

# Cuadernos *de* **Biodiversidad**

Publicación cuatrimestral del Centro Iberoamericano de la Biodiversidad

Febrero 2001. Nº 6. Año III

## Índice

EDITORIAL .....	3
GONZALO HALFFTER SALAS, DOCTOR <i>HONORIS CAUSA</i> POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE <i>Cuadernos de Biodiversidad</i> .....	4
UTILIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS EN LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DEL VIRUS DE LA TRISTEZA DE LOS CÍTRICOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ <i>Lourdes G. Iglesias, Paula Rojas Mencio, Jorge L. Enríquez</i> .....	6
BIODIVERSIDAD DEL SUELO: CONTROL BIOLÓGICO DE NEMATODOS FITOPATÓGENOS POR HONGOS NEMATÓFAGOS <i>Luis V. López-Llorca, Hans-Börje Jansson</i> .....	12
LA BIODIVERSIDAD EN LA RED <i>Santiago Bordera Sanjuán</i> .....	16
NOTICIAS CIBIO .....	17

#### EDITA:

Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO)  
Universidad de Alicante  
Eduardo Galante Patiño (DIRECTOR)

#### DIRECCIÓN Y COORDINACIÓN:

José Luis Casas Martínez  
M<sup>a</sup> Ángeles Marcos García

#### CONSEJO ASESOR CIENTÍFICO:

Gonzalo Halffter Salas  
Sergio Guevara Sada  
Ramón Martín Mateo  
Juan Manuel Nieto Nafria  
Javier Bellés Ros

#### CORRESPONDENCIA:

Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO)  
Universidad de Alicante  
Apartado de Correos 99  
03080 Alicante (Spain)  
<http://carn.ua.es/cibio> • Email: [cibio@carn.ua.es](mailto:cibio@carn.ua.es)

ILUSTRACIÓN PORTADA: Alma Beatriz Gámez Ozuna

#### FOTOCOMPOSICIÓN E IMPRESIÓN:

Compobell, S.L.  
C/ Salón de Ruiz Hidalgo, 9, bajo  
E-30002-Murcia (Spain)

I.S.S.N.: 1575-5495

DEPÓSITO LEGAL: MU-1286-1999

Cuadernos de Biodiversidad no se identifica necesariamente con el contenido de los artículos ni con la opinión de los autores.

# EDITORIAL

Abrimos el primer número de Cuadernos de Biodiversidad del siglo XXI. Un nuevo hito dentro de la todavía corta pero intensa historia del Centro Iberoamericano de la Biodiversidad que en los últimos meses ha visto enormemente intensificada su actividad de expansión hacia la realidad y problemática de la biodiversidad en iberoamérica. Fruto de esta actividad lo constituyen numerosos convenios de colaboración, que en estos momentos se encuentran en diferentes fases de su tramitación, con varios países iberoamericanos, como Costa Rica, Brasil, Colombia, nuevamente con México y Cuba, país este último que representantes del CIBIO tuvimos la oportunidad de visitar a comienzos del mes de febrero de este año para trabajar con los colegas de la Universidad Agraria de Cuba y otras instituciones cubanas, con las que esperamos obtener importantes rendimientos de colaboración en el futuro inmediato. Pero sin duda el acontecimiento más importante y de mayor trascendencia que ha ocurrido desde la aparición del último número de Cuadernos de Biodiversidad ha sido la investidura del Dr. Gonzalo Halffter como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Alicante. El profesor Halffter, gran amigo e impulsor del CIBIO, ha recibido el máximo reconocimiento, el galardón más elevado

que una Universidad puede ofrecer a quien quiere distinguir por su trayectoria, contribuciones científicas, valores morales y relevancia social. Méritos todos ellos, y muchos más, que se reúnen bajo la figura entrañable y poderosa a la vez del profesor Halffter. Sirvan estas palabras, junto a las que se incluyen en páginas interiores relativas a este acto institucional, como homenaje a quien prácticamente ha entregado su vida al conocimiento, investigación y difusión de la biodiversidad. El acto de investidura del profesor Halffter se hizo coincidir con la celebración de otro evento de gran relevancia para el CIBIO como fue el primer Foro Iberoamericano de Biodiversidad, al que fueron invitados representantes de Bolivia, México, Colombia, Costa Rica, Cuba y España. Una oportunidad excelente de conocer las diferentes problemáticas relacionadas con la biodiversidad iberoamericana de la mano y palabras de los propios investigadores que trabajan día a día en el tema, de aunar criterios y esfuerzos en el objetivo común de construir un proyecto común de conservación de la biodiversidad iberoamericana. La próxima cita será en Bolivia.

*José Luis Casas Martínez*  
**CIBIO**



# GONZALO HALFFTER SALAS, DOCTOR *HONORIS CAUSA* POR LA UNIVERSIDAD DE ALICANTE

## *Cuadernos de Biodiversidad*

El pasado 23 de noviembre de 2000, el ecólogo mexicano Dr. Gonzalo Halffter Salas fue investido como Doctor Honoris Causa por la Universidad de Alicante en el transcurso de una solemne ceremonia académica que tuvo lugar en el Paraninfo de esta universidad, habiendo tenido como padrino al profesor D. Eduardo Galante, director del CIBIO (Centro Iberoamericano de la Biodiversidad). Fue este acto el reconocimiento de la comunidad universitaria de la Universidad de Alicante a la labor de toda una vida dedicada al estudio y conservación del medio, como señaló su padrino en el laudatio pronunciado ante el claustro universitario, presidido por el Excmo. y Magco. Sr. Rector Prof. Andrés Pedreño, y que contó con la presencia del Ilmo. Sr. Director de Enseñanzas Universitarias de la Comunidad Valenciana, Prof. Salvador Forner.

El Dr. Gonzalo Halffter Salas nació en Madrid en 1932. Nacionalizado en México, es licenciado en biología y doctor en Ciencias. Ha ocupado ininterrumpidamente varias cátedras, la Dirección de los Departamentos de Biología y Zoología, así como la Dirección de Graduados e Investigación Científica de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional de México y en la actualidad tiene la máxima posición académica que otorga dicha institución universitaria. Entre sus numerosos méritos podemos destacar el haber sido fundador y director del Instituto de Ecología, A.C., cuya sede principal se encuentra en Xalapa (Veracruz, México); director del Museo de Historia Natural de la Ciudad de México y Director Adjunto de Desarrollo Científico del Consejo Nacional de Ciencia y

Tecnología. Asimismo ha sido Presidente del Consejo Internacional de Coordinación del Programa MAB-UNESCO, Presidente del Advisor and Committee for Biosphere Reserves, UNESCO y en la actualidad es el presidente del Comité Mexicano de dicho Programa MAB y Coordinador Internacional del Subprograma XII: «DIVERSIDAD BIOLÓGICA» del Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED-D).

