en herbolarios). Se vende en fresco, deshidratado, en polvo, en comprimidos. Y no es despreciable económicamente esta última forma de consumo. Para evitar los efectos de la eliminación por la respiración y por los poros de la piel del bisulfuro y tiosulfuro de alilo, hasta se desodoriza o se añade perejil a comprimidos para incrementar su utilización, especialmente en sociedad.

En 1984 se dedicaron a su cultivo 405.000 hectáreas. Aproximadamente el 62% de esta

superficie correspondió a Asia (su centro de origen). La producción mundial aumentó en un 4% en 1984 alcanzando los 2,5 millones de toneladas.

China es, como mucho el *primer* y máximo productor mundial de ajos (aproximadamente 580.000 Tm.) aunque la mayor parte de su producción se consume en el propio país. La *India* es el *segundo* productor con 232.000 a 250.000 Tm. anuales. Sin embargo sólo un 2% de los ajos chinos o hindúes van al comercio mundial (Cuadro 3). *Corea del Sur* es el *tercer* productor mundial exportando sólo un 1% de su producción durante el período 1982-84. *España* es el *cuarto* productor mundial de ajos. Las exportaciones van creciendo, aunque sólo se exportó un 7% en 1984, con un mínimo en 1981 del 2% ya que se cultivó muy poco. *Tailandia* es el *sexto* productor pero cada vez exporta menos. *Egipto* el *séptimo* productor mundial y el mayor exportador hasta los dos últimos años de los setenta. Cada vez se exporta menos por mayor consumo interno y

Cuadro 3.—Exportaciones de ajos de nueva cosecha por países seleccionados, por cantidad

País	Toneladas métricas						
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Argentina	16.783	24.194	32.688	24.536	19.041	16.170	20.500
Italia	5.676	6.101	8.262	8.008	6.300	4.541	5.935
México	9.045	16.926	19.630	16.876	12.234	16.048	17.200
España	1.900	2.500	4.400	4.700	4.900	10.200	15.300
Singapur	5.572	3.601	5.715	5.715	6.335	13.475	13.643
China	5.612	7.345	11.000	11.100	11.250	11.500	11.958
Egipto	22.428	19.007	4.730	9.737	5.773	3.972	11.500
Francia	2.755	3.881	4.221	4.827	5.880	4.453	5.778
Estados Unidos	3.402	6.267	2.996	3.251	6.912	3.843	5.341
Turquía	516	1.069	5.794	2.938	4.416	7.913	5.050
India	2.255	4.357	4.450	4.300	4.700	4.800	4.500
Yugoslavia	192	53	45	140	2.427	2.048	2.300
Perú	2.076	2.620	3.906	1.161	521	1.147	1.250
Nueva Zelanda	0	10	200	300	400	1.000	850
Hungría	0	1.174	262	21	764	838	668
TOTAL*	85.196	110.234	127.128	126.600	112.866	12.941	130.500

* Incluye países no indicados.

Fuentes Estadísticas del comercio exterior de los países indicados y cuadros matrices para las estimaciones donde no se pudieron obtener estadísticas oficiales o éstas no incluían todas las clases de ajos.

competencia de otros países. *Turquía* fue el *octavo* productor en 1983 con escasa ventaja de los *Estados Unidos* (ex-aequo). *Brasil* suele ocupar el *noveno* puesto, siendo el mayor importador del mundo, pero en 1983 disminuyó su producción a 57.000 Tm. ocupando *Yugoslavia* la *novena* posición. Les sigue *Francia* produciendo cada vez más con unas 50.000 Tm. aproximadamente, en 1983 y exportaciones cada vez mayores (23% en 1983). Por el contrario *Italia* produce cada año menos, 17.805 en 1983, aunque suele exportar la tercera parte de su producción. El resto de los países productores incrementan cada vez más

su superficie. En la pasada década la producción en Paquistán, Rumanía, la URSS, Jordania y Corea del Norte se ha duplicado.

En el Cuadro 4 figuran las importaciones de los principales mercados en el período 1977-83. En tres áreas comerciales se efectúa la mayor parte del comercio de ajos, la CEE, la ASEAN (Asociación de Países del Sudeste Asiático) y la ALALC (Asociación Latinoamericana de Libre Comercio).

España exportó a la CEE (ANON, 1984) en 1983 cuatro veces más que en 1981, más que la suma de todos sus miembros (Cuadro 5) y fue el primer suministrador de ajo fresco a

Cuadro 4.—Ajos: Importaciones mundiales por cantidades de los principales mercados en los años 1977-1983

Importador	Toneladas métricas						
	1977	1978	1979	1980	1981	1982	1983
Brasil	33.295	33.427	33.844	30.706	21.068	21.475	16.318
Francia	8.487	8.667	10.102	9.628	10.003	12.884	10.912
Singapur	6.591	6.193	8.716	7.721	8.708	10.002	13.458
Malasia	9.175	7.708	9.386	10.814	12.724	15.101	13.178
Estados Unidos	8.430	12.678	21.782	10.664	8.548	10.948	12.620
Emiratos Arabes Unidos	1.349	540	268	4.980	5.100	5.600	5.500
Unión Soviética	9.150	7.179	2.927	3.786	5.195	500	4.945
Alemania Occidental	2.031	2.439	2.905	3.505	3.458	3.762	4.780
Reino Unido	1.276	1.855	2.141	2.526	3.375	3.598	3.109
Arabia Saudita	1.222	1.524	2.301	3.930	4.074	4.980	6.914
Indonesia	3.920	2.722	3.849	11.668	5.269	4.288	4.300
Japón	4.554	3.084	1.440	1.776	4.605	3.345	3.102
Jordania	458	998	1.187	2.307	1.300	1.644	2.662
Bélgica	1.085	1.204	1.352	1.382	1.332	1.259	1.287
Países Bajos	808	1.359	1.480	1.245	1.233	1.202	1.600
Suiza	1.486	1.584	1.750	1.877	1.885	1.958	2.163
Italia	2.455	1.887	1.264	2.058	2.407	1.811	1.843
Venezuela	774	37	251	3.147	1.372	1.624	1.550
Trinidad	799	905	1.088	1.202	1.157	1.509	1.400
Dinamarca	140	131	270	230	169	209	636
Yugoslavia	149	1.409	1.701	1.970	1.858	1.100	620
Panamá	528	439	590	564	676	793	620
El Salvador	368	370	545	791	666	678	615
Hungría	0	0	151	200	350	474	571
Fiji	451	514	618	707	580	614	570
TOTAL MUNDIAL*	106.945	113.019	127.154	126.647	112.713	122.741	130.000

* Incluye países no indicados.

Fuentes Estadísticas oficiales de los países indicados: Nimex (for EC countries) y estimaciones en base a cuadros matrices.

Cuadro 5.—Comunidad Económica Europea: Importaciones de ajo fresco por cantidades y país de origen y valor total en 1981 y 1982, con información específica de mercados seleccionados

País de origen	Total EC 10		Alemania Fed.		Francia		Italia		Reino Unido	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
Francia	2.716	1.842	540	410	—	—	327	384	813	296
Benelux	194	329	10	36	125	61	—	—	21	46
Italia	4.837	3.189	1.871	1.352	1.384	749	—	—	988	543
España	1.743	7.529	832	1.524	180	3.468	37	990	24	542
Turquía	786	1.272	49	163	499	725	80	306	137	47
Egipto	2.428	1.784	—	43	932	656	1.338	1.000	107	42
USA	679	1.043	—	—	478	213	22	509	137	293
México	1.612	1.272	61	46	1.442	1.192	—	—	82	—
Chile	187	165	—	124	122	115	—	—	11	50
Argentina	3.445	4.737	1	24	3.012	3.779	290	703	81	220
China	650	950	—	—	622	902	28	48	—	—
Taiwan	408	1.032	8	71	208	627	126	121	64	155
Total Mundial*	21.138	26.455	3.457	3.761	10.004	12.883	2.407	4.565	2.497	2.389
Valor Total	39.446	50.489	7.416	8.472	17.527	23.283	3.167	7.736	5.277	4.576

Fuente: Nimex, 1981 y 1982. Publicado por el "Statistical Office of the European Communities";

Francia, Italia, RFA y Reino Unido (especialmente durante los últimos meses de 1982 y primeros de 1983). España continuó siendo el primer suministrador de ajo a la CEE en 1983. Muchas consideraciones podríamos hacer sobre este Cuadro pero no es el objeto de este trabajo.

En relación a las exportaciones de ajo desde la CEE, y de sus países, mayores productores, en 1981 y 1982, se resumen en el Cuadro 6.

