

La Serie Universitaria de la Fundación Juan March presenta resúmenes, realizados por el propio autor, de algunos estudios e investigaciones llevados a cabo por los becarios de la Fundación y aprobados por los Asesores Secretarios de los distintos Departamentos.

El texto íntegro de las Memorias correspondientes se encuentra en la Biblioteca de la Fundación (Castelló, 77. Madrid-6).

La lista completa de los trabajos aprobados se presenta, en forma de fichas, en los Cuadernos Bibliográficos que publica la Fundación Juan March.

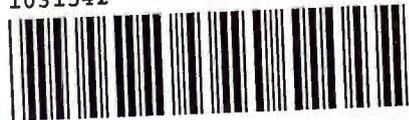
Los trabajos publicados en Serie Universitaria abarcan las siguientes especialidades:
Arquitectura y Urbanismo; Artes Plásticas;
Biología; Ciencias Agrarias; Ciencias Sociales;
Comunicación Social; Derecho; Economía; Filosofía;
Física; Geología; Historia; Ingeniería;
Literatura y Filología; Matemáticas; Medicina,
Farmacia y Veterinaria; Música; Química; Teología.
A ellas corresponden los colores de la cubierta.

Edición no venal de 300 ejemplares que se reparte gratuitamente a investigadores, Bibliotecas y Centros especializados de toda España.

Fundación Juan March



FJM-Uni 122-Car
Introducción a las orquídeas española
Carravedo Fantova, Miguel.
1031542



Biblioteca FJM

Fundación Juan March (Madrid)

SERIE UNIVERSITARIA



Fundación Juan March

Miguel Carravedo Fantova

Introducción a las Orquídeas
Españolas

FJM
Uni-
122
Car
122

122 - Introducción a las Orquídeas Españolas / Miguel Carravedo Fantova

Fundación Juan March
Serie Universitaria

122



Miguel Carravedo Fantova

Introducción a las Orquídeas Españolas



Fundación Juan March
Castelló, 77. Teléf. 225 44 55
Madrid - 6
Fundación Juan March (Madrid)

*Este trabajo fue realizado con una Beca de la
Convocatoria sobre Especies y Medios Biológicos Españoles, 1977, individual.
Departamento de BIOLOGIA
Centros de trabajo: Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza
(C.I.H.E.A.M.)
Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias.*

Depósito Legal: M - 19855 - 1980

I.S.B.N. : 84 - 7075 - 165 - 4

Impresión: Gráficas Ibérica, Tarragona, 34 - Madrid-7

Fundación Juan March (Madrid)

I N D I C E

	<u>Página</u>
LAS ORQUIDEAS ESPAÑOLAS	7
La polinización	20
La semilla de orquídea	23
La germinación	26
La regresión	27
ENSAYOS SOBRE GERMINACIONES ASIMBIOTICAS DE SEMILLAS DE 32 ESPECIES DE ORQUIDEAS EXISTENTES EN ESPAÑA	29
Introducción a la germinación	31
Materiales y métodos	32
Resultados y discusión	40
Banco de germoplasma	48
BIBLIOGRAFIA	50

Agradezco sinceramente a la Fundación Juan March la donación de la beca que me otorgó en su contexto de Especies y Medios biológicos españoles, sin cuya ayuda este trabajo no hubiera podido salir a la luz.

Mi agradecimiento a los profesores: Arditti, Universidad de California, por sus informaciones y su invitación a trabajar con él durante el periodo de la beca, Harvais, Nakamura, Sundermann, Kulleberg, Vermeulen, Schapfer, y muchos otros, al enviarme documentación de sus trabajos.

Al Departamento de Fisiología Vegetal y Bioquímica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid, por su valioso asesoramiento.

Al Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza y muy especialmente a M. Ezquerro por su mecanografía, y al C.R.I.D.A. 03, con especial referencia a los Departamentos de Protección Vegetal y Fruticultura, por permitirme la utilización de sus laboratorios.

Y, finalmente, a J.L. Villarías, por su ayuda en el capítulo fotográfico, así como a E. Asín, por los dibujos.

En este trabajo se han pretendido alcanzar tres objetivos:

1. Dar una información actualizada sobre las orquídeas silvestres existentes en España, así como las áreas en las que han sido halladas. Siguiendo la taxonomía propugnada por Sundermann (1975) para las orquídeas europeas, el autor de este trabajo ha localizado en España, durante los años 1976, 1977, 1978, y 1979, 44 especies de orquídeas, repartidas en 18 géneros. Esto se refleja en el texto, en "Introducción a las orquídeas españolas".
2. Obtener semillas de ellas para su puesta en germinación asimbiótica. Se han puesto a germinar en cultivos axénicos 32 tipos diferentes de semillas de orquídeas existentes en España, entre especies, preespecies y subespecies, con muy variables resultados.
3. Realizar un banco de germoplasma para colaborar en su conservación y para intercambios científicos. En el banco actual, existen semillas de 30 especies conservadas en frascos herméticos con gel de sílice a $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

This work attempts to achieve three objectives:

1. Give information about the wild orchids existing in Spain, and the areas in which they have been found. Following the taxonomy proposed by Sundermann (1975) for European orchids, the author of this work has localized in Spain, during the years 1976, 1977, 1978 and 1979, forty four species of orchids, divided into 18 genus. This is reflected in the text in "Introducción a las orquídeas españolas".
2. Obtain seeds of these orchids to put them in asymbiotic germination; 32 different types of seeds of existing orchids in Spain, between species, prespecies, and subspecies have been placed to germinate in axenic cultures, with very variable results.
3. Develop a germ plasm bank to collaborate in their conservation and for scientific exchanges. In the existing bank there are seeds of 32 species conserved in hermetic flasks with silica gel at $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$.

In dieser Arbeit ist versucht worden, die folgenden drei Ziele zu erreichen:

1. Ein Bericht auf dem neusten Stand über das Vorkommen der Wildorchideen in Spanien sowie ihrer Fundorte zu geben. Der von Sundermann (1975) vorgeschlagenen Taxonomie für europäische Orchideen folgend, hat der Autor der Arbeit während der Jahre 1976, 1977, 1978 und 1979 44 Orchideenarten nachgewiesen, die sich auf 18 Gattungen verteilen. Diese werden in der Arbeit in dem Kapitel "Introducción a las orquídeas españolas" aufgeführt.
2. Die Gewinnung von Samen für die asymbiotische Keimung. 32 verschiedene Sorten in Spanien vorkommender Orchideen, unter ihnen Spezies, Präspezies und Subspezies, sind mit sehr unterschiedlichen Ergebnissen in axenischen Kulturen zum keimen angesetzt worden.
3. Die Einrichtung einer Keimplasmabank zur Erhaltung der Orchideen und zur Förderung des wissenschaftlichen Austausches. Gegenwärtig enthält die Bank Samen von 32 Arten, welche in luftdicht mit Silizilgel verschlossenen Gefässen bei $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$ aufbewahrt werden.

LAS ORQUIDEAS ESPAÑOLAS

De las amplias listas existentes, intentando cuantificar las especies vegetales, elegimos, con ánimo de recordar y sin ninguna preferencia especial, la de Pawlowski (1967), que a continuación se expone:

Número aproximado de especies por familia

1 - Orquidáceas	20.000	9 - Liliáceas	4.000
2 - Compuestas	20.000	10 - Ciperáceas	4.000
3 - Papilionáceas	10.000	11 - Palmáceas	4.000
4 - Euforbiáceas	10.000	12 - Crucíferas	4.000
5 - Gramineas	5.000	13 - Rosáceas	3.500
6 - Rubiáceas	7.000	14 - Mirtáceas	3.500
7 - Labiadas	4.000	15 - Umbelíferas	3.000
8 - Melastomatáceas	4.000	16 - Escrofulariáceas	3.000

Géneros

1 - Euphorbia	2.000	6 - Dendrobium *	1.500
2 - Astragalus	2.000	7 - Carex	1.500
3 - Solanum	2.000	8 - Rhododendron	1.300
4 - Senecio	1.500	9 - Ficus	1.000
5 - Bulbophyllum *	1.500	10 - Pleurothallis *	1.000

A los habitantes del área Europeo-Mediterráneo-Macaronésica nos puede parecer sorprendente el hecho de que la familia Orquidáceas sea la más numerosa del Reino Vegetal, junto a las Compuestas. Y esta posible sorpresa es lógica si consideramos que, por ejemplo, en España están citados tan sólo 21 géneros, con un total de 73 especies (Ceballos, 1973); estas cifras no

* Orquídeas.

deben ser excesivamente diferentes en otros países de tal área, 78 en Francia (Jacquet, 1973), 51 en el Reino Unido (Turner Ettlenger, 1976), 27 en Israel (Dafni, 1974), sobre las 50 en Alemania (Sundermann, 1976), etc. El total de especies constatadas en el área considerada es superior a 100, de las que algunas son endémicas. Géneros presentes en Europa, como Hammarbya, Comperia, Calypso, etc., no están presentes en España o, al menos, no han sido detectadas. Su modesto número frente a otras familias, va despertando inquietud entre los investigadores europeos, como lo prueba el hecho de un constante aumento de publicaciones sobre dicho tema.

Si la familia Orquidáceas consta de 500-800 géneros y 20.000 especies o quizás más, 20.000-30.000 (Schultes y Pease, 1963), no cabe duda de que es el medio tropical el que alberga la gran mayoría de ellas, pese a que su distribución en el planeta es enorme, encontrándose desde el Artico hasta el Antártico. En este sentido, se podría citar a Calypso bulbosa, habitante de las nórdicas regiones de Escandinavia, URSS, Japón y Canadá, donde las temperaturas invernales son respetablemente severas.

Otro aspecto que sorprende desagradablemente a la persona que se inicia en la taxonomía de las orquídeas europeas es que, pese a ese bajo número existente de especies, las dificultades para la clasificación son notables. Existe una importante subespeciación, así como hibridaciones inter-específicas e intergenéricas tan abundantes que, con frecuencia, aparecen confusionismos y errores a la hora de determinar de qué especie o aún de qué género se trata.

Además, las orquídeas pertenecen a las familias más jóvenes de entre los Espermatofitos y, por tanto, no es sorprendente encontrar entre ellas abundante número de individuos, jóvenes filogenéticamente, con un alto grado de variabilidad, que pueden no haber terminado su proceso de especiación. Esto deja latente el concepto de preespecie (psp) abogado por Sundermann (1975), el cual lo define como una categoría del mismo rango que la de subespecie pero que no está separado geográficamente de otras subespecies o especies. Esto es probable que suceda en las orquídeas europeas.

De entre las clasificaciones existentes sobre las orquídeas euro-

peas, probablemente una de las más completas sea la del propio Sundermann (1975), que incluye, asimismo, el Norte de Africa y las Islas del Atlántico.

Según dicha clasificación, si contamos el número de especies existentes en España, obtendremos la cifra de 62, en contradicción con las 73 del ya citado Ceballos (1973), así como con otros autores, 66 Del Amo (1871), 60 Willkomm (1893), y la misma cifra de 60 para la Flora de Catalunya, Cadeval y Diars (1937). Esto es resultado de lo expuesto anteriormente respecto al confusionismo existente sobre su taxonomía, la cual va sedimentándose en estos últimos años, gracias a los esfuerzos de otros numerosos autores: Williams, J.G. & A.E. y Arlot, 1979; Polunin 1973, Kohlhaupt 1970, Soó 1960, Vermeulen 1972, Nieschalk, A. & Ch. (varios años, ver bibliografía), Schapfer 1974, y muchos otros.

Algo que llama la atención en la clasificación de Sundermann es la ausencia, en España, de Géneros como Goodyera, Corallorhiza, Epipogium, Cypripedium, etc., algunos de los cuales habitan en los Pirineos franceses y otros tienen constatada su presencia por algunos autores. En España queda pendiente por realizar un inventario fiable y actualizado sobre esta familia, pues existe la posibilidad de que ya hayan desaparecido, en nuestros ecosistemas, especies antaño existentes. Un buen ejemplo podría ser el del Cypripedium calceolus, citada su presencia por Del Amo en 1871, en los Montes de Avila, Plana de Vich y Sierra del Moncayo. En este último monte (2.313 m. de altura) Polunin (1973) la encontró, probablemente en tan reducidas cantidades que menciona su presencia como "el raro Cypripedium". El autor de este trabajo ha pasado abundante tiempo en dicho monte, con el único y exclusivo objetivo de su localización, sin éxito. Parece ser, de seguir existiendo, que C. calceolus habita en la zona de robledal que en tal monte existe. Este robledal fue, probablemente, talado prácticamente en su totalidad hace una veintena de años, como lo demuestra el rebrote de los árboles. De haber existido en tal medio, el brusco cambio microclimático la ha tenido que mermar. Muick (1978) ha logrado cultivarla en vivero, en Austria, por lo que sería un trabajo muy interesante su reintroducción en los robledales del Moncayo. Epipogium aphyllum parece ser una especie de bajo número de individuos en sus poblaciones, y con fluctuaciones de año en año en sus habitáculos y, aunque el riesgo de extinción de las especies

parece no estar vinculado estrechamente con el número de individuos ni con la tasa de reproducción, esta especie da la impresión de que su probabilidad de extinción es más alta que otras especies de su familia. *Goodyera repens* está citada en la Flora de Catalunya como nueva para España, afirmándose su abundancia en el Portilló y en el Vall d'Aran, pero desde entonces se le ha perdido la pista. Sería de interés averiguar si persiste. Asimismo, *Coralorrhiza* está citada en el Portilló, en el mismo trabajo.