Posee numerosas distinciones entre las que destacan el Special Award of Recognition of the United States National Committee for Man and Biosphere (1980); la Condecoración de Oficial de la Orden del Mérito, otorgada por el Presidente de la República Francesa (1984); Doctor Honoris Causa por la Universidad de París, (1984); Profesor Emérito del Instituto Politécnico Nacional (1986); la medalla Alfonso L. Herrera al Mérito en Ecología y Conservación (1986); el Reconocimiento Especial otorgado por el Presidente de los Estados Unidos Mexicanos por su «Invaluable Aportación al Conocimiento de la Diversidad Biológica en México y por su Contribución Histórica a la Conservación y al Uso Sustentable del Patrimonio Natural de Nuestro País» (Ciudad de México a 5 de junio de 1996); o el Premio al Mérito Ecológico de la Secretaría del Medio Ambiente y Recursos Naturales y Pesca (1997).

Su elevada producción científica se extiende a 288 trabajos de investigación, de los cuales 52 son libros o capítulos de libro.

El acto de investidura se enmarcó en la celebración del I Foro Iberoamericano de Biodiversidad organizado por el CIBIO (22 y 24 de noviembre de



Foto: CIBIO

*El Dr. Gonzalo Halffter junto a su padrino, el Dr. Eduardo Galante Patiño, ante el Secretario General de la Universidad de Alicante, en un momento de la solemne investidura.*

2000). Fue un acto de reconocimiento a un excelente biólogo que ha trabajado durante largos años en el campo del comportamiento animal, la biogeografía y la conservación de recursos biológicos. De su amplia labor como científico, su padrino el Dr. Galante, destacó entre otros el mérito de haber desarrollado el concepto de «Reservas de la Biosfera», figura de protección del medio que incorporó a la estrategia de conservación los aspectos socioeconómicos locales y regionales, basado todo ello en una sólida información científica.

A su vez, el Dr. Halffter destacó en su discurso de ingreso en el claustro de doctores de la Universidad de Alicante, y entre otras cosas, la necesidad de

impulsar la investigación en el seno de las universidades, huyendo de corrientes que abogan a veces por reducir a las instituciones universitarias a meros centros docentes y constreñir la labor investigadora a cuestiones puramente tecnológicas, afirmando «sin universidades y centros de investigación, el desarrollo económico e incluso las libertades democráticas están en situación frágil».

Desde este momento, la Universidad de Alicante se ha engrandecido un poco más, y todos los que pertenecemos a ella nos sentimos extremadamente honrados, al contar entre nuestro claustro con el Dr. Gonzalo Halffter Salas.



# UTILIZACIÓN DE LAS TÉCNICAS BIOTECNOLÓGICAS EN LOS PROGRAMAS DE PREVENCIÓN DEL VIRUS DE LA TRISTEZA DE LOS CÍTRICOS EN EL ESTADO DE VERACRUZ

***Lourdes G. Iglesias, Paula Rojas Mencio***

CENTRO DE GENÉTICA FORESTAL. UNIVERSIDAD VERACRUZANA. MÉXICO

***Jorge L. Enríquez***

CONSEJERÍA DE AGRICULTURA, AGUA Y MEDIO AMBIENTE. MURCIA

## I. INTRODUCCIÓN

Los cítricos constituyen el cultivo de mayor importancia en la Fruticultura Mexicana, tanto por el área que se destina a su cultivo en 17 estados de la República, como por los empleos que genera en la producción, la industria y la comercialización nacional e internacional (de la Osa, 1998; Gómez et al., 1998).

Actualmente México ocupa el cuarto lugar como productor de cítricos en el ámbito mundial de naranjas y primer lugar en la producción de limas ácidas solamente superado por Brasil, Estados Unidos y China (GISE, S.A. de C.V., 1996, citado por de la Osa, 1998). Dentro de los cítricos, la naranja y el limón mexicano son las especies más cultivadas, siguiéndole en orden de importancia, las mandarinas, las toronjas, las limas y el limón real (Chagolla, 1990).

En el estado de Veracruz se cuenta en la actualidad con más de 150.000 hectáreas de cítricos sembradas, de las cuales alrededor del 85.2% corresponde a Naranjas, el 80% a Mandarinas, el 4.5% a Limón Persa y el 0.3% a Toronja. Esto representa más de la tercera parte de la superficie y producción cítrica nacional (Gómez et al., 1998).

La propagación de este grupo de especies se lleva a cabo casi exclusivamente mediante injertos sobre patrones de semillas, que en muchos casos tienen un origen apomíctico. Este tipo de propagación que en general requiere de una gran superficie, resulta algo más tardado, se encuentra limitado por la época del año y la obtención de semilla adecuada, además de que puede promover la transmisión de enfermedades, especialmente sistémicas (Microplasmias, virus, viroides) (Chagolla, 1990).

El virus de la Tristeza de los Cítricos (VTC) constituye hoy en día la enfermedad viral, de carácter letal, que más daño ha ocasionado a la citricultura mundial (Orozco, 1996). Desde fines de la década del 30 hasta los últimos años, esta enfermedad ha ocasionado la muerte de 50 millones de árboles en diversos países (Orozco, 1996). En particular el VTC ha destruido la citricultura de Sudamérica (especialmente en países como Argentina, Brasil y Venezuela) y ha dañado sensiblemente la citricultura de países como Estados Unidos, España e Israel (Roistacher et al., 1994; RIAC, 1995).

En gran parte estos daños pueden ser atribuidos al hecho de que más del 90% de los árboles de los 6 países de mayor producción y exportación de cítri-

cos en la región de América Latina y el Caribe se encuentran injertados sobre portainjertos de naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) (RIAC, 1995), el cual además de ser altamente susceptible al virus de la tristeza de los cítricos, resulta también muy sensible a la *Psorosis* y a los Nemátodos (Curti-Díaz et al., 1996).

México por su parte posee el 95% del total de sus plantaciones susceptibles al VTC, ya que están injertados sobre patrones de naranjo agrio o son de «pie franco» (sin injertar) como los limones «Colima» o «Criollo» (*C. aurantifolia* L.), todos ellos extremadamente susceptibles al VTC, por lo que al igual que los países antes mencionados, la citricultura mexicana no escapa de esta amenaza (Orozco, 1996).

Como indicara Roistacher et al., (1994) cada vez se encuentra más cerca de México el mayor enemigo de los cítricos. Actualmente México se encuentra rodeado de esta epidemia por el Sur (Guatemala y Belice), por el Este (Las Antillas), por el Noroeste (Florida), por el Norte (Texas) y por el Noroeste (California) (de la Osa, 1998).

El vector más eficiente de la enfermedad, que es el áfido *Toxoptera citricidus* Kirkardly (Meneghini, 1946; Costa y Grant, 1951, citados por Brunt et al., 1996), elemento que desencadena con su diseminación la alta mortalidad de plantas, ha sido reportado en varios países de Centroamérica, en migración hacia el Norte, así como en las Islas del Caribe (incluyendo a Cuba). Desde Noviembre de 1995 se le ha detectado también en el estado de la Florida y en Octubre de 1996 llegó a Belice, de modo que se encuentra a solo 150 Km del estado de Quintana Roo (de la Osa, 1998).

En el XIII Congreso Internacional de Fitopatología, desarrollado en Guadalajara, Jalisco, en Septiembre de 1996, se informó por la Dirección General de Sanidad Vegetal de la SAGAR, la presencia del VTC, en sus líneas asintomáticas, en 7 estados de la República, hoy en día éste se ha extendido ya a 12 Estados (de la Osa, 1999, com.pers).