Se prevé más crecimiento del comercio del ajo (ANON, 1985). El incremento de las exportaciones europeas podría ser más lento en el resto de los ochenta que el que se supone se registrará en los USA, Oriente Medio y Asia. En 1984 USA duplicó la producción de 53.000 Tm. que tuvo en los años 1974-76. No obstante los aumentos de producción, EE.UU. va a ser el mayor importador de ajos del mundo. Brasil si mejora su economía y balanza de pagos podría volver a ser un importador muy valioso. Se estima que España, China, Argentina y México aumenten sus exportaciones.

En España: Acabamos de expresar la importancia de las exportaciones españolas. Las producciones van a más; 1984 fue un año excelente, la "cosecha del siglo" en España, 261.400 Tm. (ANON, 1984), a la que contribuyó sin duda un incremento de superficie de 2.100 hectáreas y una óptima climatología (lluvias oportunas en las regiones de secano rabioso).

El ajo ocupa en España una superficie media de 36.282 hectáreas (media de 10 últimos años) con una producción media total de 200.519 Tm. (1974-1983) teniendo un rendimiento medio de 55,3 Qm/Ha. en este período, que ha descendido respecto a los 62,8 Qm/Ha. del período 1960-1983 (25 años). El consumo interno se sitúa entre las 20.000 a 25.000 Tm. (ANON, 1984).

La distribución de la producción, por provincias, puede verse en la figura 10.

En producción total (Tm.), el ajo es la duodécima planta hortícola ocupando una superficie que la sitúa en la tercera posición (1975-79). Sin embargo es la segunda hortícola en importancia (casi 9.000 millones de pesetas en el pe-

Cuadro 6.—Comunidad Económica Europea: Exportaciones de ajo por los miembros de la CEE. Francia. Italia y Países Bajos

Destino	Total EC 10		Francia		Italia		Países Bajos	
	1981	1982	1981	1982	1981	1982	1981	1982
Total	12.817	9.782	5.882	4.453	6.299	4.541	332	238
Francia	1.596	891	—	—	1.375	734	145	63
Bélgica	863	787	616	536	245	247	1	4
Holanda	843	430	359	163	330	230	—	—
R.F. Alemana	2.283	1.792	442	327	1.739	1.397	68	54
Italia	424	746	417	444	—	—	—	3
Inglaterra	1.802	1.015	881	308	901	639	19	13
Suecia	125	134	1	1	96	103	21	19
Suiza	1.781	1.692	1.448	1.413	328	277	3	1
Austria	1.258	784	201	16	1.048	769	—	—
Guadalupe	521	489	521	489	—	—	—	—
Martinica	443	474	443	474	—	—	—	—
Israel	120	—	3	—	117	—	—	—
Valor total	29.605	25.496	13.037	12.357	14.318	11.494	711	658

Fuente: Nimex (1981 y 1982. Exportaciones)



Fig. 10.—Producción en Tm. (cifra entre paréntesis) de ajo en las provincias españolas. (Media del decenio 1974-1983).

río 1973-77) manteniendo hoy esta posición detrás del tomate. El ajo representa un 8,7% del valor total de la producción hortícola española, *media de 20 años* (1964-1983). En 1982 representó un 10,03% con un valor de 20.654 millones de pesetas y en 1983 figuró con un 10,36% (25.202 millones de pesetas) del valor total de la producción de hortalizas, 205.884 y 243.210 millones de pesetas respectivamente (según datos de la Secretaría General Técnica del MAPA).

En relación a exportaciones y futuro ya hemos expresado varios datos anteriormente. Realmente se exporta poco. En los 10 últimos años el año mejor fue 1982 con un 11,6% y el peor 1978 con un 5,10% de sus respectivas producciones en Tm. Brasil es desde hace muchos años nuestro principal cliente aunque tenemos dificultades de pago. Argelia nos compra el ajo de segunda categoría desde hace poco. No obstante en opinión de los productores (ANON, 1984) los mercados del futuro son: 1.º USA, 2.º Europa y 3.º Brasil.

Las variedades de ajo son realmente ecotipos o adaptaciones a las diferentes regiones. Así se denominan: Ajos de Bañolas, Lanzarote, Morado de Las Pedroñeras, Blanco (de Chinchón o de Córdoba), etc., aunque hoy el más cultivado es el "morado" de Pedroñeras que representa un 90 a 95%, seguido del "blanco" con un 5 al 10% del volumen total (ANON, 1983).

En Castilla-La Mancha: Se produce el 38,3% de la producción total española de ajo (200.519 Tm. media del último decenio 1974-83). Destaca la producción de Cuenca, 53.672 Tm. que supone un 27% de la producción española y un 70% de la producción de ajo de Castilla-La Mancha (76.785 Tm. media del referido decenio 1974-83). El rendimiento medio es muy bajo, de 37,3 Qm/Ha. Aunque si ampliamos a la campaña 1958-59 para tener el rendimiento medio de los últimos 25 años aumenta a 41 Qm/Ha.

Estas cifras estadísticas no representan una realidad para los buenos cultivos que tienen rendimientos de unos 50 Qm/Ha. que es lo

que vulgarmente el agricultor dice. No obstante la cifra de 37,3 Qm/Ha. es la media de las producciones medias del período 1974-83 y esto es inamovible. Bien, sea una u otra cifra, es muy baja. Y si vemos los gráficos 4, 5 y 6 ocurre que los rendimientos están muy por debajo de la media de 25 años de los rendimientos y la tendencia a es a la baja. Sólo la selección sanitaria mejoraría este básico factor.

Aunque no hay datos concretos Cuenca es la mayor exportadora.

Salvo unos cuantos grandes propietarios con superficies en torno a las 100 hectáreas lo normal es el agricultor que cultiva como media unas 2,5 Ha.

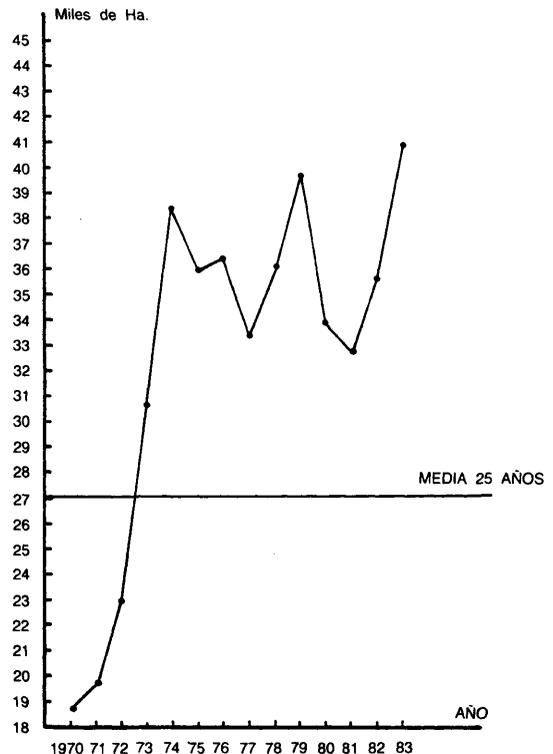


Fig. 4.—A partir de 1973 las superficies son mayores que la superficie media nacional. Cada vez se cultiva más ajo.

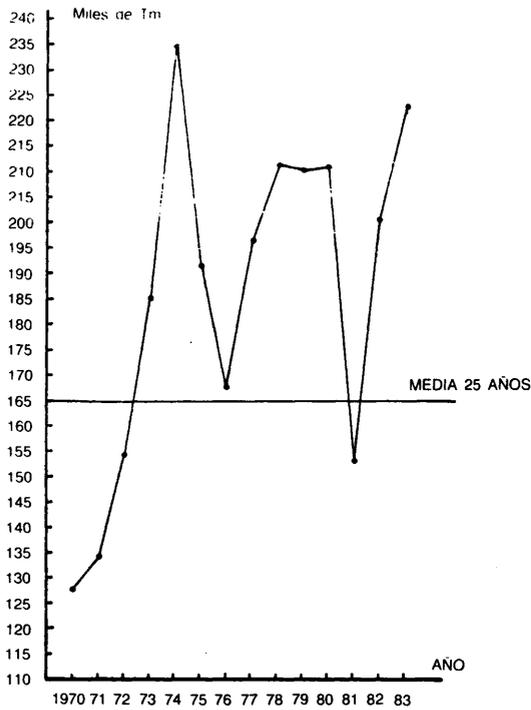


Fig. 5.—Las producciones son mayores que la producción media nacional (25 años) debido a que desde 1973 se dedica cada vez más superficie a este cultivo. Estas producciones aumentarían si se incrementara el rendimiento al emplear "simiente" selecta y "sin virus".