A continuación se enumeran las especies que han sido encontradas por el autor de este trabajo, en las áreas prospeccionadas de España, durante los años 1976, 77, 78, y 79. En esta relación se omite, salvo alguna excepción, cualquier referencia bibliográfica o de herbario que constate su presencia en otras zonas, por dos motivos: el primero por la fecundidad taxonómica existente, que podría originar confusiones y, el segundo porque se obtendría un abanico de años que probablemente hiciera perder actualidad a la lista, pues hay que tener en cuenta que la gran parte de estas orquídeas son sumamente sensibles a la acción humana y, una especie presente en un área, años atrás, no tiene necesariamente que seguir habitando ahí, pues el hombre u otras causas la han podido extinguir de tal zona. En la lista no se especifica época de floración, pues éste es un dato fácilmente localizable y que no parece haber variado en muchos años; asimismo, tampoco se menciona el año de localización, pues el periodo estudiado es lo suficientemente pequeño para que el dato no tenga excesiva importancia.

1. OPHRYS

- 1.1 bombyliflora Link 1799. Es muy abundante en la zona periférica cubierta de pinares de la isla de Mallorca, pese al estado de deterioro ecológico en que se encuentra la isla. Habita preferentemente en el suroeste, donde llega a abundar en tal cantidad que sorprende, pues muchas especies de orquídeas tienen poblaciones más bien modestas.
- 1.2 speculum Link 1799. Ha sido encontrada en encinares degradados, en las proximidades de las Tablas de Daimiel, en los entornos del Parque de Mularroya (Zaragoza) y en la zona de encinar de la Sierra de Cazorla, siempre en cantidades moderadas.

- 1.3 insectífera L. 1753. En Catalunya. (Arús, 1978, comunicación personal). En las proximidades de Avinyo.
- 1.4 fusca Link 1799. Esta especie, como la 1.2, es típica de secanos rigurosos. Habita, en gran abundancia, en los Pinares de Castejón de Valdejasa y Sierra de Alcubierre (Zaragoza). En forma modesta, en el Puerto Pulido (Ciudad Real). La psp omegaífera Fleischm. 1925 existe en la Sierra de Cazorla y la psp atlántica Hunby 1856 en el norte de la isla de Mallorca, en pinares sobre suelos arenosos.
- 1.5 lútea Cav. 1793. Pinares próximos de Tarrasa y Sabadell, en zonas de menor influencia humana. En los prados próximos al río Guadalimar, en las proximidades de Guadalupe (Jaén), sobre terrenos arcillosos de color rojizo.
- 1.6 sphegodes Mill 1768. En márgenes de carreteras, en zonas de olivar en Adahuesca (Huesca), escasa. En Portalrubio (Teruel) en cantidades apreciables.
- 1.7 bertoloníi Moretti 1823. Entre los pinares del Cabo de Formentor (Mallorca), poblaciones de pocos individuos en zonas pedregosas.
- 1.8 tenthredinifera Willd. 1805. Entre pinares próximos al mar de la isla de Mallorca y también en zonas de matorral. Está, en general, bastante distribuída por toda la isla. En el mismo encinar degradado donde se encontró *O. speculum*, próximo a las Tablas de Daimiel, se encontró un único ejemplar. La presencia de ejemplares únicos siempre deja la duda si se trata de áreas de expatriación.
- 1.9.1 *fuciflora* psp. scolopax Cav. 1793. *O.fuciflora* Crantz 1769 no ha sido encontrada, sin embargo la psp. *scolopax* es relativamente corriente; Sierra de Alcubierre (Zaragoza), Alquezar (Huesca), Tramacastilla (Teruel), Cazorla (Jaén).
- 1.10 apífera Hudson 1762. Sierra del Montseny (Arús, 1976, comunicación personal). Un ejemplar traído de esta zona y transplantado en maceta en los jardines del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza, continúa viviendo, floreciendo y produciendo semilla (es planta autógena) regularmente. También ha sido encontrada en Caspe (Zaragoza).



Himantoglossum hircinum Spt.

- 2.1 *SERAPIAS lingua* L. 1753. En Nocito (Huesca).
- 3.1 *ANACAMPTIS pyramidalis* L.C.Rich. 1818. Habita en el Pto. de Cuatro Caminos (Zaragoza) en grandes cantidades, donde parece tener un hábitat muy propicio. Es una especie bastante distribuída, pues habita en la Isla de Mallorca, en el Valle de Salazar (Navarra) a orillas del río, en Tragacete (Cuenca) y en la Sierra de la Garrocha (Teruel).
- 4.1 *HIMANTOGLOSSUM hircinum* Spr. 1826. Convive con *Quercus faginea*, en las proximidades de Irurzun (Navarra).
- 5.1 *BARLIA robertiana* Greuter 1967. En el Massanella (Mallorca). Se han encontrado poblaciones muy aisladas y con baja cantidad de individuos; a veces uno sólo.
- 6.1 *ACERAS anthropophorum* Aiton 1814. Asimismo en el Massanella (Mallorca). También habita en Catalunya, en las proximidades de Manresa, en el Mascarell.

7 ORCHIS

- 7.1 *coriophora* L. 1753. En el Massanella (Mallorca).
- 7.2 *ustulata* L. 1753. Esta es una especie que debe tener cierta tendencia pratense, pues siempre ha sido localizada entre este tipo de sustrato. También busca la altitud. Ha sido localizada en Tragacete (Cuenca) en cantidades apreciables, en el Valle de Ordesa (Huesca), cerca de Allepuz (Teruel) conviviendo con *O.morio* psp.*champagneuxii*, *O.militaris* y *O.tridentata*. Estos tipos de coexistencia son muy interesantes para estudiar hasta qué grado cada especie ha llegado a aislarse. Se buscó en la zona individuos híbridos, pero no se encontraron. Vive, asimismo, en el Valle de Zuriza (Huesca).
- 7.3 *tridentata* Scopoli 1772. Ya se ha mencionado en Allepuz (Teruel), pero donde realmente existe en cantidades abundantes, es en el Valle de Ordesa (Huesca).
- 7.4 *purpúrea* Hudson 1762. Se ha encontrado un único ejemplar de esta especie en los pinares de Castejón de Valdejasa (Zaragoza). Habita, asimismo, en la Sierra de Uztarroz (Navarra).
- 7.5 *militaris* L. 1753. En Allepuz (Teruel) y en Benasque (Huesca).

- 7.6 simia Monnet de la Marck 1778. En Catalunya (Arús, 1976, comunicación personal). En las inmediaciones de Sta. María d'Oló.
- 7.7.1 morio, psp.champagneuxii Barnéoud 1843. Habita en puntos diversos de las costas mediterráneas. Penetra hacia el interior por la Sierra de Gúdar (Teruel) y Sierra de Alcudia (Ciudad Real), también con tendencia pratense. La especie O.morio psp.morio L. 1753 no ha sido localizada.
- 7.8 spitzelii Sauter et Koch 1837. Es una especie muy próxima a patens; esta última tiene fuertes tonalidades verdosas en los pétalos y sépalos. Spitzelii tiene tenues tonalidades verdosas. Ha sido encontrada en la Sierra de Valdemingute (Cuenca), así como en la Sierra de Cazorla (Jaén). Es una especie en la que llama la atención, al realizar fecundaciones artificiales, la dificultad que existe para sacar el polinario, lo cual podría hacer pensar que es una especie autógama; según Polunin (1973), es una especie en peligro.
- (7.9) canariensis Lindl. 1835. Es el único endemismo español de esta familia. Vive a alturas de 800-1400 m. en tierras ácidas. No se han visitado las Islas Canarias, de donde es endémica, durante este trabajo y, por tanto, no se ha localizado dicha especie, pero nos parece oportuno incluirla en la lista, por su interés.
- 7.10 máscula L. 1755. Localizada en zona de robledal, en la Sierra de Montalvo (Soria). Muy pocos ejemplares. No hay absoluta seguridad, ya que se localizó en el 76 y no hemos vuelto a ir, teniendo duda si se trata de la psp.olbiensis Reuter et Greiner 1859, o de la propia psp.máscula. La psp.hispánica, que los Nieschalk sugieren como especie, no ha sido localizada. La encontraron en Sierra Morena y Serranía de Ronda (Andalucía) y en la Serranía de Cuenca, entre otros sitios (A. & Ch. Nieschalk-1970).
- 7.11 provincialis Balbis 1806. En muy bajas cantidades en la zona baja de la Laguna Negra (Soria). Un ejemplar traído de allí en el año 76 ha florecido regularmente, y continúa con vida en maceta en los jardines del Instituto Agronómico Mediterráneo de Zaragoza. Asimismo, en los pinares de San Juan de la Peña (Huesca).
- 7.12 laxiflora Monnet de la Marck 1778. Abunda en S. Ginés (Teruel) en

las zonas de pinares. La *psp.palustris* Jaq. 1786 se encuentra con dificultad en el Puerto de Paniza, entre los *Quercus*.

- 8.1 *TRAUNSTEINERA globosa* Reichb. 1842. Se han localizado dos ejemplares entre los pinares del Garrafa (461 m.) (Isla de Mallorca). Esta especie creo que es nueva para la flora Baleárica.
- 9.1 *NEOTINEA intacta* Reichb. 1852. Ha sido hallada en la Sierra de Cazorla (Jaén). Sus hojas anchas, grisáceas y moteadas, junto a una inflorescencia apretada en la que más se ven los frutos que las flores, la pueden hacer inconfundible, sin embargo, en los Pinares de Castejón de Valdejasa (Zaragoza) habita una especie de clasificación incierta, muy parecida a *Neotinea*, pero con unas hojas sensiblemente diferentes.

10 DACTYLORHIZA

- 10.1 *sambucina* Soo 1960/62. Habita en el Moncayo (Zaragoza), cerca del Monasterio. La *psp.romana* se encuentra en la Sierra de Segura (Jaén).
- 10.2 *incarnata* Soo 1960/62. En pastos húmedos cerca de Vinuesa (Soria). Parece que las semillas se dispersan con cierta facilidad a través de las acequias de riegos (hidrocoria), por lo que es relativamente frecuente encontrarla en bordes de estos canales, en especial la *psp.elata* Sund., la cual se ha encontrado incluso en una acequia de la Estación Experimental de Aula Dei (Zaragoza). Valbona (Teruel).
- 10.3 *maculata* Soo 1960/62. Relativamente abundante a lo largo de los Pirineos y, en especial, en zonas pratenses, con o sin pinos. También entra al interior de la Península en zonas preferentemente de altura. Sierra de Urbión (Soria), Valle del Roncal (Navarra), Sierra de Albarracín (Teruel).

11 GYMNADENIA

- 11.1 *conopea* R.Brown 1813. En el Valle de Ordesa (Huesca). En Catalunya (Arús, 1976, comunicación personal).

11.2 nigra Wattst. 1889. Encontrada en Benasque (Huesca).

12 PLATANThERA

12.1 bifolia L.C.Rich. 1818.

12.2 chlorantha Cust. et Rchb. 1828.

Son francamente parecidas la una a la otra y se distinguen, preferentemente, por el paralelismo (bifolia) u oblicuidad (chlo-rantha) en la disposición de los polinarios. Son especies ampliamente distribuídas. No puedo, desgraciadamente, precisar, al enumerar las zonas, de cual de las dos especies se trata. Han sido encontradas en Arguis (Huesca), Valle de Zuriza (Huesca), Valle del Roncal (Navarra), Herrera de los Navarros (Zaragoza), Moncayo (Zaragoza), Puerto de Cuatro Caminos (Zaragoza), Puerto de Majalinos (Teruel), Mora de Rubielos (Teruel), etc.

13.1 SPIRANTHES spiralis Koch 1849. Esta especie es una de las de más tardía floración de las orquídeas silvestres espontáneas de Europa. Ha sido encontrada a mitad de octubre, en flor, en la Sierra del Montseny (Catalunya).

14.1 LISTERA ovata R.Brown 1813. En el Valle de Zuriza (Huesca) y en la Sierra de Santigosa (Gerona) (Arús, 1978, comunicación personal).

15.1 NEOTTIA nidus-avis Rich. 1818. Orquídea saprófita con la que Bernard descubrió la trascendencia de la simbiosis para la germinación. En la Sierra de Santigosa (Gerona).

16.1 LIMODORUM abortivum Swartz 1799. Otra orquídea sin clorofila bastante distribuída pero que resulta muy raro ver poblaciones abundantes, siendo lo más normal encontrar colonias de 1, 2 ó 3 individuos. Sólo en una ocasión se han encontrado 15-20 plantas juntas, en los pinares de Castejón de Valdejasa (Zaragoza). Habita en el Somontano oscense, en el Moncayo (Zaragoza), Puerto de Paniza (Zaragoza) etc. En general, muestra una tendencia hacia terrenos calcáreos y secos.

17 CEPHALANTHERA

17.1 damasonium Druce 1906. Vive en los pinares de Castejón de Valdejasa

(Zaragoza), así como en el Puerto de Bañón (Teruel).

- 17.2 longifolia Fritsch. 1888. En el Moncayo (Zaragoza), en los robledales. En los pinares de la Sierra de la Lastra (Teruel).
- 17.3 rubra Rich. 1818. En el Moncayo (Zaragoza), aunque probablemente rara. Cerca de Tragacete (Cuenca), con ejemplares sobrepasando los 50 cm. de altura.