De hecho, desde 1986 se ha reportado la presencia de síntomas del VTC en el estado de Veracruz y desde 1992 se constató su presencia en el campo experimental de Inmecafé en los viveros «El papa-yo» y «El Limoncito» en Tlapacoyán y en la huerta «Ex-Fira» de Martínez de la Torre. Es por ello que se

ha implementado una norma en el Estado que instituye el «Plan de Emergencia contra el virus de la Tristeza» (SARH, 1993).

Aunque en el estado de Veracruz esta enfermedad se ha manifestado en focos aislados y aparentemente con una raza débil del virus (Rocha-Peña, 1995), no se descarta la posibilidad de que se haya distribuido a otras áreas citrícolas dentro y fuera del Estado. La amenaza de la tristeza se torna más preocupante particularmente en las regiones productoras de limón mexicano, ya que esta especie citrícola es altamente vulnerable al VTC (Orozco, 1996).

Como medida de prevención ante esta seria enfermedad desde hace años la mayoría de los países citricultores afectados por el VTC han ido sustituyendo el naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) por portainjertos tolerantes al VTC como son: los Citranges «troyer» y «carrizo» (*Citrus sinensis* L. Osbeck x *Poncirus trifoliata* L. Raf.), la mandarina «Cleopatra» (*Citrus reticulata* Blanco), la lima «Rangpur» (*Citrus aurantifolia* L.) y el limón Volkameriano (*Citrus volkameriana* Pasq.) (RIAC, 1995; Medina, 1995; Orozco, 1996).

Algunos de estos portainjertos como los Citranges «troyer» y «carrizo» (*Citrus sinensis* L. Osbeck x *Poncirus trifoliata* L. Raf.) y el Citrumelo «Swingle» (*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.), además de tolerantes al VTC, pertenecen al grupo de portainjertos cuyo efecto sobre la calidad del fruto es alto (Padrón, 1991).

Aunque en México se han desarrollado diversas acciones preventivas contra el VTC (López, 1994; Colli y Cárdenas, 1995; INEGI, 1996), no se cuenta en la magnitud de lo necesario con un programa de certificación de plantas de cítricos que permita la producción de portainjertos tolerantes al VTC, ni de yemas certificadas de las principales variedades comerciales, de manera que los productores puedan contar con plantas certificadas como medio de defensa ante esta enfermedad (Orozco, 1996).

Es por ello que la mayoría de los productores de la región del Golfo siguen empleando el naranjo agrio (*Citrus aurantium* L.) como portainjerto, dada fundamentalmente la poca disponibilidad de semilla y el gran desconocimiento que tienen sobre el



comportamiento de otros portainjertos en sus plantaciones; por estas razones algunos citricultores han optado por plantar alternadamente un patrón agrio y uno tolerante al VTC dentro de cada hilera; de este modo esperan asegurar una supervivencia de al menos un 50% de sus árboles en caso de que se presente algunas razas severas de este virus (Curti-Díaz et al., 1996).

De acuerdo con López (1994), en la zona norte de Veracruz, donde se encuentran diferencias notables en suelos y clima, no se puede recomendar el uso de un solo portainjerto como sustituto del naranjo agrio, por lo que afirma que la nueva tecnología exige más precisión en la selección de un grupo numeroso de portainjertos, ya que cada uno de ellos presenta limitantes a las propiedades extremas físicas y química del suelo y a otras enfermedades.

Cabe resaltar que ante esta situación, desde hace algunos años, se han estado desarrollando algunas acciones para lograr un adecuado control y prevención del VTC por parte del Centro Estatal de Sanidad Vegetal de Veracruz (CESVER), en coordinación con el Instituto Tecnológico Agropecuario No. 18 (ITA-18) de Ciudad Cardel, Ver., las que han conllevado, entre otras, al establecimiento de un Vivero de portainjertos de cítricos tolerantes al VTC, que se ha venido caracterizando desde un punto de vista morfoagronómico (Coto y Rodríguez, 1998; Gómez et al., 1998).

Las investigaciones dirigidas en particular al estudio, selección y propagación de portainjertos que proporcionen las mejores características hortícolas, con los mejores requerimientos de control de plagas y de enfermedades, constituye uno de los fundamentos necesarios, para cualquier industria cítrica viable y por ello cada país, con una citricultura viable, debe de, con alta prioridad, adoptar un programa adecuado de producción de material de propagación (RIAC, 1995).

La aplicación de las técnicas biotecnológicas con este propósito ha sido una vía muy útil para apoyar los programas de producción y certificación de portainjertos y yemas tolerantes al VTC que por la vía convencional se desarrollan en el Estado. Es por ello que el presente trabajo está dirigido a revisar los principales avances biotecnológicos que al

respecto se han logrado con particular referencia a los que actualmente se han obtenido dentro del Estado.

## II. REVISIÓN DE LOS AVANCES ALCANZADOS EN LOS TRABAJOS DE PROPAGACIÓN *IN VITRO* DE PORTAINJERTOS DE CÍTRICOS TOLERANTES AL VTC

El empleo de las técnicas biotecnológicas como la micropropagación, ya sea a través del cultivo de meristemas y de microinjertos, en combinación o no con las técnicas de termoterapia, así como la inducción del proceso de embriogénesis somática, constituyen en la actualidad alternativas muy prometedoras para obtener plantas de cítricos libres de virus. Es por ello que en los últimos años se ha puesto un mayor énfasis en el empleo de las técnicas de cultivo de células somáticas y otras técnicas moleculares, en el mejoramiento genético de los cítricos (Gill et al., 1995).

En particular en cítricos, los métodos de multiplicación aséptica presentan numerosas ventajas, con respecto a los métodos tradicionales de propagación, debido, a que permiten obtener elevadas tasas de multiplicación en corto tiempo, empleando espacios reducidos y sin las limitaciones impuestas por la época del año, además de que posibilitan la eliminación de patógenos no obligados y promueven la liberación de patógenos sistémicos (Chagolla, 1990). Asimismo, como indicara Mas et al. (1991), mediante esta vía se facilita el transporte e introducción de material vegetativo, sin el riesgo de transmisión de enfermedades.

Los primeros trabajos de propagación *in vitro* en cítricos se realizaron desde la década de los sesenta, con la inducción de embriones nucleares en tres especies monoembriónicas de cítricos (Rangan et al., 1968). Desde entonces se han desarrollado numerosos trabajos para la propagación de cítricos a partir de tejidos nucleares de óvulos fertilizados (Rangan et al., 1969, citado por Chaturvedi y Mitra, 1974) y no fertilizados (Button y Borman, 1971; Mitra y Chaturvedi, 1972, citados por Chaturvedi y Mitra, 1974).

Sin embargo además de tediosos, los métodos antes mencionados poseen entre otros inconvenien-

tes el que solamente se puedan disponer de óvulos que se encuentren en un estadio apropiado de desarrollo en un corto período del año, además de que las plántulas obtenidas por esta vía muestran características de juvenilidad (Chaturvedi y Mitra, 1974). Estas características se manifiestan en forma de árboles muy altos y espinosos, más lentos para entrar en fructificación, producción alternante más marcada, un mayor grosor de la corteza del fruto y pulpa más áspera (Monteverde et al., 1992).