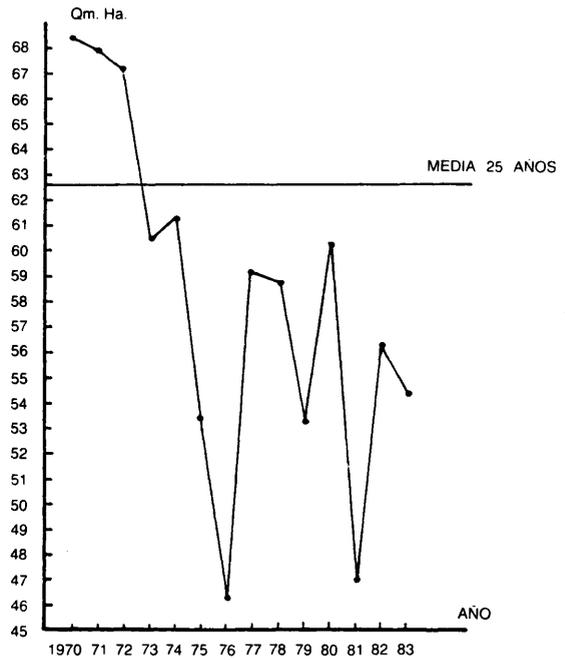


Fig. 6.—Los rendimientos desde 1973 están muy por debajo del rendimiento medio nacional (media de 25 años). Esto puede deberse a degeneración por virus. No hay otra explicación posible.

Es una pena que disponiendo de planta deshidratadora en el A.P.A. de Las Pedroñeras no se haya puesto en funcionamiento. Ello implicaría mayor venta y más puestos de trabajo. En este sentido la exportación de ajo deshidratado y desecado tiende a ser mayor (años 1975-1980) según los datos estadísticos del Comercio Exterior de España del Ministerio de Economía y Hacienda. Hay que tener en cuenta que también se evitaría importar ajo deshidratado y desecado de otros países (USA).

PROBLEMATICA DEL AJO EN ESPAÑA

De las figuras 4, 5 y 6 se desprende que los rendimientos del ajo en España tienden a ser cada año menores. Compárense los 62,2 Qm/

Ha. de la década 1960/69, con los 58,7 Qm/ Ha. de los 1970 a 1979 o con los 55,3 Qm/ Ha. del decenio 1974-1983. La disminución del rendimiento desde unos 66 Qm/ Ha. de 1960, casi 72 Qm/ Ha. en 1961 a los 55 Qm/ Ha. de 1982 ó 1983 son preocupantes. Frente a rendimientos de 75 Qm/ Ha. de Francia (ANON, 1983) y a 125 Qm/ Ha. de California (ANON, 1982) nuestros 50-60 Qm/ Ha. son ridículos aunque no se riegue. En las mejores condiciones climáticas 1984 cosecha del siglo en España (ANON, 1984) hemos llegado a un rendimiento máximo, en los últimos trece años, de 61 Qm/ Ha. Luego no es el riego.

Siendo la superficie cultivada cada vez muchísimo mayor (Cuadro 7, Fig. 4), más perfeccionadas las técnicas de cultivo así como la lucha contra plagas (nematodos, podredumbres,

Cuadro 7.—Superficie, producción y rendimiento del ajo en España

AÑOS	Superficie cultivada miles de Ha	Producción miles de Tm	Rendimiento Qm/Ha
1960	17,5	115,2	66
1961	18,9	135,8	71,9
1962	19	136,5	71,8
1963	18,7	130,6	70
1964	20	137,6	69
1965	19	123,1	65
1966	16,9	114,9	67,9
1967	16,6	113,3	68,3
1968	17,3	123,6	71,6
1969	18,2	130,2	71,7
1970	18,7	128	68,4
1971	19,8	134,6	68
1972	23	154,7	67,2
1973	30,7	185,9	60,5
1974	38,3	235	61,4
1975	36	192,2	53,3
1976	36,4	167,9	46,2
1977	33,4	197,6	59,2
1978	36,1	212,2	58,8
1979	39,7	211,1	53,1
1980	33,8	211,5	62,6
1981	32,7	153,2	46,9
1982	35,7	201,2	56,4
1983	40,9	223,3	54,6
Media 25 años	27,2	165,2	62,8

Fuente: Anuario de Estadística Agraria

etc.), la única explicación que queda no es atribuir este deterioro a la climatología sino a la planta. Y no resta otra posibilidad que pensar que la "simiente" degenera haciéndose cada vez más improductiva. Ello es característico de las infecciones víricas, que se traducen en este cultivo, como en todos los de reproducción vegetativa (cítricos, frutales, vides, patata, etc.), en una degeneración del elemento reproductivo o vegetativo (simiente o cabeza del ajo) por acumulación de virus diferentes a lo largo de varios cultivos que lleva a, incluso, hacer peligrar el cultivo del ajo por falta de rendimiento.

Es loable el que, gracias al esfuerzo de muchas personas, hoy se comercialice el ajo manchego con un solo nombre "Coopaman" que será, ya empieza a serlo, rápidamente conocido en el extranjero. Las Cooperativas siguen

estrictamente las normas OCDE con lo cual se exporta lo mejor. Pero ¿cuánto va al destribo? ¿Cuánto no es "superflor"? ¿Por qué solo se exporta un 7 u 8% de la producción? Porque el resto es malo: deforme y escaso de peso (característica de infección por virus).

Que no hay buena comercialización. Es indudable. Pero y si la hubiera ¿qué ocurriría? Más vale no pensarlo pues no estamos en condiciones de suministrar uniformidad.

Que no hay promoción. Es indudable. Un pueblecito como Gilroy en California (ANON, 1982) se autoproclamó "Capital Mundial del Ajo" en agosto de 1979. Y después se lo ha ganado a pulso. Ese año acogió a unas 30.000 personas en la primera Fiesta del Ajo jamás vista en los USA. Posteriormente una comisión de la Administración USA y con financiación, sin interés por parte de la Comunidad

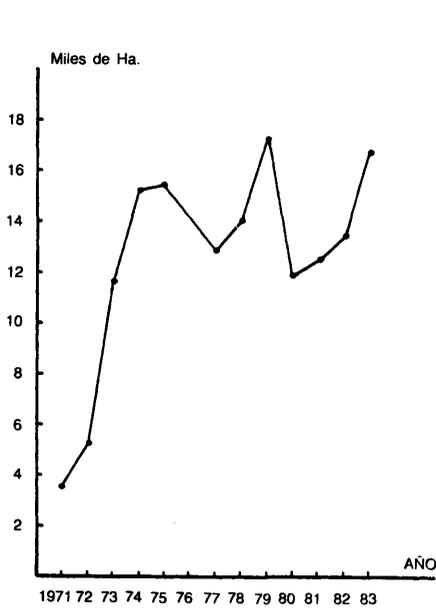


Fig. 7.—Superficies cultivadas de ajo en Cuenca. Como puede verse Cuenca cada vez cultiva más ajo.

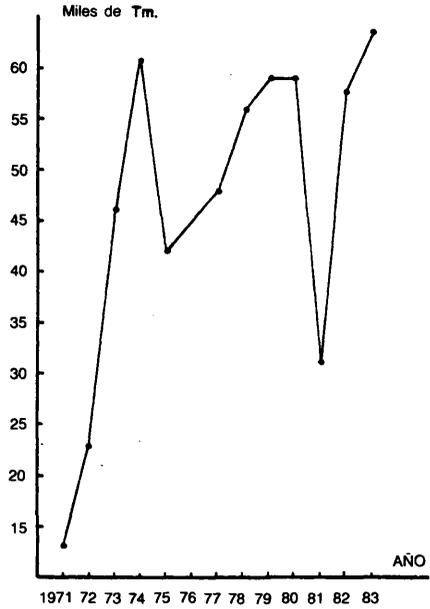


Fig. 8.—Producción de ajo en Cuenca. Como se ve es una producción en alza debido a la mayor superficie cultivada.