18 EPIPACTIS

- 18.1 helleborine Crantz 1769. Muy distribuída en el bosque esclerófilo mediterráneo.
- 18.2 microphylla Swartz 1800. También es abundante y muy especialmente, en Castejón de Valdejasa (Zaragoza).
- 18.3 atrorubens Schultes 1814. Parece mostrar una cierta preferencia por la asociación Pineto-Caricetum humilis, así como por Ericeto-Pinetum (Braun - Blanquet, 1946). Ha sido localizada en el Valle de Tena (Huesca) y, probablemente, en el Valle de Ordesa (Huesca); digo probablemente dado que en las visitas que se han hecho a este Parque se han localizado abundantes ejemplares del género Epipactis, pero no estaban en flor, y no puedo asegurar que se trate de esta especie, aunque lo sospeche.
- 18.4 palustris Crantz 1769. Orquídea típica de zonas muy húmedas, por lo que vive preferentemente a orillas de ríos, Cañón del río Vero (Huesca), o en praderas casi encharcadas, Laguna Negra (Soria).

Siempre que se publica una lista de esta naturaleza, y aún más en el caso de una familia cuya propagación está comprometida actualmente, y que difícilmente va a salir de su crisis, -pasa algo similar con los endemismos-, uno piensa si con ello está contribuyendo a ayudarla o, por el contrario, corre el riesgo de acelerar su destrucción. Afortunadamente, las propiedades medicinales que estas plantas puedan tener o no existen, o son leyendas sin gran base sólida. En floristerías tampoco tienen, por el momento, interés, aunque quien sabe ... La herborización sobre plantas que nada tienen de cinetófitas, o apocráticas, u oportunistas, es obviamente peligrosa. Endemismos españoles, que abundan, han visto sus poblaciones más que diezgadas por

científicos que los estudiaban.

En resumen, se han encontrado 44 especies diferentes, repartidas en 18 géneros, es decir, un 70% de las especies mencionadas por Sundermann, en España. No ha habido ningún aporte nuevo para nuestra flora. Quedan por localizar 18 especies, y quien sabe si alguna más. En el muestreo realizado se aprecia un neto predominio de unas cuantas regiones, ya que no ha sido posible visitar todas o la mayoría de ellas.

Hay que recordar, en lo que a la ocupación del espacio se refiere, que la gran parte de las especies tropicales y subtropicales son epífitas, es decir, crecen en los troncos y ramas de árboles, y aun en rocas, postes y alambres, pero como plantas independientes, nunca parásitas, al menos desde el punto de vista trófico, ya que desde un punto de vista espacial es difícil discernir si la planta patrón puede verse perjudicada, por ejemplo, en el caso de albergar una colonia numerosa. Recientemente, se ha sugerido (Weber, 1979) una tendencia filogenética al parasitismo en *Corallorhiza trifida* chat.

Las orquídeas de las regiones más frescas suelen ser terrestres, con o sin tubérculos. En Europa, por ejemplo, todas son terrestres en la actualidad. Se ha especulado sobre la posibilidad de que algunas orquídeas, como *Limodorum*, *Neottia*, *Corallorhiza* y *Cypripedium*, eran primitivamente epífitas y ahora son terrestres (Strauss, 1969), debido a las variaciones climáticas acaecidas en los últimos millones de años. Esta interesante hipótesis colisiona con los que opinan que el epifitismo es un fenómeno sucesional relativamente reciente y derivado del terrestre.

Se da la circunstancia de que los tres primeros géneros citados son saprofitos. Estas plantas heterótrofas son muy difíciles de germinar por vía asimbiótica, hasta el punto de no haberse obtenido ningún crecimiento significativo en ausencia de los hongos simbióticos.

La polinización

Considero oportuno mencionar brevemente la polinización para ex-

presar la complejidad de ésta y, en especial, como no siempre se lleva a buen término, reduciéndose consecuentemente la producción de semilla.

La especializada estructura floral de las orquídeas ha dado como resultado unos mecanismos de polinización muy específicos que incluyen auto-polinización, polinización cruzada y pseudocopulación.

La autopolinización se da, generalmente, en orquídeas de polen pulvurulento, no aglutinado en polinias, cual es el caso de *Cypripedium calceolus*, *Cephalanthera rubra* y *damasonium*, *Limodorum abortivum*, etc. Otras especies con polinarios bien definidos, como *Ophrys apífera*, también son autógamas; en ésta se produce una autodigestión de tejidos que deja libre parte del polinario, perdiendo posteriormente turgencia la caudícula y estableciendo contacto la polinia con el estigma. También existe autogamia en *Serapias lingua*.

La polinización cruzada es muy corriente, en especial por entomogamia, aunque en el medio tropical también se da la ornitogamia, e incluso la quiropterogamia. El retináculo del polinario posee unas características de adhesividad que hace que se adhiera a alguna parte del insecto cuando éste visita la flor. Cuando el insecto visita otra flor, se produce la polinización. Es de destacar que, según la disposición de los pelos en el labelo de las *Ophrys*, el insecto se posa mirando con la cabeza hacia el interior de la flor (*O.insectífera*, *O.speculum*), con lo que el polinario se adhiere en la cabeza, o hacia el exterior (*O.fusca*, *O.lutea*), con lo que se adhiere en el abdomen (Kulleberg, 1961).

La pseudocopulación es una variante sexual de la alogamia. A primeros de siglo, un investigador francés, Pouyanne, observó que las flores de *Ophrys speculum* (orquídea relativamente frecuente en España) asumían la forma de un insecto llamado *Campsoscolia ciliata*, el cual, a su vez, visitaba la flor. La coincidencia llamó su atención, pero aún quedó más sorprendido al advertir que sólo eran los machos del insecto los que acudían a ella y, además, éstos intentaban copular con las flores. Posteriormente, se averiguó la existencia de una substancia odorífera igual, o muy parecida, a la feromona sexual femenina del insecto. Este fenómeno se da en el género

La semilla de orquídea

Las semillas de orquídeas son, probablemente, unas de las más pequeñas del Reino Vegetal, oscilando su peso entre 0,3 y 14 μ gr. (Arditti, 1967). Tomando 10 μ gr. como peso medio, 1 millón de semillas pesarían 10 gr., y en 1 Kg. entrarían 100 millones de semillas.

Por otra parte, el número de semillas que una planta puede producir es extraordinario. Por ejemplo, nuestra orquídea *Dactylorhiza maculata* (L) Soó contiene aproximadamente 6.200 semillas por cápsula, siendo 30 flores una cifra corriente, con lo que en la primera generación se obtendrían 186.000 individuos potenciales. Y el caso es que hemos elegido una orquídea que no se distingue por su capacidad de producción de semillas; la orquídea tropical *Cynoches ventricosum* Batem var. *chlorochilen* (Klot.) P.H. Allen es capaz de producir 4 millones de semillas por cápsula, y cifras de 1 millón de semillas por flor no deben considerarse como raras en el medio tropical. Deberá recordarse, sin embargo, que a menudo sólo una semilla de un elevado número llega a germinar y crecer hasta florecer.

Dado el número de especies existente en la familia orquidáceas, la longevidad de las semillas debe ser muy variable. Se sabe que hay especies que pierden su viabilidad en 2 meses, sean cuales fueren las condiciones de conservación, pero esto es raro, y hay dos reglas casi generales: la mayoría pierden su viabilidad si se las almacena en habitaciones con temperaturas de 20 - 22°C (Kano, 1965; Davidson, 1966), mientras que almacenadas en desecadores, y con temperaturas próximas a 0°C, pueden permanecer viables durante largos periodos (Kano, 1965).

La semilla es, evidentemente, el sistema natural más extendido para la propagación y supervivencia de las especies vegetales. Sus cualidades para la conservación han originado la creación de los llamados Bancos de Germoplasma, que permiten almacenar en volúmenes reducidos, con ambientes controlados, estas diásporas. Parece ser que la viabilidad queda asegurada durante muchos años, aunque no hay una información excesivamente específica sobre la posible longevidad o viabilidad de las semillas de orquídeas europeas en estas condiciones de conservación.

Como se puede imaginar, el potencial dispersivo teórico de estas semillas es enorme, tanto bajo la forma de anemocoria, hidrocoria o zoocoria. Es conocido el hecho de que el viento transporte semillas de orquídeas centroamericanas hasta Florida, donde en muchos casos llega a germinar una fracción de ellas, produciendo flores, pero ante la ausencia de polinizadores específicos, la planta es incapaz de multiplicarse; es un caso típico de área de expatriación. A causa de su estructura, son muy ligeras y flotantes, y pueden viajar grandes distancias a través de corrientes de agua. Asimismo, se han encontrado semillas en el cuerpo de pájaros. Sin embargo, las especies que dejan gran cantidad de descendientes no son precisamente, ni siempre, las más abundantes, muy especialmente cuando la propagación va ligada al marco de su ecosistema, como sucede con las orquídeas por doble motivo, una germinación con cierta especificidad simbiótica con hongos, y polinizaciones fuertemente específicas con diversos insectos. La evolución de las orquídeas es, en síntesis y en general, una coevolución.

Margalef (1977) dice que el sentido de la evolución ha conducido a amortiguar el flujo de energía, a dar especies numerosas, especializadas, de longevidad considerable y de capacidad de reproducción muy restringida, aunque suficiente en sus condiciones originales de vida, lo cual implica que el futuro del ecosistema es muy previsible. La frecuencia de las relaciones simbióticas de naturaleza muy elaborada permite deducir, pues, dentro de la actual biosfera, dónde se encuentran las comunidades o los fragmentos de comunidades que se integraron en fecha más antigua.

En el album fotográfico anexo a este trabajo, se adjuntan unas fotos de una semilla del género *Epipactis*, realizadas en el Scanning (Cortesía de la Cátedra de Fisiología Vegetal y Bioquímica de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos de Madrid).

Se inserta a continuación una Tabla que da el contenido mineral de semillas de Corallorhiza.

Contenido mineral de las semillas de CORALLORHIZA R.Br. (Wheeler, 1966).

Elemento	Cantidades		
	p.p.m. peso seco	p.p.m. en cenizas	% peso seco
Potasio		23	
Calcio		5,4	
Magnesio		5,5	
Sodio		1,5	
Fósforo		8,8	
Nitrógeno	No determinado	No determinado	
Sílice	466		
Plomo	8		
Hierro	22		
Níquel	0,5		
Bario	Trazas		
Aluminio	7		
Boro	13		
Cobre	2		
Titanio	16		
Estroncio	2		
Manganeso	48		
Cenizas			1,37

La germinación

La fama de las flores empezó a difundirse en Europa cuando los exploradores trajeron algunos ejemplares de las zonas cálidas americanas, asiáticas y africanas. La belleza de las flores impulsó a numerosos profesionales y aficionados a su cultivo, pero todas las tentativas de germinación que se realizaban resultaban fallidas, se llegó incluso a afirmar que estas semillas no germinaban.

En un paseo por un bosque, en el año 1899, un eminente botánico francés, Noël Bernard, descubrió una gran cantidad de plántulas de *Neottia nidus-avis*, observando que todas estaban con las raicillas infectadas por un hongo. A Bernard se le ocurrió la idea de que la infección no fuera patógena sino simbiótica y, de hecho, una necesidad para la germinación de la semilla. Aisló el hongo y provocó la germinación de algunas semillas "infectándolas" con éste. Fue la primera vez que, con conocimiento de causa, se hizo germinar una orquídea, Y digo esto, pues otras personas, habiendo advertido la presencia de plántulas al pie de la planta madre, por lo visto obtuvieron algunas plantas sembrando las semillas en tierra tomada del pie de la planta.

En 1904, Cordemoy comprobó que las orquídeas epifitas también requerían la infección de un hongo para la germinación.

La especificidad de las relaciones hongo/orquídea está abierta a debate. Los resultados son aparentemente contradictorios. Así, por ejemplo, Downie determinó que la mejor germinación se obtenía tras una infección de las semillas con el hongo de la planta parental. Esto se interpretó como una relación muy específica entre el hongo y la planta. Sin embargo, en otras circunstancias no se ha evidenciado esta especificidad, teniendo lugar la germinación en presencia de hongos aislados de una gama de especies de orquídeas y no orquídeas. Ramsbottom pensó que las variaciones en las estirpes de hongos y en su virulencia podrían explicar, en parte, estos aparentemente resultados contradictorios. En las orquídeas que nos ocupan, es frecuente encontrar, como hongo simbiote, al género *Rhizoctonia*.

Un investigador que dudaba sobre la validez universal de este hallazgo fue Lewis Knudson. A raíz de varios trabajos, llegó a la conclusión de que el hongo estimulaba la germinación por catálisis del almidón, pentosas y sustancias nitrogenadas, y también por la posibilidad de producir sustancias estimuladoras del crecimiento. Para comprobar esta hipótesis, colocó semillas de orquídeas en una mezcla de azúcar y nutrientes minerales. Algunas semillas germinaron y crecieron las plántulas. Sin embargo, estas germinaciones se produjeron en determinadas especies solamente, y en tantos por ciento moderados.