Por otra parte, el cultivo de meristemos que ha resultado exitoso en varias especies vegetales para limpiar materiales infectados por virus, no siempre ha dado buenos resultados en cítricos (Litz et al., 1985; Gravina y Piestun, 1991). Esta técnica que constituye la ruta más fácil y la que menos cambios genéticos provocan —ya que no requiere de la iniciación y diferenciación de órganos adventicios, sino solamente desarrollar los puntos de crecimiento presentes en las yemas— ha sido entre otros empleada por Mosella y Ascui (1985), Lukman et al. (1990), Omura y Hidaka (1992) y Baruah et al. (1996). Hoy en día, como indicara, Baldwin (1993), el cultivo de meristemo se ha adaptado muy bien para la producción comercial de yemas de cítricos libres de virus, fundamentalmente en el estado de la Florida, Estados Unidos.

En México, Rodríguez (1986), citado por Chagolla (1990), cultivó explantes de yema nodal de plantas maduras de dos tipos limoneros mexicanos, cultivados bajo condiciones de invernadero y obtuvo, al igual que Kitto y Young (1981), bajas tasas de multiplicación (alrededor de 3 brotes por yema) y similares dificultades para lograr el enraizamiento de las vitroplántulas obtenidas. Resultados similares fueron obtenidos también por Medina (1995).

Lukman et al. (1990) obtuvieron mejores resultados en el cultivo de meristemos de citrange «troyer» empleando primeramente medio líquido MS (Murashige y Skoog, 1962) suplementado con  $1\text{mgL}^{-1}$  de Ácido Giberélico ( $\text{GA}_3$ ) y  $0.08\text{mgL}^{-1}$  de Benziladenina (BA) y luego medio MS sólido suplementado con  $0.01\text{mgL}^{-1}$  de Ácido naftalenoacético (ANA),  $0.5\text{mgL}^{-1}$  de BA y  $1.0\text{mgL}^{-1}$  de  $\text{GA}_3$ .

Sing et al. (1994) lograron sin embargo inducir un mayor número de brotes (alrededor de 6 brotes

por yema) a partir de cultivo de ápices de 5 a 6 mm de longitud provenientes de plantas maduras de *Citrus reticulata* Blanco cv mandarina «Khasi» y *C. limon* Burm.f.cv «limón Asam» en un medio MS, suplementado con BAP (6 benzilaminopurina), ANA y KIN (6-furfuril aminopurina). Estos autores constataron la importancia del empleo de una combinación de ANA, AIB (ácido indolbutírico) y BAP para lograr un mayor éxito en la formación de brotes múltiples y durante el proceso de enraizamiento y recomendaron para lograr una más elevada tasa de proliferación de brotes en ambas especies, el empleo de medio MS suplementado con  $1\text{mgL}^{-1}$  de BA,  $0.5\text{mgL}^{-1}$  de Kinetina y  $0.5\text{mgL}^{-1}$  de ANA.

A falta de una metodología eficiente para el cultivo *in vitro* de meristemos, que permitiera la liberación de virus y demás patógenos sistémicos en cítricos, se implementó la técnica de Microinjertación. Esta técnica desarrollada primeramente por Murashige et al. (1972) y puesta a punto por Navarro et al. (1975), permite la obtención de plantas libres de virus mediante la inducción al desarrollo de un explante de meristemo apical sobre el epicotilo decapitado de una plántula originada a partir de semilla, en un medio apropiado y bajo condiciones asépticas.

De acuerdo con Navarro et al. (1975) es posible lograr entre un 30-50% de éxito en la aplicación de esta técnica y en algunos casos se ha reportado hasta un 90% (Chen et al., 1992). La técnica de microinjerto posee además la ventaja de que permite la eliminación no solo del virus de la tristeza sino también de otros virus como la *Psorosis* y la *Exocortis* (Monteverde et al., 1992; González et al., 1980), como indicara Roistacher et al. (1994) citado por Gravina y Piestun (1991), la no detección de virus en 400 plantas de distintas variedades de *Citrus* obtenidas por microinjerto y cuya fuente original se encontraba afectada por uno o más de los virus de: *Psorosis*, Amarillamiento, Concavidad gomosa, Hoja rasgada, Infección jaspeada, *Xyloporosis*, *Exocortis* y *Spiroplasma citri*, entre otros, demuestra la alta eficiencia de ésta técnica para la eliminación de distintas razas de estos virus.

Por otra parte se ha indicado (Navarro et al., 1975) que los microinjertos obtenidos no muestran

características de juvenilidad, lo que les permite incluso florecer y fructificar en menos de un año. Es por ello que esta técnica se ha utilizado en muchos países citrícolas del mundo para obtener yemas libres de virus, con vistas a su uso en la propagación comercial de cítricos (González et al., 1977; Starrantino, 1992; Monteverde et al., 1992; Gravina y Piestum, 1991; Paiva et al., 1993; Zarei y Rahimian, 1997; Mukhopadhyay et al., 1997, Parthasarathy et al., 1997).

La frecuencia de éxito de los microinjertos se incrementa con el tamaño del explante meristemático, pero disminuye el porcentaje de plantas libres de virus (Navarro et al., 1975), aunque muchas veces esta relación depende del patógeno (Litz et al., 1985). Por ello se consideran óptimos para lograr un buen equilibrio entre el porcentaje de microinjertos prendidos y la eliminación de virus, el empleo de explantes meristemáticos, cuyos tamaños oscilen entre 0.12-0.18 mm y que posean de 2 a 4 primordios foliares (Navarro et al., 1975; Gravina y Piestun, 1991).

En México, como apuntara Chagolla (1990), se ha logrado obtener plantas de cítricos libres de virus siguiendo la metodología propuesta por Navarro et al. (1975), gracias entre otros a los trabajos desarrollados en el Campo Experimental «General Terán» del INIFAP.

De igual forma se ha logrado inducir en cítricos el proceso de embriogénesis somática especialmente en aquellas especies poliembriónicas (Kunitaki et al., 1991; Gill et al., 1994; Gill et al., 1995; Belkoura et al., 1995). Sin embargo los callos embriogénicos producidos pueden presentar cierta inestabilidad genética, que no los hacen muy apropiados para su uso como método de propagación.

Muy empleada ha sido también, la regeneración de plantas de cítricos por la vía sobre todo de la organogénesis directa (Litz et al., 1985). Esta técnica ha sido descrita en diversos tejidos como: raíces (Sauton et al., 1982; Starrantino y Caruso, 1987; Raman et al., 1992), secciones de hojas (Chaturvedi y Mitra, 1974) y secciones del tallo (Moore, 1986; Raman et al., 1992; Mas et al., 1994; Harada et al., 1996; Thirumalai y Thamburaj, 1996).

Dentro de estas se han logrado muy buenos resultados con el empleo en particular de explantes a

partir de segmentos del tallo (Can et al., 1992; Pérez-Molphe-Balch y Ochoa-Alejo, 1997).