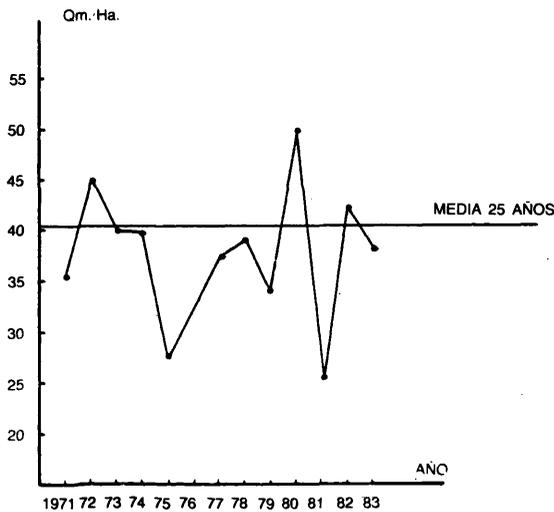


Fig. 9.—Los rendimientos son muy bajos y pocos años superan el rendimiento medio de 41 Qm/Ha. de los últimos 25 años. Cada vez el ajo rinde menos.

y de los particulares Christopher Ranch (cultivador, conservero y exportador) y de la Gilroy Food, Inc. uno de los mayores productores de ajo deshidratado, los habitantes han ido organizando unas verdaderas "Ferias Anuales del Ajo". En 1980 tuvieron 60.000 visitantes. En 1981 y 1982 más de 225.000. Y todo ello organizado por una pequeña comunidad agrícola de 21.000 personas. La Feria tiene 23 hectáreas de extensión y 60 hectáreas de aparcamiento. Las diversiones son 24 horas ininterrumpidas: exposiciones del ajo, de su forma de venta, etc., artesanía hecha con ajos. Degustaciones para el "gourmet", cocina al aire libre con todos los platos que requieren ajo: gazpacho, gambas al ajillo, pan al ajo, etc. Elección de "Misses", orquestas, bailes, etc. Todo durante *tres días*. Todo organizado por un pueblo que tiene 8.000 Ha. cultivadas de ajo en un radio de 160 km. a su alrededor, produciendo 100 millones de kg.

Otro aspecto son las Jornadas Técnicas. En Francia las organizan a menudo. Recientemente el 1-9-1983 en Saint-Clar (ANON, 1983).

Las Pedroñeras ha hecho intentos, pero desafortunadamente no han cuajado ¿Por qué no intentarlo de nuevo?

Otro factor es la investigación. Los que nos dedicamos a ella parece que estamos trabajando en una vulgaridad. Y hay muchísimo por descubrir. Solo por ignorancia se puede pensar que en el ajo y en España está todo hecho. Y es una de las plantas más difíciles para extraer de ella los virus por su enorme contenido en mucílagos y pectinas.

La utilización de simiente clonada y sana multiplicará el rendimiento por 2 ó 3 y la demanda externa se incrementará al exportar más calidad. Otra exportación no despreciable será la simiente certificada para utilización como tal en otros países.

VIRUS DEL AJO DESCRITOS EN EL MUNDO

Los virus del ajo están ampliamente extendidos en todos los cultivos de ajos, siendo la

infección para cada variedad de forma crónica; el 100% de plantas de una misma variedad están infectadas.

No obstante, hay una sola excepción en el mundo. En Francia parece que seleccionaron plantas sanas en la variedad "Blanc de la Drôme" (MESSIAEN & PLANTON, 1965). Lo que no está claro es si no presentaban síntomas o verdaderamente estaban exentas de virus.

Infectando a especies del género *Allium* hoy están descritos tres virus bien caracterizados:

- Virus del raquitismo amarillo de la cebolla u OYDV* (Bos, 1976).
- Virus del rayado amarillo del puerro o LYSV* (BOS, HUIJBERTS, HUTTINGA & MAAT, 1978; BOS, 1981; HORVAT & VERHOYEN, 1975).
- Virus latente de la chalota o escalonia o SLV* (Bos, 1982).

Sin embargo en ajo, aunque la situación hoy es algo más clara, ha sido y, todavía es, confusa.

En el Cuadro 8 figuran las referencias de casi todos los trabajos que proporcionan resultados más o menos concretos. De esta forma no contribuimos a crear confusiones.

Muchos trabajos se han publicado sobre virus del ajo y muchos son equívocos. El llamado "mosaico" "mosaïque de l'ail" o "Garlic mosaic virus" o GMV por los franceses, después de muchas publicaciones (CADILHAC, QUIOT, MARROU, LERONX, 1976; MARROU FAUVEL, 1963; MARROU, LEROUX, JOUBERT & FOURNIER, 1972; MARROU, MESSIAEN, QUIOT & LEROUX, 1974; MESSIAEN & ARNOUX, 1960; MESSIAEN & PLANTON, 1965; QUIOT, MESSIAEN, MARROU & LEROUX, 1972; QUIOT, MARROU, LUIS, DUTEIL, 1974) se trataba (DELECOLLE & LOT, 1981) de un complejo de virus (OYDV + carlavirus + potyvirus

* OYDV = Onion yellow dwarf virus.

LYSV = Leek yellow stripe virus.

SLU = Shallot latent virus.

latente). Este virus, antes llamado "mosaico del ajo", tenía unas características (QUIOT, MARROU, LUIS & DUTEIL, 1974) incomprensibles al estar bien caracterizados los OYDV, LYSV y SLV.

Tanto los potyvirus (HOLLINGS STONE, 1968) como los carlavirus (WETTER & MILNE, 1981) son transmitidos por áfidos (pulgones) en forma no persistente en el vector, salvo un pequeño grupo de virus que también inducen inclusiones cilíndricas y tienen partículas fle-

xuosas, pero son transmisibles: 5 por hongos del género *Polimixa*, 5 por ácaros eriofidos y uno por un aleirodido.

De esta forma los virus más importantes detectados en ajos serían transmisibles por pulgones, como de hecho se ha comprobado en cebollas para el virus OYDV (Bos, 1976; DRAKE, TATE & HARRIS, 1933). No obstante, últimamente ha aparecido un trabajo (AHMED & BENIGNO, 1985) que relaciona, en ajos enfermos, el rizado foliar con el mosaico y la

Cuadro 8.—Información sobre el virus del ajo hasta 1986 (ampliado por nosotros de Bos, 1983)

Autor	País	Huéspedes Artificiales						Microscopía electrónica		Purificación	Serología	Conclusiones	
		Ceb.	Esc.	Pue.	Ch.a.	Ch.q.	Otros	Inclusiones	Partículas (mm)				
Brierley & Smith (1946)	USA	±	±									OYDV (cepa leve?) GMV	
Messiaen & Arnoux (1960)	Francia											GMV	
Messiaen & Arnoux (1965)	Francia	±							500-600	±	±	GMV	
Tugelenov (1972)	URSS											GMV	
Havranek (1973)	Checoslovaquia	-	-	-	L	L	guisante, haba					Se-Virus (de <i>Allium sativum</i> var. <i>ophioscorodon</i>)	
Verhoyen (1973)	Bélgica					L			760-780				
La (1973)	Corea				L	L			1200-1250	+	+	GMV	
Brcaak (1975)	Checoslovaquia	-				L			640			GMV	
Peña-Iglesias <i>et al.</i> (1975)	España	-	-	±	-	-		pw(r) agr. part	730			Potyvirus Carlavirus	
Peña-Iglesias <i>et al.</i> (1982)	España California							pw (r) c.t.h pw - L.a.	750 750			Potyvirus Subd I (Esp) Potyvirus SubdIII(Cal)	
Peña-Iglesias (1983)	España	-	-	±	-	-		agr. p. pw (r) agr.	580 712 580	+	+	Carlavirus (Esp) Potyvirus Carlavirus	
Fischer (1975)	Marruecos					L			pocas partículas fl.			GMV	
Chen & Ko (1979)	Taiwan							pw (r)	muchas			OYDV	
Woo Lee <i>et al.</i> (1979)	Japón				L	L	haba		650-700	+		Garlic Latent virus	
Lastra <i>et al.</i> (1979)	Venezuela						Tetragonia-expansa	agr.		+		GMV	
Abiko <i>et al.</i> (1980)	Japón	+	latent		L	L	A.fist., <i>Gomphrena Tetragonia</i> exp. haba		720-740		+(con OYDV)	GMV (similar a La 1973)	
Galochkina & Ivaschenko (1981)	URSS	-	-	-	-	-			flexuosasx			OYDV	
Mohamed & Young (1981)	N. Zelanda	-	-	-	-	-	<i>Ch. murale</i> guisante <i>Gomphrena</i>		fl. poty		+(lejana de OYDV y LYSV)	Garlic yellows streak virus (a veces con un carlavirus)	
Delecotte & Lot (1981)	Francia							pw (r) pw (r) agr.	poty poty Carla		+OYDV -OYDV-LYSV	OYDV Potyvirus latente Carlavirus latente	
Peña-Iglesias (1986, 1987)	España	-	-	-	-	-		pw (r) c.t.h	750			+OYDV -OYDV, -OYDV	OYDV otro Potyvirus

Abreviaturas:

Ceb = cebolla; Esc = Escalonia; Pue = Puerro; Ch.a. = Chenopodium amaranticolor; Ch.q. = Ch. guinoa; A.fist = *Allium fistulosum*; pw = r = roseta; c = círculo; t = tubo; h = haz; L.a. = agregado laminar; agr = agregación de partículas; OYDV = Onion yellow dwarf; LYSV = Leek yellow stripe virus; GMV = Garlic mosaic virus; Poty = Potyvirus; Carla = Carlavirus; fl = flexuosas; Esp = España; Cal = California.