La regresión

La regresión de las orquídeas españolas está principalmente condicionada por el hombre. Cabría destacar tres puntos. Uno de acción directa sobre la vegetación, con corte de flores y arrancamiento de plantas, utilización de herbicidas, introducción de especies vegetales y animales, daños mecánicos por pisoteo, etc. Otro de influencia indirecta sobre la flora, como la destrucción de los insectos polinizadores por los insecticidas. Y un tercero por modificación constante del medio ambiente, entre cuyas causas se podría señalar: a) utilización del agua: descenso de las capas freáticas, desecado de zonas húmedas, drenajes; b) factores químicos: abonado, polución del agua y del aire, eutrofización, etc.; c) prácticas culturales: roturaciones, puestas en cultivo, explotación intensiva de praderas, estabulación libre, talas variando el microclima del suelo; y d) destrucción del paisaje: acumulación de escombros y basuras, construcciones inmobiliarias, explotación de canteras, aumento de la red de carreteras y pistas, etc.

Ante esta serie de amenazas, especies como las orquídeas, altamente especializadas, de aparente naturaleza climática y dependientes casi por completo del ecosistema en el que se encuentran enclavadas, tienen un porvenir realmente poco halagüeño. Si a esto le añadimos que la ciencia no domina con soltura todavía la técnica de la germinación de sus semillas, al menos la de las terrestres de climas templados y fríos, no podemos sentirnos optimistas ante el futuro.

Las técnicas de multiplicación vegetativa mediante cultivos axéni-

cos, utilizadas con éxito pero casi exclusivamente en orquídeas tropicales de interés comercial, pueden jugar una baza muy importante en contra de esta regresión que sufren las europeas. Es de suponer, como ocurre con la germinación de las semillas, que las necesidades fisiológicas de unas y otras sean substancialmente diferentes, por lo que aquí hay abierto un interesante campo de investigación; por ejemplo, los extremos de raíces de *Neottia nidus-avis* originan protocormos (Champagnat, 1971). Un desarrollo de estas técnicas podría resultar básico para la reintroducción de especies comprometidas, al mismo tiempo que para conocer mejor su fisiología.

ENSAYOS SOBRE GERMINACIONES ASIMBIOTICAS DE SEMILLAS
DE 32 ESPECIES DE ORQUIDEAS EXISTENTES EN ESPAÑA

INTRODUCCION A LA GERMINACION

Se han puesto a germinar asimbióticamente en medios de cultivo, en tubos inclinados, las 32 especies, subespecies (ssp) o preespecies (psp) (siguiendo a Sundermann, 1975), que a continuación se enumeran. Se inserta seguidamente, entre paréntesis, el origen de la obtención del material vegetal.

1. *Ophrys bombyliflora* Link (Mallorca)
2. " *speculum* Link (Mezcla Ciudad Real + Jaén)
3. " *insectifera* L. (Barcelona)
4. " *fusca* Link (Zaragoza)
5. " *fusca* psp. *omegaifera* Fleischm. (Jaén)
6. " *lutea* Cav. (Barcelona)
7. " *bertolonii* Moretti (Mallorca)
8. " *tenthredinifera* Willd (Mallorca)
9. " *fuciflora* psp. *scolopax* Cav. (Huesca)
10. " *apifera* Hudson (Barcelona)
11. *Serapias lingua* L. (Huesca)
12. *Anacamptis pyramidalis* L.C. Rich (Mallorca)
13. *Barlia robertiana* Greuter (Mallorca)
14. *Aceras anthropophorum* Aiton (Gerona)
15. *Orchis coriophora* L. (Mallorca)
16. " *ustulata* L. (Cuenca)
17. " *purpurea* Hudson (Navarra)
18. " *simia* M. de la Marck (Gerona)
19. " *morio* psp. *champagneuxii* Barn. (Ciudad Real)
20. " *spitzellii* Sauter y Koch (Jaén)
21. " *provincialis* Balbis (Soria)
22. " *laxiflora* psp. *palustris* Jaq. (Zaragoza)
23. *Dactylorhiza sambucina* Soo (Zaragoza)
24. *Dactylorhiza incarnata* psp. *incarnata* Soo (Soria)
25. *Dactylorhiza incarnata* ssp. *elata* Sundermann (Zaragoza)
26. *Gymnadenia conopea* Brown (Gerona)
27. *Gymnadenia nigra* Wettst (Huesca)

28. *Listera ovata* Brown (Gerona).
29. *Neottia nidus-avis* Rich. (Gerona)
30. *Limodorum abortivum* Swartz (Zaragoza)
31. *Cephalanthera damasonium* Druce (Zaragoza)
32. *Epipactis atrorubens* Schultes (Huesca)

En el Medio 1, C de Knudson (ver Materiales y Métodos) se sembraron las especies 1, 3, 11, 14, 17, 18, 28, 29 y 32.

En el medio 2, C de Knudson + 35% de extracto de patata, se probaron únicamente las especies 6 y 20.

En el Medio 3, C de Knudson enriquecido, se sembraron las especies 2, 13, 19, 21, 22, 23 y 31.

En el Medio 4, que hemos llamado de Mead y Bulard, se sembraron las especies 4, 5, 7, 8, 9, 10, 12, 15, 16, 24, 25, 26, 27 y 30.

MATERIALES Y METODOS

Se han utilizado cuatro medios de cultivo en total.

Medio 1. Medio C de Knudson. Es un medio casi tradicional en la germinación de las orquídeas, preferentemente tropicales, y está compuesto por los siguientes elementos:

$(\text{NO}_3)_2 \text{Ca} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	1,00	gr
$\text{SO}_4(\text{NH}_4)_2$	0,50	gr
$\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,25	gr
PO_4KH_2	0,25	gr
$\text{SO}_4\text{Fe} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	0,025	gr
$\text{SO}_4\text{Mn} \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	0,0075	gr
Sacarosa	20,00	gr
Agar	15,00	gr
Agua destilada	1000,00	ml

Medio 2. Medio C de Knudson + 35% de extracto de patata.

El extracto de patata se preparó de la siguiente manera: se pelaron unas patatas y se cortaron en rodajas muy finas. Se añadieron 200 gr. a un litro de agua y se puso en una olla a presión, durante 20 minutos. A continuación se filtró el líquido extraído mediante un papel de filtro corriente.

Medio 3. Medio C de Knudson enriquecido con los siguientes elementos:

Mononitrato de tiamina	10	mg/l
Riboflavina	5	mg
Clorhidrato de piridoxina	2	mg
Pantotenato de calcio	10	mg
Nicotinamida	30	mg
Vitamina B ₁₂	3	mcg
Acido fólico	0,1	mg
Ascorbato de sodio	100	mg
Succinato de d. alfatocoferil	5	mg
Vitamina A	3	mg
Vitamina D	25	mcg
Sulfato ferroso	15	mg
Sulfato de cobre	1	mg
Yoduro de potasio	0,15	mg
Glicerofosfato de Mn	1	mg
Oxido de Mg	5	mg
Cloruro potásico	5	mg
Cloruro de Zn	1,5	mg
FeNa ₂ EDTA	60	mg
Glutamina	2,5	gr

Medio 4. Medio de Mead y Bulard. Este medio fue utilizado con notable éxito por ellos en la germinación de *Orchis laxiflora* y *Ophrys sphegodes* (Mead y Bulard, 1975), y consta de los siguientes elementos:

PO_4KH_2	270	mg/l
$\text{SO}_4\text{Mg} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	240	mg/l
$\text{SO}_4\text{Ca} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$	80	mg/l
$(\text{PO}_4)_2\text{CaH}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$	100	mg/l
NO_3NH_4	80	mg/l
BO_3H_3	1	mg/l
$\text{SO}_4\text{Cu} \cdot 5\text{H}_2\text{O}$	0,03	mg/l
$\text{SO}_4\text{Zn} \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	1	mg/l
I K	0,01	mg/l
$\text{SO}_4\text{Mn} \cdot \text{H}_2\text{O}$	0,1	mg/l
$\text{Cl}_2\text{Ni} \cdot 6\text{H}_2\text{O}$	0,03	mg/l
Cl_3Al	0,03	mg/l
FeNa_2 EDTA	35	mg/l
Sacarosa	20	gr
Hidrolizado de caseína	5	gr
Tiamina	0,1	mg/l
Piridoxina	0,1	mg/l
Acido Nicotínico	0,1	mg/l
Biotina	5	μgr
Agar	8	gr
Agua destilada	1000	ml

El pH de los medios de cultivo parece ser de una gran importancia. Altas concentraciones de iones hidrógeno afectan la estabilidad de algunos compuestos mediante su precipitación, o facilitando la destrucción de algunas vitaminas y aminoácidos durante la esterilización en el autoclave.

El pH óptimo parece encontrarse entre 5 y 6. Normalmente, se ha realizado la corrección utilizando soluciones de ClH , aunque en otras ocasiones se han utilizado fosfatos monobásicos. El medio 4 solía dar valores de 5,90 ó 5,95 que se respetaban.

No obstante, parece ser que el pH es crítico sólo durante los primeros momentos de la germinación de las orquídeas (Knudson, 1951) y que la plántula ya formada presenta menos sensibilidad a este factor. De todas formas, el número de variables existentes es lo suficientemente amplio para

no poder pensar en reglas más o menos fijas. Es obvio que un cultivo axénico es algo completamente artificial y, por tanto, se puede intuir que las necesidades bajo estas condiciones sean diferentes que las que se dan en la Naturaleza, con lo que podríamos justificar, en parte, que especies de tendencia marcadamente de zonas calizas germinen en medios ácidos.

La esterilización de las semillas se ha realizado en todos los casos con una solución de hipoclorito cálcico, a razón de 10 gr. por cada 140 cc. de agua destilada, según recomendación de Harrison y Arditti (1970), la cual se agitaba enérgicamente durante 10 minutos y, posteriormente, se filtraba. En todos los casos se utilizaron soluciones recién preparadas. El tiempo de esterilización empleado era de 20 minutos mínimo, aunque los mejores resultados se obtuvieron con periodos de tiempo más prolongados y con movimientos frecuentes pues, dada la pequeñez de las semillas, no es infrecuente la presencia de burbujas de aire que pueden falsear la esterilización. No se utilizaron sustancias tensioactivas. Posteriormente, las semillas se aclaraban 3-4 veces en agua destilada estéril. Es de destacar que Harvais y Hadley (1967) encontraron que las semillas de *Orchis purpurella* (ahora *Dactylorhiza*) daban porcentajes de germinación significativamente superiores con periodos de esterilización de 120 minutos respecto a los de 15 minutos y también utilizando hipoclorito cálcico.

Los tubos de ensayo, Pyrex, utilizados fueron en todos los casos "a estrenar", por lo que se les sometió, antes de su utilización, a un doble tratamiento. Primero con agua desionizada dentro se pasaron por el autoclave durante 30 m. a 121°C y, posteriormente, se les lavó en una solución de ácido sulfúrico concentrado y dicromato potásico, durante unas 20 horas aproximadamente, tras lo cual se enjuagaron abundantemente. Las dimensiones del tubo eran de 2 x 20 cm. Considerando la longitud, se añadió el medio de cultivo a razón de 20 cc. por tubo, por lo que se estimó que un tiempo de 15 minutos a 121°C era suficiente para la esterilización. Los tubos se taparon, en todos los casos, con algodón hidrófilo y papel de aluminio y, una vez pasados por el autoclave, se dejaban solidificar dando a la superficie una forma ampliamente inclinada.

Las semillas se sembraron en la superficie a razón, aproximadamen-

te, de unas 100 por tubo. Pasados, aproximadamente, 10-15 días, a los tubos no contaminados se les cerraba lo más herméticamente posible para aminorar la transpiración, por medio de una cinta aislante envuelta alrededor del capuchón del papel de aluminio.

Todos los tubos fueron colocados en una estufa de germinación, a la temperatura de 25°C y en condiciones de obscuridad. Nos decidimos por situarlos bajo estas condiciones de obscuridad pues, si bien en presencia de la luz también puede producirse germinación, casi siempre se obtienen, bajo condiciones asimbióticas, mejores resultados sin ella, como en *Orchis laxiflora* y *Ophrys sphegodes* (Mead y Bulard, 1975), en orquídeas de zonas templadas del hemisferio norte (Hadley, 1970), en *Cypripedium reginae* Walt (Harvais, 1973), o simplemente han germinado en la obscuridad, como *Goodyera repens* (Purves y Hadley, 1976) y *Platanthera bifolia* (Hadley, 1970), entre otras. La temperatura de 25°C da también, en general, una media de muy buenos resultados. La mejor germinación se obtiene entre 20-25°C, pero puede realizarse entre 6-40°C y aún más alto (Arditti, 1967). Bajo condiciones simbióticas parecen ser mejores temperaturas más bajas para no romperse la estabilidad de la asociación: por ejemplo, sobre 11°C, en *Dactylorhiza purpurella* (Harvais y Hadley, 1967). *Galéola septentrionalis*, una orquídea carente de clorofila, requiere 30°C para la germinación en cultivos asimbióticos, mientras que las temperaturas máximas del suelo registradas en el hábitat de donde se obtuvieron las semillas, no superaban los 22°C (Nakamura et al., 1975).

En lo que a la fuente de hidratos de carbono en el medio de cultivo se refiere, han sido ensayados, a nivel general de la familia, y con resultados muy diversos, muchos de ellos, entre los que destacan los monosacáridos arabinosa, xilosa, galactosa, glucosa, manosa y fructosa; los disacáridos maltosa, celobiosa, lactosa, melibiosa y sacarosa, y el trisacárido rafinosa.