Algunos autores (Rangaswamy, 1961; Murashige y Tucker, 1969, citados por Medina, 1995) consideran que las condiciones de cultivo más adecuadas para la inducción de la organogénesis en cítricos requieren mantener los cultivos a una intensidad luminosa de 3,000 lux por un período diario de 12 a 16 horas y a una temperatura de 25 a 30°C. Los mismos autores coinciden en señalar que la sacarosa satisface los requisitos en la mayoría de los tejidos de cítricos si se emplea en una concentración de 5% (p/v).

De forma general, como apuntara Espinoza (1994), el análisis de los resultados sobre cultivos *in vitro* en cítricos muestran diferencias en las respuestas de los explantes —aún usando técnicas similares—, dada la influencia entre otros de factores como son: tipo de tejido, preparación de los mismos, composición química del medio de cultivo y condiciones de cultivo. Esto ha conllevado a que el número de brotes obtenidos no haya sido muy elevado comparado con otras especies.

Teniendo en cuenta estos resultados que demuestran la utilidad del empleo de las técnicas de cultivo de tejidos para lograr el saneamiento y micropropagación de portainjertos de cítricos tolerantes al virus de la tristeza preservando la estabilidad genética necesaria, se comenzaron desde 1999 a desarrollar algunos trabajos en esta dirección en el Instituto de Genética Forestal de la Universidad Veracruzana.

Como parte de los trabajos realizados se ha logrado la inducción del proceso de organogénesis indirecta, así como se han iniciado los trabajos de microinjertos para la micropropagación de dos portainjertos (Citranges Troyer y Carrizo) tolerantes al Virus de la Tristeza de los cítricos (Fotos 1 y 2).



Foto 1

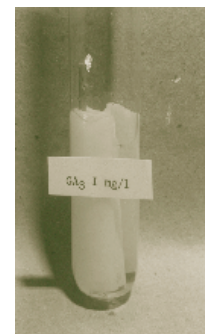


Foto 2

### III. REVISIÓN DE LOS AVANCES ALCANZADOS EN LOS TRABAJOS DE CARACTERIZACIÓN BIOQUÍMICA DE PORTAINJERTOS DE CÍTRICOS TOLERANTES AL VTC

No abundan en la literatura referencias sobre el uso de marcadores bioquímicos y moleculares para evaluar la estabilidad genética del material micropropagado y caracterizar las poblaciones de portainjertos de cítricos tolerantes al VTC.

Cabe mencionar entre otros a algunos autores (Mas et al., 1986; Grosser et al., 1993; Bowman 1994) que han empleado los análisis isoenzimáticos para evaluar la estabilidad genética de las vitroplántulas obtenidas. Otros autores han empleado las variantes isoenzimáticas como marcador genético para la identificación de posturas nucelares y cigóticas en progenies de cítricos (Iglesias et al., 1974; Iglesias y Lima, 1978), para estudiar el polimorfismo bioquímico en éste género (Torres et al., 1978; Torres et al., 1985), así como para identificar los productos de fusión de protoplastos (Tusa et al., 1990).

Sin embargo, debido a la estrecha relación genética existente entre los cultivares de cítricos, los sistemas isoenzimáticos analizados hasta la fecha han revelado la existencia de un bajo nivel de polimorfismo (Roose, 1988, citado por Deng et al., 1995). Es por ello que en los últimos años se ha resaltado la utilidad del empleo en cítricos de otros marcadores moleculares como es el Polimorfismo de ADN amplificado al azar (RAPD) para la identificación de genotipos de *Citrus* estrechamente relacionados (Luro et al., 1992; Deng et al., 1995; Marino et al., 1997). De acuerdo con Deng et al. (1995), esta técnica permite detectar en forma altamente repetible simples cambios de base en el ADN genómico si se examinan suficientes cebadores.



Foto 3

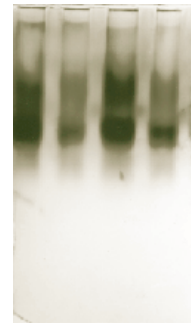


Foto 4

Marino et al. (1997) empleando esta técnica para caracterizar la diversidad genética dentro del germoplasma de *C. limonia*, lograron detectar 100 marcadores RAPD polimórficos que permitió distinguir incluso a clones morfológicamente idénticos.

Los trabajos que actualmente se desarrollan mediante el uso de marcadores bioquímicos en el Instituto de Genética Forestal han revelado la existencia de un marcado monomorfismo en la composición de isoenzimas peroxidadas y fosfatasa ácida (Fotos 3 y 4) en ambos portainjertos en estudio.

En otros sistemas isoenzimáticos analizados (esterasas y polifenoloxidasas) se ha detectado algunas variantes polimórficas (datos no mostrados) que pueden servir de base no sólo para complementar posibles trabajos de identificación varietal de portainjertos de cítricos sino también como una vía de evaluar la estabilidad genética en el material micropropagado.

#### NOTA DE LA REDACCIÓN:

Por limitaciones de espacio no se ha podido incluir la lista completa de referencias bibliográficas que acompaña a este artículo. Los interesados en obtenerla en formato electrónico pueden solicitarla directamente a la dirección de correo electrónico de Cuadernos de Biodiversidad.



# BIODIVERSIDAD DEL SUELO: CONTROL BIOLÓGICO DE NEMATODOS FITOPATÓGENOS POR HONGOS NEMATÓFAGOS

***Luis V. López-Llorca***

UNIDAD DE DIAGNÓSTICO Y CONTROL BIOLÓGICO DE ENFERMEDADES VEGETALES. CIBIO

***Hans-Börje Jansson***

UNIVERSIDAD DE LUND (SUECIA)

## INTRODUCCIÓN

En 1888 se descubrió por primera vez que un hongo (*Arthrobotrys oligospora*) era capaz de infectar nematodos. Los hongos nematófagos son, sin duda, fascinantes de observar al microscopio capturando nematodos, pero ... ¿por qué estudiarlos? Muchos de sus huéspedes, los nematodos, son parásitos de plantas o de animales que afectan a nuestros cultivos o ganado. Los nematicidas químicos que se usan para su control son compuestos tóxicos para la salud humana y el medio. Muchos de ellos, se han prohibido o se ha limitado su uso en muchos países. La prohibición del uso de bromuro de metilo, que además de tóxico degrada el ozono, incrementará los problemas agrícolas de los nematodos. Por ello, parece adecuado estudiar las posibilidades de los hongos nematófagos como agentes de control biológico de nematodos fitopatógenos. En este artículo repasaremos los aspectos más relevantes de la investigación sobre hongos nematófagos.

## HONGOS NEMATÓFAGOS

Los hongos nematófagos se pueden agrupar, según su modo de infectar nematodos, en: atrapadores de nematodos, endoparásitos, parásitos de huevos y hembras o productores de toxinas.

## Hongos atrapadores de nematodos

Estos hongos capturan nematodos vermiformes en órganos especiales de captura que se forman en las hifas. Los Deuteromycetes forman trampas adhesivas como las redes de *Arthrobotrys oligospora*, los pedúnculos de *Monacrosporium haptotylum* o las ramas de *Monacrosporium gephyropagum*. Los Zygomycetes nematófagos capturan nematodos directamente sobre sus hifas (*Stylopage hadra*). Las trampas mecánicas son anillos constreñibles como los de *Arthrobotrys dactyloides* (Fig. 1), o no constreñibles (*M. haptotylum*). Los Hongos atrapadores de nematodos (excepto los Zygomycetes) son parásitos facultativos. *A. oligospora*, es además capaz de atacar las hifas de otros hongos para obtener nutrientes (micoparasitismo). Las fases sexuales (teleomorfos) de *Arthrobotrys* spp. y el hongo productor de toxinas *Pleurotus ostreatus*, son descomponedores de madera. Por ello se piensa que algunos hongos nematófagos obtienen carbono y energía de la decomposición de madera y nitrógeno de los nematodos que parasitan.