Cuadro 9.—Otros virus que han infectado naturalmente aunque rara vez el ajo

Autor	País	Virus
Stefanac (1980)	Yugoslavia	Cucumber mosaic virus
Vasiljevafr Mozhaeva (1977)	Rusia	Tobacco mosaic virus
Li <i>et al.</i> (1983)	Japón	Tobacco mosaic virus (cepa de crucíferas)
Graichen (1975)	República Democrática Alemana	Tobacco rattle virus

presencia del ácaro-erifido *Aceria tulipae*. El rizado y las manchas grandes amarillentas se atribuyeron a daños del ácaro. Sin embargo el estriado amarillo pálido se encontró que era debido a un virus flexuoso de 696 mm. de longitud transmitido por el ácaro mencionado. Aunque creemos que este trabajo necesita posterior confirmación no hay que olvidar dos trabajos publicados en Rusia (TAHEREMUSHKINE, 1974; TULEGENEV, 1972) que ponen de manifiesto la detección, en secciones ultrafinas de cebollas infectadas por el virus "Onion mosaic" (de 675 mm., que ellos piensan es OYDV), y en tejidos de ácaros eriófidos *Aceria tulipae* que los infestaban, de partículas de virus flexuosos. En este sentido parece que el ácaro eriófido *Aceria tulipae*, puede ser vector pero ¿de cual potyvirus? Es necesario esperar a próximos trabajos.

SELECCION SANITARIA. REGENERACION. METODOS. ESTADO ACTUAL

Los métodos actuales varían mucho de los antes empleados. En este sentido recordemos, pues tiene o puede tener algunos aspectos prácticos todavía, la erradicación del virus OYDV de la cebolla en los USA. Esta enfermedad fue informada en 1916 (GIDDINS, 1916) y 1929 (MELHUS, REDDY, HENDERSON y VESTAL, 1929). Las infecciones oscilaban entre 15-

95% en el valle del río Mississipi (Pleasant district). HENDERSON (1935) en su ya clásico trabajo describe la transmisión mediante inyección hipodérmica de jugo de planta enferma y mediante áfidos (DRAKE, TATE & HARRIS, 1933) y demuestra que los principales focos de infección son las cebollas portagranos (cultivo de 2 años). El empleo de bulbos cultivados en regiones sin la enfermedad y estrictas medidas de extirpación de focos condujeron a que esta enfermedad sea hoy allí histórica. Una situación similar ocurrió en Alemania.

En ajo los datos más concretos de la necesidad de la selección sanitaria vienen de Francia. Se han citado pérdidas (respecto a testigos sanos) de 27-35% (MESSIAEN & LAFON, 1970) al comparar clones sin virus y enfermos de la variedad "Blanc de la Drôme". Esto quiere decir que el testigo sano produjo 100 y los enfermos de 27 a 35. Posteriormente (MESSIAEN & MARROU, 1965) se establecen comparaciones estadísticas de plantas sanas con los siguientes resultados: reducción del 50% de clones enfermos y sanos seleccionados ("Thermidor") de "Blanc de la Drôme". Y de 25% respecto al clon "Germidour" (sin virus) proveniente de cultivo de meristemas de "Violet de Cadours".

Más recientemente se han publicado trabajos estadísticos y experimentales (EL BAZ, 1985; PRADEL, 1979; YUCEF, 1980) realizados en Francia y Egipto que prueban la importantísima mejora que ha supuesto en rendimiento (triplicarlo casi) la utilización de bulbos seleccionados y sanos (obtenidos por cultivos de meristemas apicales). Otro trabajo (BHOJWANI, COHIN, & FRY, 1982) indica que todos los ajos procedentes del cultivo de clones micropropagados de ápices de 0,4-0,9 mm (demasiado largos en nuestra opinión ya que nosotros usamos 0,1-0,15 mm) produjeron sólo cabezas de lo que nosotros llamamos "Superflor".

En California no están publicados los datos, los americanos son muy prácticos, pero puede establecerse entre un 30-50% (Kurtz, co-

municación personal) de reducción frente a plantas de meristemo. En la Universidad de California (Davis) R.J. Shepherd puso a punto la técnica en 1978 (mejorando su técnica con datos que le facilitamos) y hoy la empresa BASIC VEGETABLES efectúa la selección clonal y sanitaria directamente con 2 titulados universitarios (Ph D). Allí lo que importa es el tamaño y el olor de las cabezas ya que el producto final es el ajo deshidratado y molido.

Debido a que es casi imposible seleccionar ajos sanos dentro de una variedad, pese a la polémica selección de la variedad francesa "Blanc de la Drôme" (MESSIAEN & PLANTON, 1965) la selección sanitaria se basa hoy en la regeneración de clones por técnicas de cultivo de tejidos. Y en la multiplicación de plantas exentas de virus (indexadas) al abrigo de contaminaciones posteriores.

Muchos son los trabajos publicados sobre cultivo de ápices o meristemos e incluso de termoterapia.

En Francia no lograron, lógicamente, eliminar el GMV por termoterapia de agua (GIDDINS, 1916) ya que este método no es válido para eliminar virus y sí para micoplasmas. Hay varios trabajos de cultivo de ápices que los citamos pero que no creemos sean o puedan ser básicos para un programa de selección sanitaria.

Mori (1971) en Japón, Havranek (1972) en Checoslovaquia y Wan y Huang (1974) en China, observan la desaparición de síntomas en plantas procedentes de cultivo *in vitro* de ápices meristemáticos.

Quiot *et al.* (1972) proporcionan algunos datos sobre el cultivo de meristemos.

Peña Iglesias (1975) describe con detalle el cultivo de meristemos del ajo. Este trabajo no está publicado.

Kehr & Schaeffer (1976) y Abo-El-Nil (1977) estudian la diferenciación de células tisulares en embriones adventicios, lo cual puede ser un camino la micropropagación o producción masiva de plantas pero es un método indeseable por los cambios cariológicos que

provoca (NOVAK, 1974, 1978), como fue anunciado (MURASHIGE, 1974), en nuestra experiencia también en muchas otras plantas y ha sido comprobado en ajo (NOVAK, 1980).

Maggioni (1984), Hwang *et al.*, (1984) y Maksoud (1984) diferencian células de callos mediante 2,4 D y kinetina. De esta forma obtienen plantitas de ajo pero no dan cuenta de variaciones en su genotipo y/o fenotipo.

Peña Iglesias y Ayuso (1974) informan sobre la eliminación de virus por cultivo de meristemos y de un accidental proceso de micropropagación que puede permitir obtener 3 a 6 plantas a partir de un cultivo de meristemo. Lo normal es una planta por cultivo. También indican un eventual procedimiento rápido de multiplicación vegetativa.

Marrou *et al.*, (1974) citan que efectúan el saneamiento de ajos enfermos mediante el cultivo de meristemos apicales.

Marani & Bertaccini (1980) sanean en Italia algunas plantas por cultivo de meristemos.

Mohamed & Young (1981) regeneran algunas plantas por micropropagación a partir de un meristemo.

Sakuma & Kawamura (1981) describen ligeramente un método de cultivo de meristemo.

Oosawa *et al.*, (1981) también en Japón establecen un balance de auxinas: citoquininas adecuado para la micropropagación de varias plantas, entre ellas el ajo.

Lee (1983) aplica la termoterapia de agua o aire y la adición a medios nutritivos *in vitro* de algunas sustancias quimioterapéuticas (verde malaquita, ácido 2,4 diclorofenoxiacético o quinidron) consiguiendo la desaparición de síntomas, de inclusiones y de partículas víricas.

Ayuso & Peña Iglesias (1980, 81), Peña Iglesias & Ayuso (1983) y Peña Iglesias *et al.*, (1984, 1986 no publicado) dan detalles sobre termoterapia *in vivo* y posterior cultivo de ápices y sobre el cultivo de meristemos.

Mikami (1984) describe el cultivo de meristemos de ajo sin añadir datos nuevos.

En resumen, los países más avanzados en la práctica son USA y Francia. En Italia se hace una selección visual y el cultivo de meristemos

se está iniciando a escala comercial. En tecnología España está hoy en primer lugar en este tema tanto por variedad y efectividad de métodos como en publicaciones. De esto se tra-

tará en la II parte científico experimental. Solo falta muy poco para que los agricultores cultiven ajos sin virus si no hay algún tipo de impedimento especial.

ABSTRACT

PEÑA-IGLESIAS, A., 1988: El ajo: virosis, fisiopatías y selección clonal y sanitaria. I Parte teórico-descriptiva. *Bol. San. Veg. Plagas* 14 (3): 461-483.