Corallorhiza innata R.Br. no germinó en presencia de glucosa (Downie, 1943). *Listera ovata* tampoco germinó en presencia de glucosa, y las mezclas de glucosa, fructosa y ribosa sólo eran efectivas en *Goodyera repens* si había en el medio presencia de extracto acuoso del hongo simbiótico

(Downie, 1949 a y b). Sin embargo, orquídeas terrestres nativas australianas y americanas sí germinaban en presencia de sacarosa, así como con glucosa y fructosa mezcladas (Stoutamire, 1963, 1964).

En general, se puede decir que ciertas especies, aun pudiendo utilizar diferentes azúcares, tienen preferencias particulares. Otras, sin embargo, no lo hacen si no hay extractos de naturaleza indefinida.

El aspecto de las preferencias de los carbohidratos en las especies de orquídeas europeas apenas ha sido investigado. Los resultados obtenidos entre glucosa y sacarosa fueron sensiblemente similares en *Dactylo-rhiza purpurella* (Harvais, 1972). *Cypripedium reginae* Walt mostró un orden de preferencia, sacarosa, glucosa y fructosa, respectivamente (Harvais, 1973).

En este trabajo, ha sido la sacarosa el hidrato de carbono únicamente utilizado, debido principalmente a que ha dado, en general, los mejores resultados, al menos de los hasta ahora contrastados.

Respecto a las vitaminas, es sabido desde hace tiempo su importancia. Particularmente, la vitamina B₁ promovió el crecimiento en un lote de especies europeas (Burgeff, 1954). Sin embargo, esta vitamina y la C no produjeron germinación en *Goodyera repens* (Downie, 1940), si bien dieron resultados, aunque muy moderados, en *Corallorhiza innata* R.Br. (Downie, 1943). La tiamina parece ser esencial para *Orchis laxiflora* (Mead y Bulard, 1975). No obstante, las necesidades de las vitaminas para las orquídeas se hace difícil, pues el agar y el azúcar pueden contenerlas como impurezas, así como otros medios de cultivo que se suponen libres de ellas (Arditti, 1967).

Que el hongo endófito es capaz de producir vitaminas, entre otras cosas, es algo que parece fuera de dudas, pero cuáles y, sobre todo, las proporciones entre ellas y entre los otros compuestos deben ser básicas para la germinación y el crecimiento.

Las fitohormonas no han sido utilizadas en este trabajo por un

motivo de antecedentes: en los no demasiados trabajos realizados hasta la fecha, sobre su acción en la germinación de las semillas de orquídeas, los efectos han sido, en muchas ocasiones, inhibitorios o perjudiciales. Las giberelinas (giberalato de potasio) ocasionaron protocormos pequeños, sin raíces y con hojas elongadas en *Orchis máscula*, *Leucorchis albida* y *Orchis morio* (Harbeck, 1963). *Dactylorhiza purpurella* fue estudiada a fondo en este sentido (Hadley y Harvais, 1968) con resultados pesimistas: a) el ácido indolacético impidió la germinación; b) el ácido giberélico no tuvo ningún efecto sobre la germinación; c) no se observó ningún efecto de las cinetinas; d) la adenina no tuvo ningún efecto; e) el ácido indolacético + el ácido giberélico creó algo de impedimento; f) el ácido indolacético + adenina dió crecimientos que no fueron mejor que los controles; g) el ácido giberélico + cinetina no dió ningún efecto; h) el ácido giberélico + adenina dió resultados similares a los del ácido giberélico solo. Sin embargo, se obtuvieron las mejores respuestas con mezcla de ácido indolacético y cinetina (0,5-1 p.p.m. de AIA + 5-10 p.p.m. de cinetina). La cinetina, ribósido de cinetina, 6 (γ , γ -dimetilalilamino) purina, y la zeatina, obstaculizaron el crecimiento de *Cypripedium reginae* Walt, tanto a la luz como a la obscuridad (Harvais, 1973).

Los compuestos, llamemos indefinidos, cuya naturaleza precisa no puede ser conocida en su totalidad, debido a las limitaciones de las técnicas de análisis, han sido frecuentemente empleados en la germinación de las semillas de orquídeas. Por su curiosidad, se pueden citar los siguientes extractos: orquídeas, salep, cannas, peces, tomate, copra, zanahoria, espagno, hongos, remolacha, patatas, turba, plátano, cebolla, naranja, piña, manzana, col fermentada, semillas diversas, etc. Incluso se ha ensayado con hormonas femeninas. La leche de coco y los extractos de levaduras han sido ampliamente utilizados. Si hubiera que sacar una conclusión global, podría decirse que, en general, y acertando en la dosis correcta, los efectos suelen ser positivos. De esto se puede sacar una conclusión interesante. Se piensa, desde hace mucho tiempo, que hay por medio algún factor de crecimiento, no descubierto aún por el hombre, que debe ser transcendental para la germinación de las semillas de orquídeas. De ser esto cierto, lo que no cabe duda es de que está ampliamente distribuido en la naturaleza.

Los aminoácidos han sido también muy utilizados y entre ellos se pueden incluir los más importantes ácidos alifáticos monoamino monocarboxílicos, ácidos monoamino dicarboxílicos, aromáticos, diamino monocarboxílicos y heterocíclicos. Particularmente, los ácidos glutámico y aspártico tienen una función transcendental en el metabolismo del nitrógeno de las plantas superiores, al menos en los cereales cebada (Galsky y Lippincott, 1971) y maíz (Oaks y Beevers, 1964). Por este motivo se decidió añadir 2,5 gr. de glutamina en el medio 3. Harvais (1972) sugiere que los efectos de los reguladores del crecimiento deben ser reestudiados en relación con, al menos, el ácido aspártico, el ácido glutámico, el hierro y el manganeso.

El contenido en aminoácidos de algunas proteínas, como la lactoalbúmina, ovoalbúmina, edestina, gliadina, queratina, hemoglobina, salmina, caseína, vitelina y gelatina, es muy elevado, por lo que su utilización en medios de cultivo para especies particularmente exigentes, puede ser un interesante campo de investigación. El hidrolizado de caseína utilizado en los medios 3 y 4 contiene glicina, alanina, valina, leucina, isoleucina, serina, treonina, cistina, metionina, ácido aspártico, ácido glutámico, fenilalanina, tirosina, lisina, arginina, triptófano, prolina, hidroxiprolina e histidina. Sin embargo, *Cypripedium reginae* Walt es fuertemente intolerante al hidrolizado de caseína (Harvais, 1973), mientras que ha podido ser importante para *Ophrys sphegodes* y *Orchis laxiflora*.

El molibdeno parece ser un elemento muy importante para la asimilación del nitrógeno y puede actuar como factor limitante en las simbiosis de micorrizas con *Alnus* (Goldman, 1961). Su estudio en el campo de la orquideología aparece más o menos ignorado.

La utilización de extractos de micorrizas de los bosques, como las de *Salix*, *Carpinus*, *Pinus*, *Fagus* y *Quercus*, que en algún determinado momento llegan a fructificar, dando la seta característica, podría resultar sugestiva para el investigador, ensayando diferentes niveles de concentración para la germinación de las semillas de orquídeas propias de cada bosque en cuestión. Es probable que exista un cierto emparentamiento entre estas micorrizas y las de las orquídeas habitantes del mismo bosque.

Considerando que este trabajo pretendía, entre sus objetivos, realizar un ensayo general lo más masivo posible, en lo que al número de especies concierne, ha habido que eliminar necesariamente muchas variables para no entrar en fase de desbordamiento. Lógicamente, las variables a eliminar fueron aquellas con antecedentes negativos o inactivos. *Dactylorhiza purpurella*, una especie de un hábitat restringido, en tierras ligeramente ácidas de las Islas Británicas y Dinamarca, es seguramente la especie europea más estudiada, hasta el momento, y las conclusiones obtenidas sobre ella han sido de gran utilidad para este trabajo, aunque es probable que sus necesidades para la germinación no sean muy parecidas a otros géneros.

RESULTADOS Y DISCUSION

Siguiendo con la numeración dada en Introducción a la germinación, los resultados los podríamos clasificar en cuatro grupos: A) Especies que por diversas causas no se han sacado conclusiones. B) Especies que es prematuro dar resultados definitivos. C) Especies que no han germinado. D) Especies que han germinado.

El grupo A lo constituyen las especies 8, 15 y 27, de las cuales se había obtenido, en un principio, bajas o muy bajas cantidades de semillas. La especie 8 sufrió una contaminación bacteriana. Se la sometió a un tratamiento antibiótico para recuperar la semilla y se la volvió a sembrar sin resultado. La especie 15 quedó absolutamente invadida por una contaminación micótica, siendo casi imposible su recuperación, por lo que ni se intentó. Y, finalmente, de la especie 27 apenas se obtuvo semilla, sembrándose tan sólo 3 tubos.

El grupo B lo constituyen las especies 3, 14, 17, 18, 28 y 29. Estas especies fueron sembradas el 1 de junio de 1979 y parece prematuro aventurar resultados, dado el tiempo transcurrido hasta este momento, 3 meses.

El grupo C lo forman las especies 1, 5, 6, 7, 12, 13, 16, 20, 21,

26, 30, 31 y 32. Estas especies no han presentado el más leve indicio de germinación, tras estar en cultivo más de 1 año de tiempo. Hay que hacer la salvedad de que en *Ophrys bombyliflora* germinaron, dando unos protocormos insignificantes, 2 semillas de un total aproximado de 600 sembradas.

El grupo D lo componen las especies 2, 4, 9, 10, 11, 19, 22, 23, 24 y 25.

Los resultados obtenidos en cuanto a la localización de especies de orquídeas silvestres en España, se dan en Introducción a las orquídeas españolas y europeas.

El extracto de patata ha dado, generalmente, buenos resultados en la germinación de las semillas de orquídeas, al menos para llegar a alcanzar los estados fotosintéticos. Y, por este motivo, se ha probado en dos especies de dos géneros diferentes: *Ophrys lútea* y *Orchis spitzellii*. El resultado ha sido negativo, al no producirse ningún síntoma de germinación. El extracto de patata se preparó, según se indica en Materiales y Métodos, al 35%. Es muy probable que este porcentaje esté por encima del óptimo, y cantidades más moderadas pudieran proporcionar mejores resultados. El pH del medio se altera sensiblemente al añadir el extracto, por lo que es necesario ajustarlo correctamente.

A continuación se describen algunos detalles sobre la germinación, dentro de las especies del grupo D.

Ophrys speculum Link

Germinó bien en el medio 3, C de Knudson enriquecido. El índice de germinación se puede apreciar entre 10 y 30%. El tamaño medio de los protocormos, a los 9 meses, pudo estimarse entre 1-1,5 x 1,5-2 mm. Prácticamente no se han producido rizoides. La tasa de mortandad tras nascencia y exposición a la luz ha sido muy débil. No se ha producido, hasta el momento, clorofila. Los primeros síntomas apreciables de germinación tardaron mucho tiempo en manifestarse, aproximadamente 6 meses. Un lote de protocormos han sido trasladados a una maceta conteniendo varias plantas

adultas de *O. speculum* y se está vigilando si se establece alguna simbiosis que permita la supervivencia. La homogeneidad observada en el tamaño de los protocormos de esta especie es una nota destacable por dos motivos: uno porque suele ser corriente ver en los tubos toda una escala de tamaños, desde semillas sin germinar, que sería un extremo, hasta plántulas de algunos cm., que sería otro; y dos, por la mezcla de semillas sembradas entremezcladas de sendas poblaciones de las proximidades de las Tablas de Daimies (Ciudad Real) y la Sierra de Cazorla (Jaén), que bien hubieran podido ser ecotipos diferentes.

Ophrys fusca Link

Las semillas se obtuvieron por fecundación artificial de una población de los pinares de Castejón de Valdejasa (Zaragoza) y se sembraron muy pocos días después de hacerse la recolección. Nakamura (1978, comunicación personal) cree que es muy importante para la germinación el tiempo transcurrido desde la recolección hasta la siembra en las orquídeas, al menos entre algunas de las japonesas, de tal forma que a menos tiempo mejor porcentaje de germinación. Este tipo de estudio puede ser muy interesante pues, aparentemente, colisionaría con las teorías del letargo de las semillas, si bien pudiera ser que fueran los protocormos o las plántulas los necesitados de una latencia o un reposo. La germinación obtenida ha sido muy buena, 40% o más, con tamaños medios de los protocormos de 3 x 4 mm. a los 7 meses. Algunos protocormos han originado hojitas de hasta cerca de 8 mm. transcurrido 1 año, pero cloróticas. Se han producido abundantes rizoides. El comienzo de la germinación fue rápido, al mes ya comenzó a apreciarse un hinchamiento en las semillas, para hacerse patente transcurridos 3 meses. Sorprende un poco la falta de clorofila y la mortandad tras naseencia, que en algún caso ha llegado hasta el 90%. El medio utilizado ha sido el de Mead y Bulard. Puede llamar la atención que la *O. fusca* psp. *omegaifera*, que probablemente debiera estar emparentada con la *O. fusca*, no haya presentado el más leve indicio germinatorio en el mismo medio y bajo las mismas condiciones de cultivo. Situaciones como ésta debieran ser reconsideradas en el sentido de si no se trata de especies definitivamente diferentes. Evidentemente, sería interesante conocer si pertenecen a nichos ecológicos similares y si hay superposición o no en sus áreas biogeográficas.