## Hongos Endoparásitos

Los hongos endoparásitos utilizan sus esporas para infectar nematodos. Dichas esporas pueden ser

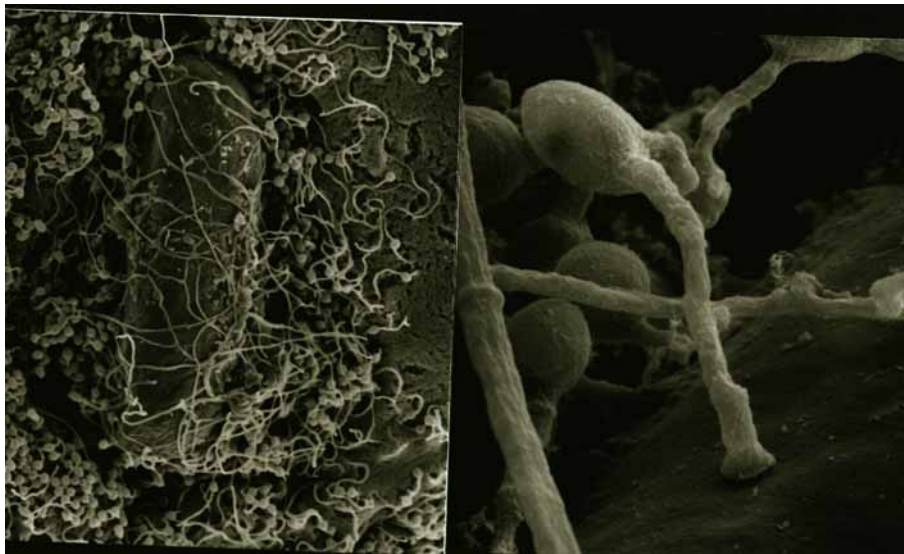


Foto: Luis V. López-Llorca

Fig. 1. Nematodos capturados por anillos constreñibles de *Arthrobotrys dacyloides* *in situ* en el suelo. Barra=100  $\mu$ m. (De Jansson et al., 2000, *Mycologia* 92:10-15.).

móviles, como las zoosporas de *Catenaria anguillulae*, o inmóviles y adhesivas como los conidios de *Drechmeria coniospora* o de *Hirsutella rhossiliensis*. Muchos de los hongos endoparásitos son parásitos obligados de nematodos, que sólo forman esporóforos y esporas fuera del huésped infectado. Además de ello, los hongos endoparásitos poseen un rango de huéspedes más restringido que los atrapadores de nematodos.

### Hongos parásitos de huevos y hembras

Los nematodos sedentarios endoparásitos son infectados por multitud de patógenos fúngicos. Sus estadios móviles (fundamentalmente juveniles de 2º estadio) son parasitados, como los nematodos vermiformes, tanto por hongos atrapadores de nematodos como endoparásitos. Las hembras de nematodos sedentarios (fundamentalmente nematodos de quistes) son infectadas, incluso cuando son inmaduras y no poseen huevos, por hongos zoospóricos como *Catenaria auxiliaris* y *Lagenidium* spp. Muchos son parásitos obligados como *Nematophthora gynophila*, y son responsables (junto con parásitos facultativos de huevos como *Verticillium chlamydosporium*) de la supresividad de suelos a nematodos fitopatógenos como *Heterodera avenae*.

### Hongos productores de toxinas

Algunos basidiomicetos descomponedores de madera forman toxinas en estructuras de sus hifas. El hongo más estudiado es *Pleurotus ostreatus*, que inmoviliza con su toxina a los nematodos antes de infectarlos.

### INFECCIÓN DE LARVAS Y HUEVOS DE NEMATODOS

Los hongos nematófagos muestran una especificidad variable respecto a las especies de nematodos que infectan, pero en general sólo infectan nematodos vermiformes o huevos de nematodos. Como muchos otros microorganismos patógenos, los hongos nematófagos, han desarrollado métodos de reconocimiento de sus huéspedes. La presencia de lectinas en hongos atrapadores de nematodos se ha relacionado con su papel en el reconocimiento de residuos glucídicos en la superficie de los nematodos. Además de ello, los hongos nematófagos atraen nematodos dependiendo de sus capacidades parasíticas/saprofíticas. La intensidad de la atracción es proporcional al grado de parasitismo del hongo implicado.

Las estructuras infecciosas de los hongos nematófagos varían con el tipo de hongo: los atrapadores de nematodos forman órganos de captura en sus

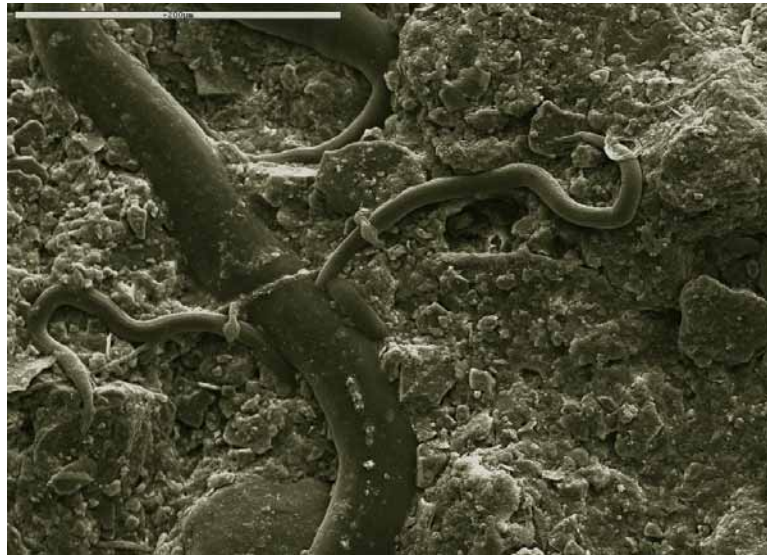


Foto: Luis V. López Llorca

Fig. 2. Huevo del nematodo de quistes de la remolacha (*Heterodera schachtii*) infectado por conidios del hongo *Verticillium suchlasporium*. Barra=25  $\mu$ m. (De Lopez-Llorca & Claugher, 1990 *Micron. Microsc. Acta* 21:125-130.)

hifas, los endoparásitos tienen esporas adhesivas, y los parásitos de huevos forman apresorios (Fig. 2). Todas esas estructuras son vitales para la infección de los huéspedes. La unión al huésped (principalmente por adhesivos extracelulares o por interacciones hidrofóbicas inespecíficas) es un evento inicial en la patogénesis. Posteriormente tiene lugar la penetración (mecánico-enzimática) del huésped. Ya que la cutícula y la cubierta del huevo de los nematodos están formadas fundamentalmente por proteína, las enzimas más probablemente implicadas en la penetración del huésped, son proteasas.