This paper summarizes the works published up to now on virus and virus-like diseases of garlic, and the methods of virus elimination. As well in the first part the botanical and physiological characteristics, its economical importance and the problems found in Spain are analyzed. This paper also deals with the description of virus diseases and methods of sanitation of this important species. Our works on virus diseases identification, shoot apex culture, micropropagation, quimioterapia and sanitary selection along 23 years are described.

Key words: *Garlic, viruses, virus diseases, virus-like diseases, sanitation, sanitary selection, shoot apex culture, micropropagation, in vitro culture.*

REFERENCIAS

- ABIKO, K., WATANABE, Y. & NISHI, Y., 1980: Studies on garlic mosaic. I causal virus. *Bull. Veg. Orn. Crop Res. Sin. Ser. A*, 7: 139-148.
- ABIKO, K., WATANABE, Y. & NISHI, Y., 1980: Studies on garlic mosaic. II several factors affecting the detection of garlic mosaic virus following juice inoculation. *Bull. Veg. Orn. Crop Res. Sin. Ser. A*, 7: 149-154.
- ABO-EL-NIL, M.M., 1977: Organogenesis and embryogenesis in callus cultures of garlic. *Plant. Sci. Lett.*, 9: 259-264.
- AHLAWAT, Y.S., 1974: A mosaic disease of garlic in Darjeeling Hills. *Science and Culture*, 40: 466-467.
- AHMED, K.M. & BENIGNO, D.A., 1985: Investigation into the relationship of the eriophyid mite (*Aceria tulipae* Keifer) with the tangle-top and mosaic disease of garlic. *Bangladesh J. Agric. Res.*, 9: 1:38-47.
- ANON., 1973: Production de semences d'ail certifiées s agréés CTIFL documents núm. 39.
- ANON., 1980: Aulx garlic (Revision). Normalisation Internationale des fruits et légumes. OCDE. Paris.
- ANON., 1982: Gilroy garlic capital of the World. *Int. Fruit World* 3: 137-143.
- ANON., 1983: Journées Internationales de l'Ail a Saint Clar. *Int. Fruit World*, 2: 296-298.
- ANON., 1984: The European Community importing more garlic, exporting less. *Int. Fruit World*, 3: 245-252.
- ANON., 1984: A century crop for spanish garlic. *Int. Fruit World*, 3: 361-367.
- ANON., 1985: World trade in garlic standing. *Int. Fruit World*, 1: 334-343.
- ASJES, C.J., 1985: Control of field spread of non persistent viruses in flower bulb crops by synthetic pyrethroid and pirimicarb insecticides and mineral oils. *Crop Protection* 4: 485-493.
- ASTLEY, D., INNES, N.L. & VAN DER MEER, O.P., 1982: Genetic resources of *Allium* species, a global report. *Inter. Board. Plant. Gen. Res.* 81/77: 38 pp.
- AYUSO, P. and PEÑA-IGLESIAS, A., 1980: Methodology for the elimination of pathogens in Spanish garlic. *In vitro*, 16: 3:233.
- AYUSO, P. and PEÑA-IGLESIAS, A., 1981: The elimination of garlic viruses by thermotherapy and/or tissue culture. *Cell Biology, IR*, 5: 9:831.
- BHOJWANI, 1980: In vitro propagation of garlic by shoot proliferation. *Scientia Horticulture*, 13: 47-52.
- BHOJWANI, S.S., COHEN, D. & FRY, P.R., 1982: Production of virus-free garlic and field performance of micropropagated plants. *Sci. Hort.*, 18: 39-43.
- BONIER, G., 1934: *Flore complete illustrée en couleurs de France, Suisse et Belgique*, 79-80 pp.
- BOS, L., 1976: Onion yellow dwarf virus. CMI/AAB Descriptions of Plant Viruses. N, 158, 4 pp.
- BOS, L., HUIJBERTS, N., HUTTINGA, H. & MAAT, D.Z., 1978: Leek yellow stripe virus and its relationships to onion yellow dwarf virus: characterization, ecology and possible control. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 84: 185-204.
- BOS, L., HUTTINGA, H. & MAAT, D.Z., 1978: Shallot latent virus, a new carlavirus. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, 84: 227-237.
- BOS, L., 1981: Leek yellow stripe virus CMI/AAB Description of Plant Viruses. No. 240.4 pp.
- BOS, L., 1982: Shallot latent virus. CMI/AAB Description of Plant Viruses. No. 250.4 pp.
- BOS, L., 1982: Viruses and virus disease of *Allium* sp. *Acta Horticulturae*, 127: 11-29.
- BOTTI, G.C. & KRARUP, H.C., 1976: Morphogenesis of flowering and abnormalities in garlic. *Simiente*, 46: 1:23-25.
- BOTTI, G.C. & KRARUP, H.C., 1978: Morfogénesis de la floración y ciertas anomalías en el desarrollo del ajo cv. Valenciano rosado. *Investigación Agrícola*, (Chile), 4: 1:1-6.
- BRCAK, J., 1985: Garlic mosaic virus particles and virus infections of some wild *Allium* sp. *Och. Rostl.*, 11: 242.
- BRIERLEY, P. & SMITH, F.F., 1946: Reactions of onion varieties to