Ophrys fuciflora psp. scolopax Cav.

Los primeros síntomas de germinación se advirtieron alrededor de los 3 meses de estar en cultivo en el medio de Mead y Bulard. La germinación fue débil de porcentaje, pero rotunda en su manifestación cuantitativa, pues se obtuvieron protocormos de considerable tamaño, hasta de 5 x 6,5 mm. en los mejores casos. Se formaron hojas con clorofila y, aunque la mortandad fue elevada en este estadio, una plántula llegó a alcanzar 6 cm. de longitud, siendo más frecuente las medias de 1 - 2 cm.

Ophrys apífera Hudson

Aunque, casi con toda seguridad, la relación que pueda existir en la tasa de germinación en un cultivo asimbiótico y en la Naturaleza no tenga nada que ver, teníamos la intuición de que esta especie podía ser de difícil germinación. No fue así, produciéndose una germinación satisfactoria. El motivo de aquella impresión quizás fuera debido a efectos casuales. Esta es una especie autógama y esto es algo raro dentro del género *Ophrys*. La autogamia, al menos, garantiza la producción de semilla que, por lo visto, está comprometida en las especies alógamas del género *Ophrys* (Kulleberg, 1961). Ante situaciones como ésta, uno al encontrarse con la especie en la Naturaleza espera hallar poblaciones abundantes, precisamente por esa seguridad en la producción de semilla. El efecto casual ha podido entrar al sucedernos todo lo contrario, pues siempre hemos encontrado ejemplares aislados, como si la especie estuviera en peligro; hay que pensar que aquí no caben áreas de expatriación, y menos en el área mediterránea.

La germinación puede evaluarse en un 10 - 20% con protocormos vigorosos de tamaños superiores a *O. speculum* e inferiores a *O. fusca*. Y también podría decirse lo mismo en lo que al periodo de tiempo de germinación se refiere, intermedio entre ambas. La mortandad post-nascencia fue muy fuerte, pero existe la incógnita de si las atenciones recibidas en este periodo fueron las correctas.

Serapias lingua L.

Esta especie ha dado unos resultados francamente buenos en la germinación y en el desarrollo, que se pueden estimar en un 65-70% a los 7 meses. También se trata de una especie autógena (Pais, 1976), hecho que nosotros hemos podido, asimismo, constatar. Fue sembrada en el medio C de Knudson, un medio tal vez rústico dentro de la sofisticación de los medios actuales, pero de probada eficacia en ciertas especies tropicales y, en este caso, también de neta efectividad. Nakamura, 1978, en comunicación personal, opina que hay factores tan importantes o más para la germinación de las orquídeas y, muy en especial, de *Galeola septentrionalis* Rchb., que el propio medio de cultivo.

A los 7 meses se expusieron a la luz ambiental, siendo ya probablemente algo tarde, pues si bien se produjo clorofila con facilidad, un cierto número de plantas restaron cloróticas. A los 9 meses, la longitud media aproximada de las plántulas era de 0,8-1,2 cm. En ese momento, mes de febrero, fue sembrada en mayo de 1978, comenzaron a amarillear de forma espectacular y fulminante, por lo que se tomó la determinación urgente de irrigar los cultivos con soluciones vitamínicas, férricas, de aminoácidos y mezcla entre ellos. Se añadieron los siguientes productos:

1. Glutamina. A razón de 1 gr/l.
2. FeNa_2EDTA . A razón de 35 mgr/l.
3. Vitaminas. 0,1 mgr/l. de Tiamina, Piridoxina y Ac. nicotínico.-
5~~gr~~gr/l de biotina.
4. Glutamina + FeNa_2EDTA + Vitaminas, en las mismas proporciones.

Hay que recordar que el medio C de Knudson, sobre el que vivían las plántulas, carece de estos elementos, si bien el hierro lo presenta bajo la forma de sulfato ferroso.

La mejoría sobre los testigos se evidenció curiosamente en los cuatro casos, sin que hubiera una predominancia especial de ninguno de

ellos, lo cual resulta difícil de interpretar. Lo único existente en común en las cuatro aplicaciones fue el agua desionizada, por lo que caben dos conjeturas, o que los cultivos estaban reseco, o que el agua desionizada pudiera contener materia orgánica beneficiosa para las plántulas.

Hay que destacar que las semillas sembradas pertenecen a una cosecha de julio de 1976. En septiembre del mismo año se las desencapsuló y limpió, y se conservaron hasta mayo de 1978 en un frasco hermético conteniendo gel de sílice, en frigorífico a una temperatura de $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$. Es obvio que no han perdido su poder germinativo en casi dos años, al menos de una forma sensible.

Orchis morio psp. champagneuxii Barn.

La germinación alcanzada ha sido buena, 9-15% a los 6 meses de siembra, pero la mortandad tras nacimiento ha sido muy elevada, similar a *Ophrys fusca*; hasta 80% de media. Los protocormos que se llegaron a obtener fueron pequeños, si bien algo mayores que en las especies que se enumerarán a continuación. Esta especie, morfológicamente, parece muy emparentada con *O. laxiflora* y, probablemente, hubiera resultado interesante ensayarla en el medio 4, pese a que no hay que fiarse de los emparentamientos, como ha sucedido con *Ophrys fusca* y *O. fusca* psp. *omegaifera*.

Orchis laxiflora psp. palustris Jaq.

La germinación obtenida en esta especie puede evaluarse entre el 1 y el 9%. Se retrasó sensiblemente y los protocormos obtenidos han sido muy pequeños; probablemente, sería más correcto llamarles semillas engrosadas que protocormos, pues no hay prácticamente diferenciación. Un año después, siguen en el mismo estado, sin ennegrecerse, pero sin morir, dando la impresión de haber alcanzado el estadio crítico para entrar en simbiosis, si fueran invadidos por el hongo endófito. No se han formado rizoides. El medio en el que ha sido sembrada ha sido el C de Knudson enriquecido o medio 3.

Dactylorhiza sambucina Soo

Esta especie, sembrada en el mismo medio que la anterior, ha seguido un camino muy similar. Un porcentaje de germinación de 8-10% a los 6 meses, con protocormos muy pequeños pero que murieron en el mes siguiente, ennegreciéndose completamente. Con las Dactylorhizas parece ser muy difícil llegar a las fases fotosintéticas utilizando medios más o menos estrictamente definidos.

Dactylorhiza incarnata ssp. elata Sund, yDactylorhiza incarnata psp. incarnata Soó

Se podrían haber analizado las tres Dactylorhizas juntas, pues siguieron caminos muy similares, pese a haber sido germinadas en medios diferentes. D.sambucina en el medio 3 y elata e incarnata en el medio 4. Las tasas de germinación obtenidas no han sido muy elevadas. Con D.purpurella, la germinación que se acerca al 100% se obtiene fácilmente en agua destilada y medio mineral, pero está impedida en el mismo grado por un 1% de dextrosa ó 1% de sacarosa (Harvais, 1972). El problema con estas especies ha sido el ennegrecimiento casi fulminante acaecido poco tiempo después de la germinación, no salvándose ni un sólo protocormo. Existe la impresión de que el hidrolizado de caseína, si bien favorece la germinación en muchos casos, también origina posteriormente altas mortandades, salvo que esté acompañado de otras sustancias que operan con un efecto mitigador, por ejemplo, el extracto de levadura en D.purpurella (Harvais, 1972) y la tiamina, piridoxina, ácido nicotínico y biotina en Orchis laxiflora y Ophrys sphegodes (Mead y Bulard, 1975). Sin embargo, estas cuatro vitaminas se encontraban en el medio y no ejercieron tal efecto en estas Dactylorhizas.

o-----o-----o

La germinación de las semillas de orquídeas terrestres de climas templados y fríos no es fácil (Arditti, 1978, comunicación personal). Es muy probable que todo el meollo de la cuestión se encuentre en la simbiosis y en el intercambio trófico entre los consortes; de hecho, la operación de aislar el hongo de la raíz, cultivarlo en laboratorio y, posteriormente, proceder a

realizar extractos hídricos y alcohólicos de él para luego añadirlos al medio de cultivo, ha dado, en general, buenos resultados (Mariat, 1952), de lo que parece deducirse que el hongo aporta una sustancia o sustancias que son transcendentales para la germinación y aún más para los primeros compases del crecimiento. Esta o estas perseguidas sustancias, quizás de naturaleza hormonal, han sido objeto de investigación por parte de numerosos científicos: Burgeff, 1936; Schaffstein, 1941; Vacin y Went, 1949; Nakamura, 1962; Arditti, 1965 a, b, etc.

La constitución de las micorrizas origina mecanismos de interacciones y antagonismos en los que intervienen procesos digestivos y otros controles, por ejemplo, por medio de fitoalexinas. En las orquídeas hay tres de estas sustancias aisladas, el orquinol, aislado de *Orchis militaris*, y el loroglosol e hircinol, obtenidos de *Loroglossum hircinum* L (= *Himantoglossum hircinum* Sprengel), todos ellos derivados del dihidrofenantreno; son, en definitiva, sustancias fungistáticas que impiden que el hongo endófito se introduzca en el seno de la planta, con los consiguientes riesgos de parasitismo. De ahí que en el tubérculo de las orquídeas no exista el hongo. Es algo parecido a un inquilino en un hotel, en términos humanos; hay un beneficio mútuo entre el patrón y el huésped, pero éste tiene sus hábitos más o menos estrictos. Como se puede imaginar, situaciones de este tipo originan crecimientos muy lentos que recuerdan a los líquenes, en los que esta lentitud parece ser una condición imprescindible para el establecimiento del equilibrio entre el alga y el hongo. Ello puede explicar el que pasen 3-4 años o más desde que una semilla de orquídea germina en la Naturaleza, hasta que la planta florece.

La investigación actual en el campo de las orquídeas parece estar más centrada en saber por qué y debido a qué elementos prospera la planta, que simplemente en hacerla prosperar, sin saber con certeza las causas. Esto es, sin duda, más científico. Pero en estos momentos de intensa erosión genética, quizás no debiera desdeñarse el poderlas multiplicar de forma prioritaria, sin olvidar la multiplicación vegetativa y, posteriormente, averiguar las causas del éxito, si lo hubiera. Esto contribuiría al menos a reducir su peligro de extinción.

BANCO DE GERMOPLASMA

Dicen Gómez Campo y Hernández (1975): "¿Quemaríamos una civilización sus códices, sus bibliotecas, sus archivos históricos, sus publicaciones y manuales técnicos?. Si esto hiciera, iría quedando progresivamente indefensa ante un proceso de desculturización creciente. Eso mismo es lo que nosotros hacemos con nuestra Biosfera. Sólo en el mundo vegetal, puede estimarse en 20.000 el número aproximado de especies actualmente en peligro de extinción".

Lógicamente, el peligro de extinción se cierne con más intensidad sobre especies estenócoras y, muy especialmente, sobre especies extremadamente estenócoras que serían las endémicas. Ya se ha dicho a lo largo del trabajo que el único endemismo español, en lo que a orquídeas atañe, se encuentra en Canarias con *Orchis canariensis* Lindl. 1835. El resto de ellas se hallan más o menos distribuidas a lo largo del área europeo-mediterráneo-macaronésica, aunque insistimos que casi siempre se encuentran poblaciones pequeñas y más o menos aisladas.

El banco que hemos realizado ha consistido, simplemente, en la obtención de la semilla, limpieza de los restos placentarios, empaquetado en papel de filtro lavado con ácidos e introducción en frascos herméticos con gel de sílice deshidratado. Se ha almacenado en frío, a una temperatura de $2 \pm 2^{\circ}\text{C}$. No se han realizado encapsulados en atmósferas inertes de CO_2 , por estimar que la variabilidad genética alcanzada ha sido deficiente, ya que se trata, en la mayoría de los casos, de semillas de poblaciones más o menos localizadas y aún a veces de plantas individuales. No obstante, puede resultar un material interesante para intercambios científicos.

Se dispone semilla de las 32 especies siguientes, en las que se pone entre paréntesis el año o años de la cosecha, entendiéndose que cuando son varios los años, las semillas se conservan respetando el año y no entremezcladas, lógicamente.