## ECOLOGÍA DE HONGOS NEMATÓFAGOS EN EL SUELO

Los hongos nematófagos y los nematodos son organismos ubicuos que se encuentran en suelos (fundamentalmente en los primeros 30 cm) agrícolas, hortícolas y forestales. Aunque se han detectado de los trópicos a las regiones polares, son raros en ambientes acuáticos (continentales y marinos). Las observaciones directas en suelo de hongos nematófagos, y en general de cualquier microorganismo, resultan complejas. Mediante microscopía de barrido a baja temperatura ha sido posible recientemente el estudio in situ en el suelo del crecimiento, formación de trampas, captura y

digestión de nematodos por hongos nematófagos (Fig. 1).

El parasitismo de huevos de nematodos es, en general, más frecuente en los nematodos de quistes (*Heterodera* spp.) que en los agalladores (*Meloidogyne* spp.). La razón de ello radica probablemente en que, *Meloidogyne* spp. infectan cultivos de agricultura intensiva, donde la falta de condiciones estables impide el establecimiento de antagonistas de nematodos en el suelo y en la rizosfera. La rizosfera es una zona importante para las actividades de los hongos nematófagos, ya la inmensa mayoría de nematodos fitopatógenos afectan a las raíces de los cultivos. En general, la rizosfera de leguminosas cultivables alberga mayor número de propágulos y de especies de hongos atrapadores de nematodos que la cebada, la mostaza y el suelo no rizosférico. La especie vegetal influye también sobre la eficacia de los hongos parásitos de huevos de nematodos. El tomate con mejor colonización radicular por *V. chlamydosporium* que la patata mostró menor infección de huevos al ser inoculada con el hongo y con *M. incognita*. La explicación radica en que el tomate es mejor huésped de *Meloidogyne* que la patata, las agallas son mayores en las raíces del tomate, lo que impide la exposición de los huevos al suelo y disminuye por ello las posibilidades de su infección por el hongo.

## TENDENCIAS FUTURAS

Muy probablemente, nuestro conocimiento sobre los hongos nematófagos se incrementará en los próximos años. Ello se deberá sin duda a los descubrimientos recientes de la biología moderna y en especial con los avances y aplicaciones de técnicas moleculares en el estudio de la patogénesis fúngica. De igual manera el estudio de las relaciones entre hongos no patógenos y la raíz es de gran relevancia en la futura investigación sobre hongos nematófagos. La probable inducción modulada de defensas en la planta por hongos no-patógenos (micorrizas y endófitos), en el caso de los hongos nematófagos sería un elemento a añadir al parasitismo en la lucha contra los nematodos fitopatógenos. Por ello, cuanto mayor sea nuestro conocimiento sobre hongos nematófagos a escala tanto ecológica como molecular, mayores serán las posibilidades de su uso como agentes biológicos de control de nematodos fitopatógenos.

## LECTURAS SUGERIDAS

- Barron, G.L. 1977. *The Nematode-Destroying Fungi. Topics in Mycobiology No. 1*. Canadian Biological Publications Ltd., Guelph.
- Jansson, H.-B. & López-Llorca, L.V. 2000. Biology of nematophagous fungi. Oxford & IBH Publishing Co. New Delhi, India., eds., *Mycology in the New Millennium*. (en prensa).
- Jansson, H.-B., Tunlid, A., & Nordbring-Hertz, B. 1997. Nematodes. In T. Anke (Ed.), *Fungal Biotechnology* (Pp: 38-50). Weinheim: Chapman & Hall.
- Nordbring-Hertz, B., Jansson, H.-B., Friman, E., Persson, Y., Dackman, C., Hard, T., Poloczek, E. & Feldman, R. 1995. *Nematophagous Fungi*. Institut für den Wissenschaftlichen Film, Göttingen. Film No. C 1851.
- Stirling, G.R. 1991. *Biological Control of Plant Parasitic Nematodes*. CAB International, Wallingford.



# LA BIODIVERSIDAD EN LA RED

## *Santiago Bordera Sanjuán*

CIBIO

El tráfico internacional de especies de fauna y flora silvestres mueve anualmente miles de millones de dólares en todo el mundo. Este comercio desmesurado conlleva en no pocos casos la drástica disminución, o incluso la total extinción, de muchas de estas especies, lo que supone pérdidas irreparables en la biodiversidad de amplias zonas del planeta. Precisamente con el fin de paliar este problema entró en vigor en 1975 el conocido CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres) cuyo objetivo básico es el de proteger a las especies silvestres de una explotación desmedida e impedir el comercio de aquellas que se encuentren en peligro de extinción. El CITES cuenta actualmente con 150 países miembros y sus principios emanan del documento sobre las estrategias para el futuro de la vida, publicado conjuntamente por la UICN - Unión Mundial para la Naturaleza, el PNUMA - Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente y el WWF - Fondo Mundial para la Naturaleza.

En relación con esta problemática apuntamos en este número algunas direcciones que pueden facilitarnos amplia y completa información sobre esta convención y otros temas relacionados con la amenaza de especies silvestres.

<http://www.wcmc.org.uk/CITES/esp/index.shtml>

Página principal de CITES en castellano que ofrece extensa información sobre su constitución, fines y partes que han ratificado su adhesión. Del mismo modo se puede acceder al texto íntegro de la convención y a un gran número de resoluciones y decisiones, comités y grupos de trabajo, programas en desarrollo, eventos futuros, bases de datos de las especies de flora y fauna incluidas en el convenio e información variada sobre tratados medioam-

bientales, ONGs asociadas y publicaciones. Todo sobre CITES.

<http://www.iucn.org/>

Página de la Unión Mundial para la Naturaleza que ofrece información sobre la organización, los fines, miembros, comisiones de trabajo, acontecimientos y publicaciones entre otros aspectos. También se puede acceder a los distintos programas desarrollados por las diferentes comisiones, siendo destacables los apartados dedicados a los espacios naturales y las especies.

[http://www.wcmc.org.uk/data/database/rl\\_anml\\_combo.html](http://www.wcmc.org.uk/data/database/rl_anml_combo.html)

<http://www.wcmc.org.uk/species/plants/plants-by-taxon.htm>

Interesantes páginas del «World Conservation Monitoring Centre» que proporcionan acceso directo a dos bases de datos que contienen respectivamente las listas rojas de la UICN de especies de animales y plantas amenazadas del mundo. En cada base se entra por categorías taxonómicas o por el nombre común y posteriormente se puede concretar el país y la categoría del grado de amenaza. Existen documentos adicionales sobre las diferentes categorías utilizadas, estadísticas, bibliografía y notas aclaratorias. Unas páginas de gran utilidad.

<http://www.endangeredspecies.com/>

Ofrece diversos apartados de carácter divulgativo con información sobre causas de amenaza en las especies, qué hacer y cómo ayudar a su conservación, leyes de protección, organizaciones, bibliografía y diversos aspectos de carácter educativo.