- yellow dwarf virus and three similar viruses isolated from from shallot, garlic and narcissus. *Phytopathology*, **36**: 292-296.
- CADILHAC, B., QUIOT, J.B., MARROU, J., LERONX, J.P., 1976: Mise en évidence au microscope électronique de deux virus différents infectant l'ail et l'échalote. *Ann. Phytopathol.*, **8**: 65-72
- CHADUAT, L., 1983: Formation de fleurs a partir de cals chez l'ail. *Bull. Soc. Bot. France. Letres botaniques*, **130**: 1:9-14.
- CHEN, M.J. & KO N.J., 1979: Etiological studies on virus diseases of garlic in Taiwan. *Plant Prot. Bull.*, **21**: 210-215.
- CHRISTIE, R.G. & EDWARDSON, J.R., 1977: Light and electron microscopic of plant virus infections. *Fla. Agric. Exp. Sta. Monograph* No. 9.
- CHRISTIE, R.G. & EDWARDSON, J.R., 1986: Light microscopic techniques for detection of plant virus inclusions. *Plant Dis.*, **4**: 273-279.
- CLARK, M.F. & ADAMS, A.M., 1977: Characteristics of the microplate method of ELISA for the detection of plant virus. *J. gen. Virol.*, **33**: 166-167.
- CLARK, M.F. & BAR-JOSEPH, M., 1984: Enzyme immunosorbent assays in Plant Virology. In: *Methods in Virology* (Ed. K. Maramonosh & H. Koprowski). Vol. VII, pp. 51-85. Academic Press.
- D'AMATO, F., 1978: Chromosome number variation in cultured cells and regenerated plants. In: *Frontiers of Plant Tissue Culture* (Ed. T.A. Thorpe). I.A.P.T.C. Calgary University Press, Canada, 287-295.
- DAWSON, W.O., 1984: Effects of animal antiviral chemical on plant viruses. *Phytopathology*, **74**: 211-213.
- DELECOLLE, B. and LOT, H., 1979: Use of immunological electron microscopy to identify viruses in garlic seeds. *Ann. Phytopathol.*, **II**: 4:565.
- DELECOLLE, B. & LOT, H., 1981: Virosis de l'ail. I. Mise en évidence et essais de caractérisation par immunoelectromicroscopie d'un complexe de trois virus chez différentes populations d'ail atteintes de mosaïque. *Agronomie*, **1**(9), 763-770.
- DERRICK, K.S., 1973: Quantitative assay for plant viruses using serologically specific electron microscopy. *Virology*, **56**: 652-653.
- DRAKE, C.J., TATE, H.D. & HARRIS, H.M., 1933: The relationship of aphids to the transmission of yellow dwarf of onion. *J. Econ. Entom.*, **26**: 841-846.
- EDWARDSON, J.R., 1966: Electron microscopy of cytoplasmic inclusions in cells infected with rod-shaped viruses. *Amer. J. Bot.*, **53**: 259-364.
- EDWARDSON, J.R., 1966: Some properties of the Potato Virus-Y Group. *Fla. Agric. Exp. Sta. Monograph Series* No. 4.
- EL - BAZ S.A., 1985: Some studies on the production of healthy and high quality garlic seeds. *Agric. Res. Revix* (Egypt), **59**: 3:237-253.
- EMILSON, B., 1949: Studies on the rest period and dormant period in the potato tuber. *Acta agr. Suecana*, **3**: 3:189-284.
- EVERETT, T.H., 1954: *The American gardener's book of bulbs*. New York, Random House Inc.
- FISCHER, H., 1975: An uncommon virus isolated from garlic in Morocco. *Abstr. 2nd Int. Conf. Prog. Probl. Veg. Virus Res.* Avignon, 28.
- FOGHER, C. & CORTI, C., 1982: Protoplast production and characterization from leaves and cloves of *Allium sativum* L. (studies for hybridization). *Ann. Fac. Agrar. Univ. Cattolica Sacro Coure, Milan*, **22**: 1:71-80.
- FOURNIER, B., 1974: Production, contrôle et certification des semences d'ail. L'ail, 29-34.
- GALOCHKINA, L.A., IVASCHENKO, I.I., 1981: Mosaic of onion in garlic. *Zasch. Rast.* **10**: 29.
- GIDDINS, N.J., 1916: Report of the Department of Pathology W. Virg. *Agric. Exp. Stn.* 44 pp.
- GRADDON, D.J. & RANDLES, J.W., 1986: Single antibody dos immunoassay—a simple technique for rapid detection of a plant virus. *Journal of Virological Methods*, **13**: 1:63-70.
- GRAICHEN, K. & KEGLER, H., 1985: Virus seizing in garlic. *Saat und Pflanzgut*, **26**: 5:85-86.
- GRAICHEN, K., REICHENBAECHER, D. & LEISTNER, H.U., 1985: Detection of garlic mosaic virus. *Archiv. Phytopath und Pflanzen*, **21**: 4:323-325.
- GRAM, E., 1949: Experiments with mosaic of shallots. *Tijdschr. Pl. Ziekt.*, **21**: 4:323-325.
- GRAM, E., 1949: Experiments with mosaic of shallots. *Tijdschr. Pl. Ziekt.*, **55**: 150-152.
- GREY-WILSON, CH., MATHEW, B., 1982: *Bulbos*. Una guía de identificación de las plantas bulbosas de Europa. Ed. Omega, Barcelona, 289 pp.
- HARPAZ, I., 1982: Nonpesticidal control of vector-borne diseases. In: *Pathogens, Vectors and Plant Diseases. Approaches to control*. (Ed. K.F. Harris and K. Maramorosch), 1-19. (Academic Press, Inc. London).
- HAVRANEK, P., 1972: Occurrence of viruses in the genus *Allium* and virus free cloves of common garlic *Allium sativum*. *Plant Virology*, 113-136. Proc. of the 7th Conf. of the Czech. Plant Virologist.
- HAVRANEK, P. & NOVAK, F.J., 1973: the bud formation in the callus cultures of *Allium sativum*. *Z. Pflanzenphysiol.*, **68**: 308-318.
- HENDERSON, W.J., 1935: Yellow dwarf, a virus disease of onions, and its control. *Res. Bull. Iowa Agric. Exp. Stn.* **188**: 209-255.
- HENDERSON, D.M., 1953: Virus yellows of shallots. *Plant. Pathol.*, **2**: 130-133.
- HOLLINGS, M. & STONE, O.M., 1968: Techniques and problems in the production of virus-tested planting material. *Scient. Horti.*, **20**: 57-72.
- HOLLINGS, M., BRUNT, A.A., 1981: Potyviruses. In: *Handbook of Plant Virus Infections. Comparative diagnosis*. (Ed. E. Kurstak), 731-807. (Elsevier/North-Holland Biomedical Press, Amsterdam, New York, Oxford).
- HORVAT, F. & VERHOYEN, M., 1975: Inclusions in mesophyll cells induced by a virus causing chlorotic streaks on leaves of *Allium porrum* L., *Phytopath. Z.*, **83**: 328-340.
- HUTTINGA, H., 1975: Purification by molecular sieving of a leek virus related to onion yellow dwarf virus. *Netherlands Journal of Plant Pathology*, **81**: 81-83.
- HWANG, J.M., AN I.O., CHOI, J.K., 1984: Studies on the production of virus-free plant through tissue culture in garlic. *Res. Rep. Office. Rural Develop* (Korea R.), **25**: 22-30.
- KEHR, A.E. & SCHAEFFER, G.W., 1976: Tissue culture and differentiation of garlic. *Hort. Science*, **11**: 422-423.
- LA, Y.J., 1973: Studies on garlic mosaic virus; its isolation, symptom expression in test plants, physical properties, purification, serology and electron microscopy. *Korean Journal of Plant Protection*, **12**: 93-107.
- LASTRA, R., LADERA, P. & DEBROT, E.A., 1979: Purification of garlic mosaic virus. *Phytopathology*, **69**: 1036 (Abstr.).
- LEE, C.E., 1983: On improvement of garlic productivity by inactivation of virus in garlics. *Korean J. Plant Prot.* **20**: 1:6-14.
- LIZ, Y., UYEDA, I., SHIKATA, E., 1983: Crucifer strain of tobacco mosaic virus isolated from garlic. *Memoirs of Fac. Agr. Hokkaido* (Japan), **13**: 4:542-549.
- MAGGIONI, L., 1984: Garlic plantlets obtained *in vitro*. *Sementi Elette*, **30**: 5:29-31.