- Ophrys bombyliflora Link (1978)
- " speculum Link (1978)
- " insectifera L. (1977)

- Ophrys fusca Link (1977 y 1978)
- " fusca psp. omegaifera Fleisch. (1978)
 - " lutea Cav. (1977 y 1978)
 - " sphegodes Mill. (1976)
 - " bertolonii Moret. (1978)
 - " fuciflora psp. scolopáx Cav. (1977 y 1978)
 - " apifera Hud. (1977 y 1978)
- Serapias lingua L. (1977 y 1978)
- Acacampis pyramidalis Rich. (1977 y 1978)
- Barlia robertiana Greuter (1978)
- Aceras anthropophorum Aiton (1978)
- Orchis ustulata L. (1976)
- " purpurea Hud. (1977)
 - " simia Mon. de la Marck (1977)
 - " morio psp. champagneuxii Barn (1978)
 - " spitzellii Sant. et Koch (1976 y 1978)
 - " mascula L. (1976) (clasificación no confirmada)
 - " provincialis Balbis (1978)
 - " laxiflora psp. palustris Jaq. (1978)
- Dactylorhiza sambucina Soo (1978)
- " incarnata ssp. elata Sund. (1976)
- Gymnadenia conopea Brow. (1976)
- " nigra Wett. (1976)
- Platanthera bifolia Rich. (1976)
- Listera ovata Brow. (1977)
- Neottia nidus-avis Rich. (1977)
- Limodorum abortivum Swartz. (1977 y 1978)
- Cephalanthera damasonium Druce (1977; madurez dudosa)
- Epipactis atrorubens Sch. (1977) (clasificación no confirmada)

BIBLIOGRAFIA

- ARDITTI, J. 1965a. Studies in growth factor requirements and niacin metabolism of germinating orchid seeds and young tissues. Ph.D. Dissertation, University of Southern California; see also Arditti, J.: Niacin biosynthesis in germination x *Laeliocattleya* orchid embryos and young seedlings. *Amer.Jour.Bot.*, March 1967..
- 1965b. How good are tomato juice media for orchid seedling cultures. *Orch.Dig.* 29(9): 382-383.
- 1967. Factors affecting the germination of orchid seeds. *Bot.Rev* 33: 1-97.
- 1977. *Orchid Biology. Reviews and perspectives*, I. Cornell University Press, Ithaca and London. 310 pgs.
- 1978. Comunicación personal.
- ARUS, P. 1976. Comunicación personal.
- 1978. Comunicación personal.
- BERNARD, N. 1899. Sur la germination du *Neottia nidus-avis*. *Compt.Rend.Acad. Sci. París* 128: 1253-1255.
- BRAUN-BLANQUET, J. 1946. *Jahrbuch Natur. Ges. Graubündens.*, 80: 115-119.
- BURGEFF, H. 1936. *Samenkeimung der Orchideen*. G.Fischer Verlag, Jena, 312 pp.
- 1954. *Samenkeimung und Kultur Europaischer Erdorchideen*. G.Fischer Verlag, Stuttgart, 48 pp.
- CADEVAL i DIARS, J. 1913-1937. *Flora de Catalunya*.
- CARRAVEDO, M. 1979. Germinaciones asimbióticas de semillas de orquídeas existentes en España. *Serie Universitaria. Fund. J.March* 87: 35-43.
- CEBALLOS, A. 1973. Las orquídeas españolas. *Bol.Est.Centr.Ecol.* 2(3): 29-39.
- CHAMPAGNAT, M. 1971. Recherches sur la multiplication vegetative de *Neottia nidus-avis* Rich. *Ann.Sci.Nat.Botanique.* 12 serie, tome XII; 209-248.
- CORDEMOY, J.H. de. 1904. Sur une fonction spéciale des mycorrhizes des racines latérales de la Vanille. *Compt.Rend.Acad.Sci. París* 139: 391-393.
- DAFNI, A. 1974. Analytical key to the Orchids of Israel. *Teva Va'arets* 16, 25 (texto en hebreo).
- DAVIDSON, O.W. 1966. Question Box. *Amer.Orch.Soc.Bull.* 35(2): 134.
- DEL AMO. 1871. *Flora ibérica*.
- DOWNIE, D.G. 1940. On the germination and growth of *Goodyera repens*. *Trans. & Proc. Bot.Soc.Edinburgh* 33(1): 36-51.
- 1941. Notes on the germination of some British orchids. *Trans.& Proc. Bot.Soc.Edinburgh* 33(2): 94-103.
- 1943a. Notes on the germination of *Corallorhiza innata*. *Trans. & Proc. Bot.Soc.Edinburgh* 33(4): 380-382.

- . 1943b. Source of the symbiont of *Goodyera repens*. Trans. & Proc. Bot. Soc. Edinburgh 33(4): 383-390.
- . 1949a. The germination of *Goodyera repens* (L.) R. Br. in fungal extract. Trans. & Proc. Bot. Soc. Edinburgh 35(2): 120-125.
- . 1949b. The germination of *Listera ovata* (L.) R. Br. Trans. & Proc. Bot. Soc. Edinburgh 35(2): 126-130.
- . 1957. *Corticium solani*, an orchid endophyte. Nature 179: 160.
- . 1959a. *Rhizoctonia solani* and orchid seed. Trans. Bot. Soc. Edinburgh 37: 279-285.
- . 1959b. The mycorrhiza of *Orchis purpurella*. Trans. Bot. Soc. Edinburgh 38: 16-29.
- FISCH, M.; FLICK, B. and ARDITTI, J. 1973. Structure and antifungal activity of hircinol, loroglossol and orchinol. Phytochemistry 12: 437-441.
- GALSKY, A.G. and LIPPINCOTT, J.A. 1971. Induction of α -amylase in barley endosperm by substrate levels of glutamate and aspartate. Plant Physiol. 47: 551-554.
- GOLDMAN, CH.R. 1961. Ecology, 42: 282-287.
- GOMEZ, C. y HERNANDEZ, J.E. 1975-76. Un banco de germoplasma vegetal: hacia la protección de nuestra flora endémica. Asturnatura III 29-35.
- HADLEY, G. and HARVAIS, G. 1968. The effect of certain growth substances on asymbiotic germination and development of *Orchis purpurella*. New Phytol. 67: 441-445.
- HADLEY, G. 1970. The interaction of kinetin, auxin and other factors in the development of North temperate orchids. New Phytol. 69: 549-555.
- HARBECK, M. 1963. Einige Beobachtungen bei der Aussaat verschiedener europäischer Erdorchideen auf sterilen Nährboden. Die Orchidee 14(2): 58-65.
- HARRISON, C.R. and ARDITTI, J. 1970. Growing Orchids from seed. Orch. Dig. 34(7): 199-204.
- HARVAIS, G. and HADLEY, G. 1967. The development of Orchids *purpurella* in asymbiotic and inoculated cultures. New Phytol. 66: 217-230.
- HARVAIS, G. 1972. The development and growth requirements of *Dactylorhiza purpurella* in asymbiotic cultures. Can. J. Bot. 50: 1223-1229.
- HARVAIS, G. 1973. Growth requirements and development of *Cypripedium reginae* in axenic culture. Can. J. Bot. 51: 327-332.
- JACQUET, P. 1973. Quelques réflexions sur la protection des orchidées de France. L'orchidophile. Bull. 13 et 14. 253-257.
- . 1973. Presentation des orchidées d'Alsace. L'orchidophile. Bull. 13 et 14. 269-271.
- KANO, K. 1965. Studies on the media for orchid seed germination. Mem. Fac. Agr. Kagawa Univ., No. 20, 74 pp.

- KNUDSON, L. 1921. La germinación no simbiótica de las semillas de orquídeas. Bol.Real Soc.Española Hist.Nat. 21: 250-260.
- . 1922. Non-symbiotic germination of orchid seeds. Bot.Gaz. 73(1): 1-25.
- . 1946. A new nutrient solution for germination of orchid seed. Amer.Orch.Soc.Bull. 15(5): 214-217.
- . 1950. Germination of seeds of Vanilla. Amer.Jour.Bot. 37(3): 241-247.
- . 1951. Nutrient solutions for orchids. Bot.Gaz. 112(4): 528-532.
- KOHLHAUPT, P. 1970. Bunte Welt der Orchideen. Francksche Verlagshandlung, W.Keller and Co. Stuttgart, 72 pgs.
- KULLEMBERG, B. 1961. Studies Ophrys pollination. Zool.Bidr. Uppsala.
- . 1973. New Observations on the pollination of Ophrys L. (Orchidaceae). Zoon, Suppl. 1, Uppsala: 9-13.
- KULLEMBERG, B. and BERGSTOM, G. 1976. Hymenoptera Aculeata Males as Pollinators of Ophrys Orchids. Zool.Scripta. 5(1): 13-26.
- MARGALEF, R. 1977. Ecología, 2ª edición. Ediciones Omega. Barcelona. 951 pgs.
- MARIAT, F. 1952. Recherche sur la physiologie des embryons d'orchidée. Rev.Gén.Bot. 59: 324-377.
- MEAD, J.W. and BULARD, C. 1975. Effects of vitamins and nitrogen sources on asymbiotic germination and development of Orchis laxiflora and Ophrys sphegodes. New Phytol. 74: 33-40.
- MUICK, F. 1978. Propagation of Cypripedium Species from Seeds. Amer. Orch.-Soc.Bull. 47(4): 306-308.
- NAKAMURA, S.J. 1962. Zue Samenkeimung einer Chlorophyllfreien Erdorchidee Galeola septentrionalis Reichb.f.Zeitschr. für Botanik 50(5): 487-497.
- NAKAMURA, S.J., UCHIDA, T. and HAMADA, M. 1975. Atmospheric Condition Controlling the Seed Germination of a Achlorophyllous Orchid, Galeola septentrionalis. Bot.Mag.Tokyo 88: 103-109.
- NAKAMURA, S.J. 1978. Comunicación personal.
- NIESCHALK, A. und Ch. 1969. Dactylorhiza sambucina (L) Soó ssp. insularis (Moris) Soó (= D.insularis Landw) in Spanien. Orchidee 20: 128-131.
- . 1970. Orchis spitzelli Sauter in Spanien. Orchidee 21: 153-159.
- . 1971. Ein Vorkommen von Dactylorhiza romana (Seb. u. Maur.) Soó ssp. siciliensis (Klinge) Soó (= Orchis mediterranea Klinge ssp. siciliensis Klinge) in Spanien.
- . 1971. Kritische Bemerkungen zur Taxonomie und Verbreitung von Dactylorhiza elata (Poir) Soó. Philippia I/3: 137-148.
- . 1972. Beiträge zu einigen Arten der Gattung Orchis in Spanien. J.Ber.Naturw. Verein Wuppertal. H. 25: 114-121.
- . 1973. Beiträge zur Orchideenflora Spaniens. Die Orchidee 24: 163-168.
- . 1973. Beiträge zur Orchideenflora Spaniens. (Schlu). Die Orchi-

- dee 24: 211-216.
- . 1978. Einige weitere Mitteilungen zur Kenntnis der Orchideenflora in Spanien. *Die Orchidee* 29: 78-86.
- OAKS, A. and BEEVERS, H. 1964. The requirement for organic nitrogen in *Zea mays* embryos. *Plant Physiol.* 39: 37-43.
- PAIS, M.S. 1976. Quelques données sur la sécrétion chez les Orchidées. *Soc.Bot.Fr.Coll.Sécrét.Veget.* 149-159.
- PAWLOWSKY, B. 1967. *Revue Roumaine de Biologie.* 12, Vol. 2/3.
- POLUNIN, O. and SMYTHIES, B.E. 1977. *Guía de campo de las flores de España, Portugal y Sudoeste de Francia.* Ediciones Omega. Barcelona, 549 pgs.
- PURVES, S. y HADLEY, G. 1976. The physiology of symbiosis in *Goodyera repens*. *New. Phytol.* 77: 689-696.
- RAMSBOTTON, J. 1922. *Orchid mycorrhiza.* Charlesworth and Co. 1922 Catalog, Haywards Heath, England, pp. ii-xciii.
- SCHAFFSTEIN, G. 1941. Die Avitaminose der Orchideenkeimlinge. *Jahrb. Wiss. Bot.* 90: 141-198.
- SCHAPFER, P.A. 1974. Contribution a l'étude de la systematique des Orchideae (Orchidaceae A.L. Jussieu 1789) des zones tempérées de l'hémisphère Nord. Thèse d'Université. Académie de Montpellier. 110 pgs.
- SCHULTES, R.E. and PEASE, A.S. 1963. *Generic names of orchids.* Academic Press, New York, 331 pp.
- SOO, R. 1960. Synopsis generic *Dactylorhiza* (*Dactylorhiza*). *Ann. Univers.-Scient.Budap.Sect.Biol.* 3: 335-357.
- STOUTAMIRE, W.P. 1963. Terrestrial orchid seedlings. *Australian Plants* 2: 119-122.
- . 1964. Terrestrial orchid seedlings.II. *Australian Plants* 2: 264-266.
- STRAUS, A. 1969. Beiträge zur Kenntnis der Pliozänflora von Willershausen (VII). *Die Angiospermen-Früchte und Samen.* *Argumenta Palaeobotanica* 3: 163-197. (Véase también Arditti, 1977).
- SUNDERMANN, H. 1975. *Europäische und mediterrane Orchideen. Eine Bestimmungsflo­ra mit Berücksichtigung der Ökologie.* 2 Auflage. Brücke-Verlag Kurt Schmorsow. Hildesheim. 243 pgs.
- . 1976. *Wildorchideen in Europa.* *Die Orchidee* 20-56 (Texto bilingüe alemán-inglés).
- TURNER ETTLINGER, D.M. 1976. *British & Irish Orchids a field guide.* The Macmillan press Ltd. London. 141 pgs.
- VACIN, E.F. and WENT, F.W. 1949. Some pH changes in nutrient solutions. *Bot.Gaz.* 110(4): 605-613.

- . 1949. Use of tomato juice in the asymbiotic germination of orchid seeds. Bot.Gaz. 111(2): 174-183.
- WEBER, H.Ch. 1979. Die Korallenwurz (*Corallorhiza trifida* Chat., Orchidaceae), ein Saprophyt auf dem Weg zum Parasitismus. Die Orchidee 30; (5), 180-183.
- WHEELER, L.C. 1966. Ver Arditti, J. 1967.
- WILLIAMS, J.G., VILLIAMS, A.E. and ARLOTT, N. 1979. Orchideen Europas mit Nordafrika und Kleinasien. Verlagsgesellschaft, Munchen. 176 pgs.
- WILLKOMN, H.M. and LANGE, J. 1861-1870. Prodomus florae hispanicae, Stuttgart.
- WILLKOMN, H.M. 1893. Supplementum Prodomi florae hispanicae, Stuttgart, Halbinsel, Leipzig.