# Noticias CIBIO

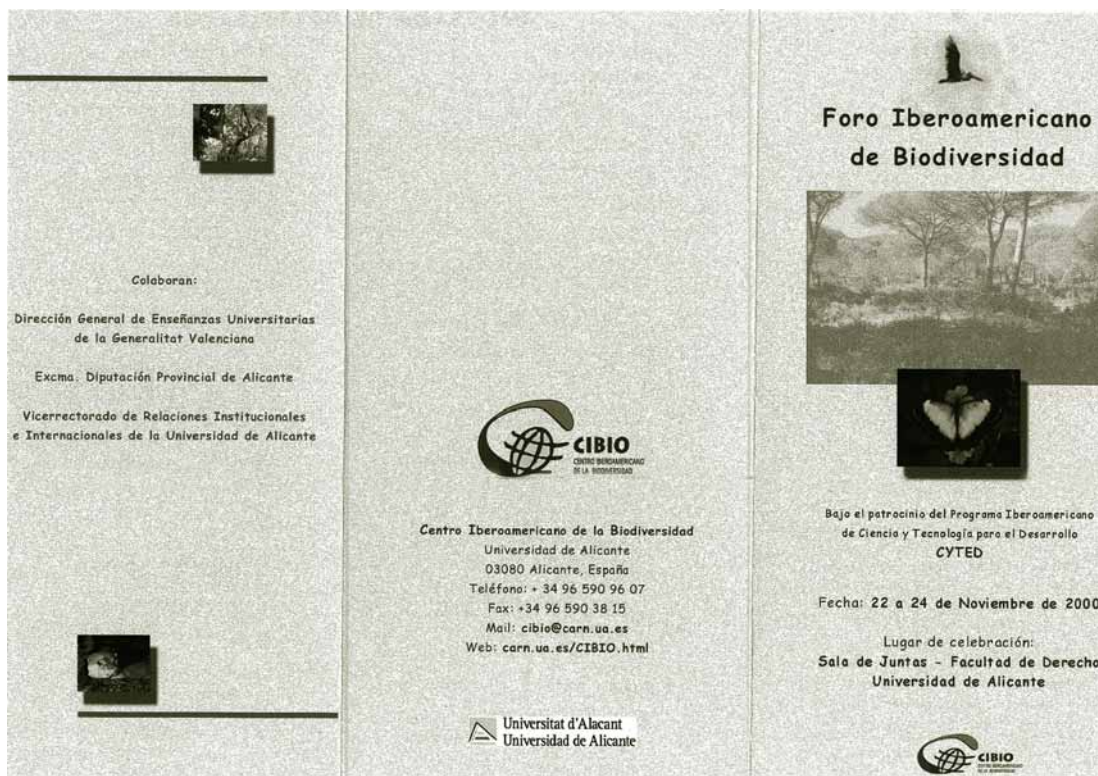
## FORO IBEROAMERICANO DE BIODIVERSIDAD

En el año 1997 se organizaron por primera vez las Jornadas Iberoamericanas de la Biodiversidad, y la Universidad de Alicante fue la sede de dicho evento científico. Ya entonces se dio a conocer un proyecto elaborado entre esta institución universitaria y el Instituto de Ecología de Xalapa (Veracruz, México) y por el cual se acordó la creación del Centro Iberoamericano de la Biodiversidad (CIBIO) con el fin de contribuir a la investigación y vertebración de las políticas de cooperación de los estudios sobre la diversidad biológica en el marco de un desarrollo sostenible. En este ámbito de cooperación internacional, el CIBIO organizó el **Foro Iberoamericano de Biodiversidad**, que fue un fiel reflejo de la voluntad de confrontación de ideas dentro del **Subprograma XII Diversidad Biológica del Programa Iberoamericano CYTED (Ciencia y Tecnología para el Desarrollo)**. El Programa CYTED es un proyecto cuyo objetivo es fomentar la cooperación de los países

iberoamericanos en los campos de la ciencia y el desarrollo tecnológico y que surge de las reuniones de Jefes de Estado y de Gobierno de los países latinoamericanos y España.

El propósito de este Foro fue el fortalecer los lazos de cooperación entre las distintas instituciones iberoamericanas dedicadas al estudio de la diversidad biológica y el propio programa CYTED, buscando como objetivo último, encontrar propuestas a las necesidades de compatibilizar conservación de la biodiversidad y justo desarrollo social y económico en los países de Iberoamérica.

El programa a desarrollar durante la celebración de este Foro comprendió una serie de comunicaciones científicas y sesiones de trabajo que sirvieron de base de discusión de proyectos de investigación y de cooperación en estudios concernientes a la biodiversidad y desarrollo sustentable en Latinoamérica y la Península Ibérica.





**SUSCRIPCIÓN A *CUADERNOS DE BIODIVERSIDAD*:**

Si desea recibir *Cuadernos de Biodiversidad* de forma gratuita en su institución, por favor rellene el siguiente formulario:

Apellidos: ..... Nombre: .....

Profesión: ..... Cargo: .....

Lugar de trabajo: .....

Dirección: .....

Código Postal: ..... Localidad: ..... Provincia: .....

Teléfono: ..... Fax: ..... e-mail: .....

Enviar a:

CIBIO. Universidad de Alicante. Apartado de correos 99. 03080-Alicante

Fax: 965903815

e-mail: [cibio@carn.ua.es](mailto:cibio@carn.ua.es)



# V SIMPOSIUM INTERNACIONAL DE PLANTAS MEDICINALES

24 al 27 de septiembre de 2001  
La Habana, Cuba

## Auspician

Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos  
Industria Médico-Farmacéutica  
Consejo Nacional de Sociedades Científicas de la Salud  
Agencia de Ciencia, Tecnología y Medio Ambiente

***PRESERVAR LA SALUD DEL HOMBRE, RETO DEL PRÓXIMO MILENIO***

## PROGRAMA PROFESIONAL

<p>Conferencias Magistrales Carteles Fórum Comercial Cursos Internacionales</p> <p>Farmacoeconomía</p> <p>Desarrollo tecnológico y Control de Calidad de Fitofármacos</p> <p>Métodos avanzados de toxicología en la industria de fitofármacos</p> <p>Método integral de control de las plagas y enfermedades en las plantas medicinales</p>	<p>Talleres Internacionales <i>«Los productos fitofarmacéuticos en el nuevo milenio»</i></p> <p>Este taller incluye los siguientes bloques Temáticos:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>— Plantas medicinales, biodiversidad y producción sostenible.</li><li>— Los fitofármacos desde la investigación hasta la industria.</li><li>— Empleo de los fitofármacos en la terapéutica médica.</li></ul> <p><b>«Monografías farmacopeicas»</b></p> <p>Este taller organizado por la Red RIPOFRITO del CYTED es por invitación</p>
---	---

**Los interesados deben dirigirse a:**  
Lic. Gerardo Ramírez Camiño  
Ave. 26 No. 1605, Nuevo Vedado.  
Ciudad de La Habana, Cuba, CP. 10600  
Fax. (537) 333556  
e-mail: [cidem@infomed.sld.cu](mailto:cidem@infomed.sld.cu)  
[cinfa@infomed.sld.cu](mailto:cinfa@infomed.sld.cu)

 Universitat d'Alacant  
Universidad de Alicante



  
INSTITUTO DE  
ECOLOGIA, A.C.  
XALAPA (MÉXICO)