- MAKSOU, M.A., 1983: Garlic tissue culture organogenesis in callus culture (Egypt). *Egyptian J. Hort.* **10**: 2:107-114.
- MANN, L.K., 1952: Anatomy of the garlic bulb and factors affecting bulb development. *Hilgardia*, **21**: 8:195-231.
- MANN, L.K. & LEWIS, D.A., 1956: Rest and dormancy in garlic. *Hilgardia*, **26**: 3:161.
- MARANI, F. & BERTACCINI, A., 1980: Risanamento dell'infezione virale dell'aglio mediante coltura di apice meristemati. Atti. Giorn. Fitopat. Suppl. **2**: 23:30.
- MARROU, J. & FAUVEL, C., 1963: Propriétés serologiques de la mosaïque de l'ail. Rapp. Act. INRA 32-35.
- MARROU, J. & FAUVEL, C., 1964: Comparaison de diverses souches de la mosaïque de l'ail et de la bigarrure (yellow dwarf) de l'oignon. Rapp. Act. INRA, 62-65.
- MARROU, J. & CLEMENT, M., 1965: Essais de thermothérapie sur l'ail. Maladies des plantes maraichères. Rapport d'activité, 65.
- MARROU, J., LEROUX, J.P., JOUBERT, J.P. & FOURNIER, B., 1972: Selection sanitaire des semences d'ail en France. Actas III Congr. Un. Fitop. Medit. Oeiras, 463-468.
- MARROU, J., MESSIAEN, C.M., QUIOT, J.B. & LEROUX, J.P., 1974: La selection sanitaire des semences d'ail. L'ail, 21-24.
- MELHUS, J.E., REDDY, C.S., HENDERSON, W.J., & VESTAL, E., 1929: A new virus disease epidemic on onion. *Phytopathology*, **19**: 73:77.
- MESSIAEN, C.M. & ARNOUX, M., 1960: Une maladie de l'ail probablement due à un virus, son influence sur le rendement. *Etude de Virologie appliquée*. INRA. 29-30.
- MESSIAEN, C.M. & PLANTON, G., 1965: Selection sanitaire et production de semences d'ail. CTIFL documents, Nov. 1965.
- MESSIAEN, C.M. & MARROU, J., 1965: Selection sanitaire de l'ail: deux solutions possibles au problème de la mosaïque de l'ail, plantes sensibles saines ou plantes virosées tolérantes. C.R. le J. *Phytopharm. circummediterr.*, Marseille, 204-207.
- MESSIAEN, C.M. & LAFON, R., 1970: Les maladies des plantes maraichères. INRA. Paris; 441 pp.
- MESSIAEN, C.M., 1974: Physiologie de l'ail. L'ail. Compte Rendu des Journées Nationales de l'ail. Beaumont-de-Lomagne. 7-10.
- MESSIAEN, C.M., YOUCEF-BENKADA, M. & BEYRIES, A., 1981: Rendement potentiel et tolerance aux virus chez l'ail. *Agronomie*: 759-762.
- MIKAMI, T., 1984: Virus-free plant propagation through meristem-tip culture of japanese yam and garlic. *Res. J. Food & Agric.*, **7**(4): 17-20.
- MILNE, R.G. & LUISONI, E., 1977: Rapid immune electron microscopy of virus preparations. Páginas 265-281. En: K. Maramorosch and H. Koprowski, eds. *Methods in Virology*. Vol. 6. Academic Press, New York.
- MILNE, R.G. & LESEMANN, D., 1984: Immunosorbent Electron Microscopy. In: *Plant Virus Studies*. In: *Methods in Virology*, Vol. III, pp. 850101. (Ed. K. Maramorosch & H. Koprowski) Academic Press.
- MOHAMED, N.A. & YOUNG, B.R., 1981: Garlic yellow streak virus, a potyvirus infecting garlic in New Zealand. *Ann. appl. Biol.*, **97**: 65-74.
- MORI, K., 1971: Production of virus-free plants by means of meristem culture. *Japan Agric. Res. Quart.*, **6**: 1-7.
- MURASHIGE, T. & SKOOG, F., 1962: A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco tissue culture. *Physiol. Plant.*, **15**: 473-497.
- MURASHIGE, T., 1974: Plant propagation through tissue cultures. *Ann. Rev. Plant Physiol.*, **25**: 135-166.
- NOVAK, F.J., 1974: The changes of Karyotype in callus of *Allium sativum* L., *Caryologia*, **27**: 45-54.
- NOVAK, F.J., 1978: Chromosomal characteristics of callus tissue and *in vitro* regenerated plants in *Allium sativum*. XIV Int. Congr. Genetics. Moscow, Abstract, 409 pp.
- NOVAK, F.J., 1980: Phenotype and citological status of plants regenerated from callus cultures of *Allium sativum* L. *Zeitsch. F. Pflanz.*, **84**: 3:250-260.
- OGAWA, T. & MATSUBARAN, N., 1983: Studies on the bulb formation for garlic plant. 3: The relation between chilling treatment and day-length during the growing stage. *Kyushu Agric. Res.*, **45**: 226.
- OOSAWA, K., KURIYAMA, Y., 1981: Clonal multiplication of vegetatively propagated crops through tissue culture. I. Effective balance of auxin and cytokinin in the medium and suitable excised part for mass production of plantlets in strawberry, garlic, scallion, welsh onion, yam and taro. *Bull. Veg. Orn. Crops. Res. Sta. Series A*. **8**: 1-46.
- PAIVA, E., DANIELS, J., ASSIS, M. de, CASTRO, L.A., 1984: Utilization of immunologic techniques for diagnosing the virus responsible for garlic yellows stripe. Unid. Exec. *Pesquisa. Cascata*, Brasil. No. 20:3 p.
- PEÑA-IGLESIAS, A. & AYUSO, P., 1973: A new and accurate way of heat therapy of plants grown *in vitro* applied to the sanitary selection of Spanish grapevine varieties. *Rev. Pat. Veg.*, **IX**: 172-174.
- PEÑA-IGLESIAS, A. & AYUSO, P., 1973: Identificación y estudio de una nueva estirpe WMV-2 del virus del mosaico de la sandía como causa de la enfermedad llamada en España mosaico del melón. Primer Premio Nacional de Investigación Agraria 1972. Monografía No. 20. Ministerio de Agricultura.
- PEÑA-IGLESIAS, A. & AYUSO, P., 1974: Meristem-tip culture of garlic: Elimination of viruses from infected bulbs and rapid multiplication of virus-free clones. Proc. of the XIX International Horticultural Congress. Vol. 1A: 62. Warszawa.
- PEÑA-IGLESIAS, A., 1975: Virosis de las hortalizas españolas más importantes (tomate, pimiento, berenjena, cebolla, ajo, puerro). Descripción y control de virus identificados y de otros no detectados. Fundación Juan March, 327 páginas.
- PEÑA-IGLESIAS, A., et al., 1975: Some characteristics of the potyvirus of some cultivated Liliaceae plants (garlic, leek, onion) detected in Spain. 3rd International Congress for Virology, C456, p. 273.
- PEÑA-IGLESIAS, A., FRESNO, J. & SHEPHERD, R.J., 1982: Ultrastructural comparison of virus infested Spanish and Californian garlic. 10th International Congress on Electron Microscopy, Vol. 3: 153-154. (Alemania R.F.).
- PEÑA-IGLESIAS, A. & AYUSO, P., 1983: Characterisation of Spanish garlic viruses and their elimination by *in vitro* shoot apex culture. *Acta Horticulturae*, **127**: 183-193.
- PEÑA-IGLESIAS, A., FRESNO, J. & VILLEGAS, T., 1984: Selección clonal y sanitaria de ajos españoles. Actas del I Congreso Ibérico de Microscopía Electrónica, 22-23 Oct., p. 26.
- PEÑA-IGLESIAS, A., AYUSO, P., VILLEGAS, T., 1986: La eliminación de los virus del ajo por cultivo de meristemas y la producción rápida de ajos sanos (micropropagación *in vitro*, esquejado vegetativo). Presentado, aceptado y no publicado en el número especial de Anales del INIA *in memoriam* D. Miguel Benlloch.
- PEÑA-IGLESIAS, A. & VECINO, B., 1986: Novel cytopathic effects found in tomato and *Gynura aurantica* D.C. leaf epidermal tissues respectively infected with potato spindle tuber and citrus exocortis viroids. *Cell Biology I.R.*, **10**(8): 677-682.
- PEÑA-IGLESIAS, A. & VECINO, B., 1987: Cytological studies of grapevine leafroll infected tissue: Further evidence of viroid etiology and improvement of diagnosis. *Vitis* (RFA), **26**: 37-41.
- PO JEN WAN, LI CHUN HUANG, 1974: Studies on the shoot meris-

- tem culture of *Allium sativum* L. *Journal of Chinese Soc. of Hort. Sci.*, **220**: 2:79-87.
- PRADEL, J., 1979: L'ail: Des rendements accrus grace a l'amelioration sanitaire. *France Agric.*, **35**: 1757:67.
- QUIOT MESSIAEN, C.M., MARROU, J. & LEROUX, J., 1972: Regeneration par culture de méristèmes des clones d'ail infectés de la mosaïque de l'ail. *Actas III Congr. Un. Fitop. Medit. Oeiras*, 429-432.
- QUIOT, J.B., MARROU, J., LUIS, M. & DUTEIL, M., 1974: Les maladies a virus de l'ail et leur epidemiology. *L'ail*, 11-14.
- SAKUMA, Y. & KAWAMURA, K., 1981: A method for the meristem tip culture of garlic and cultivation method of its culture plants. *Tohoku Agric. Res.*, **29**: 219-220.
- STEFANAC, Z., 1977: Onion yellow dwarf virus in Yugoslavia. *Acta Bot. Croat.*, **36**: 39-45.
- STEFANAC, Z., 1980: Cucumber mosaic virus in garlic. *Acta Bot. Croat. Vo.* **39**: 21-26.
- SHEPHERD, R.J., 1974: Comunicacion personal. Carta 11 de julio de 1974.
- SHEPHERD, R.J. & PENA, A., 1979: Identity of viruses of garlic and globe artichoke in Spain and the USA. USDA and NSF report.
- SMALLEY, E.B., 1956: The production on garlic by an Eryophid mite of symptoms like those produced by viruses. *Phytopathology*, **46**: 346-347.
- TAHERMUSHKINE, N.P., 1974: Electron microscopy ultrathin sections study of the relationship between *Allium sativum* mosaic virus and its vector-mite *Aceria tulipae* L. *Comm. Inst. Biol. Pedol. Vladivostok*, **28**: 174-177.
- TASHIRO, Y., HASHIMOTO, H., MIYAZAKI, S. & KANAZAWA, K., 1984: Allium protoplast isolated from different organs and tissue. *Bull. of Fac. Agric. Segu Univ.* (Japón), **57**: 115-119.
- TIZIO, R., 1979: Floraison *in vitro* de l'ail. *C.R. Acad. Scien. Ser. D* (France), **289**: 401-404.
- TOMLINSON, J.A., 1982: *Chemotherapy of plant virus diseases*. In: Pathogens Vectors and Plant Diseases: Approaches to control (Ed. K.F. Harris & K. Maramorosh) 23-44. Academic Press.
- TULEGENEV, T.A., 1972: Virus disease of onion and garlic in the Alinata region. *Biologicheskaya*, **10**: 33-38.
- WETTER, C. & MILNE, R.G., 1981: Carlaviruses. In: Handbook of Plant Virus Infections (Ed. E. Kurstak), 695-730. Elsevier.
- WOO LEE, Y., YAMAZAKI, S., OSAKI, T. & INOUE, T., 1979: Two elongated viruses in garlic, garlic latent virus and garlic mosaic virus. *Ann. Phytopath. Soc. Japan*, **45**: 727-734.
- WRIGHT, R.C. & PEACOCK, W., 1934: Influence of storage temperatures on the rest period and dormancy of potatoes. *USDA Tech. Bull.*, 424.
- YARWOOD, C.E., 1972: Virus transmission from *Chenopodium amaranticolor*, *Pl. Dis. Rep.*, **56**: 1085-1086.
- YOUCEF, M., 1980: Comparaison de varietés d'ail saines et virosées pour la coloratica des feuilles et la productivité. INRA-ENSA. Montpellier. 36 p.