FUNDACION JUAN MARCH

SERIE UNIVERSITARIA

TITULOS PUBLICADOS

Serie Marrón

(Filosofía, Teología, Historia, Artes Plásticas, Música, Literatura y Filología)

- | | | | |
|----|---|----|---|
| 1 | Fierro, A.:
Semántica del lenguaje religioso. | 60 | Alcalá Galvé, A.:
El sistema de Servet. |
| 10 | Torres Monreal, F.:
El teatro español en Francia (1935-1973). | 61 | Mourão-Ferreira, D., y Ferreira, V.:
Dos estudios sobre literatura portuguesa contemporánea. |
| 12 | Curto Herrero, F. Fco.:
Los libros españoles de caballerías en el siglo XVI. | 62 | Manzano Arjona, M.ª:
Sistemas intermedios. |
| 14 | Valle Rodríguez, C. del:
La obra gramatical de Abraham Ibn Ezra. | 67 | Acero Fernández, J. J.:
La teoría de los juegos semánticos. Una presentación. |
| 16 | Solís Santos, C.:
El significado teórico de los términos descriptivos. | 68 | Ortega López, M.:
El problema de la tierra en el expediente de Ley Agraria. |
| 18 | García Montalvo, P.:
La imaginación natural (estudios sobre la literatura fantástica norteamericana). | 70 | Martín Zorraquino, M.ª A.:
Construcciones pronominales anómalas. |
| 21 | Durán-Lóriga, M.:
El hombre y el diseño industrial. | 71 | Fernández Bastarreche, F.:
Sociología del ejército español en el siglo XIX. |
| 32 | Acosta Méndez, E.:
Estudios sobre la moral de Epicuro y el Aristóteles esotérico. | 72 | García Casanova, J. F.:
La filosofía hegeliana en la España del siglo XIX. |
| 40 | Estefanía Álvarez, M.ª del D. N.:
Estructuras de la épica latina. | 73 | Meya Llopart, M.:
Procesamiento de datos lingüísticos. Modelo de traducción automática del español al alemán. |
| 53 | Herrera Hernández, M.ª T.:
Compendio de la salud humana de Johannes de Ketham. | 75 | Artola Gallego, M.:
El modelo constitucional español del siglo XIX. |
| 54 | Flaquer Montequi, R.:
Breve introducción a la historia del Señorío de Buitrago. | 77 | Almagro-Gorbea, M., y otros:
C-14 y Prehistoria de la Península Ibérica. |

- 94 Falcón Márquez, T.:
La Catedral de Sevilla.
- 98 Vega Cernuda, S. D.:
J. S. Bach y los sistemas contrapuntísticos.
- 100 Alonso Tapia, J.:
El desorden formal de pensamiento en la esquizofrenia.
- 102 Fuentes Florido, F.:
Rafael Cansinos Assens (novelista, poeta, crítico, ensayista y traductor).
- 110 Pitarch, A. J., y Dalmases Balafá, Nuria:
El diseño artístico y su influencia en la industria (arte e industria en España desde finales del siglo XVII hasta los inicios del XX).
- 113 Contreras Gay, J.:
Problemática militar en el interior de la península durante el siglo XVII. El modelo de Granada como organización militar de un municipio.
- 116 Laguillo Menéndez-Tolosa, R.:
Aspectos de la realeza mítica: el problema de la sucesión en Grecia antigua.
- 117 Janés Nadal, C.:
Vladimir Holan. Poesía.
- 118 Capel Martínez, R. M.ª:
La mujer española en el mundo del trabajo. 1900-1930.
- 119 Pere Julià:
El formalismo en psicolingüística: Reflexiones metodológicas.

Serie Verde

(Matemáticas, Física, Química, Biología, Medicina)

- 2 Mulet, A.:
Calculador en una operación de rectificación discontinua.
- 4 Santluste, J. M.:
Combustión de compuestos oxigenados.
- 5 Vicent López, J. L.:
Películas ferromagnéticas a baja temperatura.
- 7 Salvá Lacombe, J. A.:
Mantenimiento del hígado dador in vitro en cirugía experimental.
- 8 Plá Carrera, J.:
Estructuras algebraicas de los sistemas lógicos deductivos.
- 11 Drake Moyano, J. M.:
Simulación electrónica del aparato vestibular.
- 19 Purroy Unanua, A.:
Estudios sobre la hormona Natrlurética.
- 20 Serrano Molina, J. S.:
Análisis de acciones miocárdicas de bloqueantes Beta-adrenérgicos.
- 22 Pascual Acosta, A.:
Algunos tópicos sobre teoría de la información.
- 25 I Semana de Biología:
Neurobiología.
- 26 I Semana de Biología:
Genética.
- 27 I Semana de Biología:
Genética.
- 28 Zugastl Arbizu, V.:
Analizador diferencial digital para control en tiempo real.
- 29 Alonso, J. A.:
Transferencia de carga en aleaciones binarias.
- 30 Sebastián Franco, J. L.:
Estabilidad de osciladores no sinusoidales en el rango de microondas.
- 39 Blasco Olcina, J. L.:
Compacidad numerable y pseudocompacidad del producto de dos espacios topológicos.
- 44 Sánchez Rodríguez, L.:
Estudio de mutantes de saccharomyces cerevisiae.
- 45 Acha Catalina, J. I.:
Sistema automático para la exploración del campo visual.
- 47 García-Sancho Martín, F. J.:
Uso del ácido salicílico para la medida del pH intracelular.

- 48 García García, A.:
Relación entre iones calcio, fármacos ionóforos y liberación de noradrenalina.
- 49 Trillas, E., y Alsina, C.:
Introducción a los espacios métricos generalizados.
- 50 Pando Ramos, E.:
Síntesis de antibióticos aminoglicosídicos modificados.
- 51 Orozco, F., y López-Fanjul, C.:
Utilización óptima de las diferencias genéticas entre razas en la mejora.
- 52 Gallego Fernández, A.:
Adaptación visual.
- 55 Castellet Solanas, M.:
Una contribución al estudio de las teorías de cohomología generalizadas.
- 56 Sánchez Lazo, P.:
Fructosa 1,6 Bisfosfatasa de hígado de conejo: modificación por proteasas lisosomales.
- 57 Carrasco Llamas, L.:
Estudios sobre la expresión genética de virus animales.
- 59 Afonso Rodríguez, C. N.:
Efectos magneto-ópticos de simetría par en metales ferromagnéticos.
- 63 Vidal Costa, F.:
A la escucha de los sonidos cerca de λ en el 4_{re} líquido.
- 65 Andréu Morales, J. M.:
Una proteína asociada a membrana y sus subunidades.
- 66 Blázquez Fernández, E.:
Desarrollo ontogénico de los receptores de membrana para insulina y glucagón.
- 69 Vallejo Vicente, M.:
Razas vacunas autóctonas en vías de extinción.
- 76 Martín Pérez, R. C.:
Estudio de la susceptibilidad magnetoelectrónica en el Cr_2O_3 policristalino.
- 80 Guerra Suárez, M.ª D.:
Reacción de Amidas con compuestos organoaluminicos.
- 82 Lamas de León, L.:
Mecanismo de las reacciones de iodación y acoplamiento en el tiroides.
- 84 Repollés Moliner, J.:
Nitrosación de aminas secundarias como factor de carcinogénesis ambiental.
- 86 Il Semana de Biología:
Flora y fauna acuáticas.
- 87 Il Semana de Biología:
Botánica.
- 88 Il Semana de Biología:
Zoología.
- 89 Il Semana de Biología:
Zoología.
- 91 Viéitez Martín, J. M.:
Ecología comparada de dos playas de las Rías de Pontevedra y Vigo.
- 92 Cortijo Mérida, M., y García Blanco, F.:
Estudios estructurales de la glucógeno fosforilasa b.
- 93 Aguilar Benítez de Lugo, E.:
Regulación de la secreción de LH y prolactina en cuadros anovulatorios experimentales.
- 95 Bueno de las Heras, J. L.:
Empleo de polielectrolitos para la floculación de suspensiones de partículas de carbón.
- 96 Núñez Álvarez, C., y Ballester Pérez, A.:
Lixiviación del cinabrio mediante el empleo de agentes complejantes.
- 101 Fernández de Heredia, C.:
Regulación de la expresión genética a nivel de transcripción durante la diferenciación de Artemia salina.
- 103 Guix Pericas, M.:
Estudio morfométrico, óptico y ultraestructural de los inmunocitos en la enfermedad celíaca.
- 105 Llobera i Sande, M.:
Gluconeogénesis «in vivo» en ratas sometidas a distintos estados tiroideos.

- 106 Usón Finkenzyeller, J. M.:
Estudio clásico de las correcciones radiactivas en el átomo de hidrógeno.
- 107 Gallán Jiménez, R.:
Teoría de la dimensión.
- 111 Obregón Perea, J. M.:
Detección precoz del hipotiroidismo congénito.
- 115 Cacicedo Egües, L.:
Mecanismos moleculares de acción de hormonas tiroideas sobre la regulación de la hormona tirótopa.
- 121 Rodríguez García, R.:
Caracterización de lisozimas de diferentes especies.

Serie Roja

(Geología, Ciencias Agrarias, Ingeniería, Arquitectura y Urbanismo)

- 3 Velasco, F.:
Skarns en el batolito de Santa Olalla
- 6 Alemán Vega, J.:
Flujo inestable de los polímeros fundidos.
- 9 Fernández-Longoria Pinazo, F.:
El fenómeno de inercia en la renovación de la estructura urbana.
- 13 Fernández García, M.ª P.:
Estudio geomorfológico del Macizo Central de Gredos.
- 15 Ruiz López, F.:
Proyecto de inversión en una empresa de energía eléctrica.
- 23 Basterreche Alfaro, M.:
Un modelo simple estático.
- 24 Martín Sánchez, J. M.:
Moderna teoría de control: método adaptativo-predictivo.
- 31 Zapata Ferrer, J.:
Estudio de los transistores FET de microondas en puerta común.
- 33 Ordóñez Delgado, S.:
Las Bauxitas españolas como mena de aluminio.
- 35 Juvé de la Barreda, N.:
Obtención de series aneuploides en variedades españolas de trigo común.
- 36 Alarcón Álvarez, E.:
Efectos dinámicos aleatorios en túneles y obras subterráneas.
- 38 Lasa Dolhagaray, J. M., y Silván López, A.:
Factores que influyen en el espigado de la remolacha azucarera.
- 41 Sandoval Hernández, F.:
Comunicación por fibras ópticas.
- 42 Pero-Sanz Elorz, J. A.:
Representación tridimensional de texturas en chapas metálicas del sistema cúbico.
- 43 Santiago-Alvarez, C.:
Virus de insectos: multiplicación, aislamiento y bioensayo de Baculovirus.
- 46 Ruiz Altisent, M.:
Propiedades físicas de las variedades de tomate para recolección mecánica.
- 58 Serradilla Manrique, J. M.:
Crecimiento, eficacia biológica y variabilidad genética en poblaciones de dípteros.
- 64 Farré Muntaner, J. R.:
Simulación cardiovascular mediante un computador híbrido.
- 79 Fraga González, B. M.:
Las Giberelinas. Aportaciones al estudio de su ruta biosintética.
- 81 Yáñez Parareda, G.:
Sobre arquitectura solar.
- 83 Díez Vlejebueno, C.:
La Economía y la Geomatemática en prospección geoquímica.
- 90 Pernas Galí, F.:
Master en Planificación y Diseño de Servicios Sanitarios.
- 97 Joyanes Pérez, M.ª G.:
Estudios sobre el valor nutritivo de la proteína del mejillón y de su concentrado proteico.
- 99 Fernández Escobar, R.:
Factores que afectan a la polinización y cuajado de frutos en olivo (Olea europaea L.).
- 104 Oriol Marfá i Pagés, J.:
Economía de la producción de flor cortada en la Comarca de el Mesme.

- 109 García del Cura, M.^a A.:
Las sales sódicas, calcosódicas y magnésicas de la cuenca del Tajo.
- 112 García-Arenal Rodríguez, F.:
Mecanismos de defensa activa en las plantas ante los patógenos. Las Fitalexinas en la interacción *Phaseolus vulgaris*-*Botrytis cinerea*.
- 114 Santos Guerra, A.:
Contribución al conocimiento de la flora y vegetación de la isla de Hierro (Islas Canarias).
- 120 Vendrell Saz, M.:
Propiedades ópticas de minerales absorbentes y su relación con las propiedades eléctricas.

Serie Azul

(Derecho, Economía, Ciencias Sociales, Comunicación Social)

- 17 Ruiz Bravo, G.:
Modelos econométricos en el enfoque objetivos-instrumentos.
- 34 Durán López, F.:
Los grupos profesionales en la prestación de trabajo: obreros y empleados.
- 37 Lázaro Carreter, F., y otros:
Lenguaje en periodismo escrito.
- 74 Hernández Lafuente, A.:
La Constitución de 1931 y la autonomía regional.
- 78 Martín Serrano, M., y otros:
Seminario sobre Cultura en Periodismo.
- 85 Sirera Oliag, M.^a J.:
Las enseñanzas secundarias en el País Valenciano.
- 108 Orizo, F. A.:
Factores socio-culturales y comportamientos económicos.

