



CBYS027845



AVANCE Y PERSPECTIVA

Órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del I.P.N.



9 770185 141010

Volumen 17
Julio-agosto de 1998
México ISSN 0185-1411
\$ 15 pesos

Contaminación
y conservación
del medio ambiente



Ramón López de Mantaras.
Universidad Autónoma de
Barcelona, España.

René Husson.
Instituto Nacional Politécnico
de la Lorena, Francia.

Constantin Bulucea.
National Semiconductor,
Santa Clara California, EUA.

Ezio Biglieri.
Politécnico
de Turin, Italia.

Isaac M. Horowitz.
Instituto de Tecnología de la
Fuerza Aérea, Dayton Ohio, EUA.

Lennart Ljung.
Universidad de Linköping,
Suecia.

4^a CONFERENCIA DE INGENIERIA ELECTRICA

El Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN

El Departamento de Ingeniería Eléctrica del CINESTAV - IPN invita a su Cuarta Conferencia de Ingeniería Eléctrica "CIE 98", la cual se llevará a cabo los días 9, 10 y 11 de septiembre de 1998, en la sede Zacatenco del CINESTAV. Av. Instituto Politécnico Nacional 2508, Col. San Pedro Zacatenco, 07300 México, D.F.

Informes: Dr. Pablo Rogelio Hernández y
Sra. Ma. del Carmen Quintero, Departamento de
Ingeniería Eléctrica, CINESTAV-IPN
Tel. 747-7000 ext. 3018 y 3708,
Fax: 747-7002
e-mail: cie98@mail.cinvestav.mx
URL: <http://www.cinvestav.mx/webelect/>



Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN • Departamento de Ingeniería Eléctrica • Av. IPN 2508 Colonia: San Pedro Zacatenco 07300 México, D.F. • Tel: 747-71-01 • email: ingelect@red.cinvestav.mx • <http://www.cinvestav.mx/webelect/>



Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del IPN
CINVESTAV

DIRECTOR GENERAL

Adolfo Martínez Palomo
SECRETARIO ACADÉMICO
Manuel Méndez Nonell
SECRETARIO DE PLANEACIÓN
Luis Alfonso Torres
SECRETARIO DE RECURSOS
HUMANOS Y MATERIALES
Leonardo Contreras Gómez

AVANCE Y PERSPECTIVA

DIRECTOR EDITORIAL

Enrique Campesino Romeo
EDITORA ASOCIADA
Gloria Novoa de Vitagliano
COORDINACIÓN EDITORIAL
Martha Aldape de Navarro
DISEÑO Y CUIDADO DE LA EDICIÓN
Rosario Morales Álvarez
APOYO
Sección Fotografía
del CINVESTAV
CAPTURA
Josefina Miranda López
Isabel Negrete
María Gabriela Reyna López

CONSEJO EDITORIAL

René Asomoza
INGENIERÍA ELÉCTRICA
J. Víctor Calderón Salinas
BIOQUÍMICA
Luis Capurro Filigrasso
UNIDAD MÉRIDA
Marcelino Cerejido
FISIOLOGÍA
Eugenio Fríxione
BIOLOGÍA CELULAR
Jesús González
LAB. DE QUERETARO
Luis Herrera Estrella
UNIDAD IRAPUATO
María de Ibarrola
INVESTIGACIONES EDUCATIVAS
Eusebio Juaristi
QUÍMICA
Luis Moreno Armella
MATEMÁTICA EDUCATIVA
Miguel Ángel Pérez Angón
FÍSICA
Héctor M. Poggi
BIOLOGÍA
Gabino Torres Vega
FÍSICA

Consulte nuestra página
de Internet:

<http://www.cinvestav.mx/webelc/avance.htm>

RESPONSABLE

Valente Espinoza

AVANCE Y PERSPECTIVA

SUMARIO

Vol. 17

julio-agosto de 1998

- 195 *Medio ambiente, control biológico y hongos parásitos*
Alfredo Herrera-Estrella y Carolina Carsolio
- 205 *Efectos de los plaguicidas sobre la función reproductiva humana:
una asignatura pendiente*
Mariano E. Cebrián
- 215 *El estado de salud del ambiente marino*
Luis R. Capurro

PERSPECTIVAS

- 225 *Renovación*
Adolfo Martínez Palomo

DOCUMENTOS

- 231 *Informe de labores 1997*
Adolfo Martínez Palomo

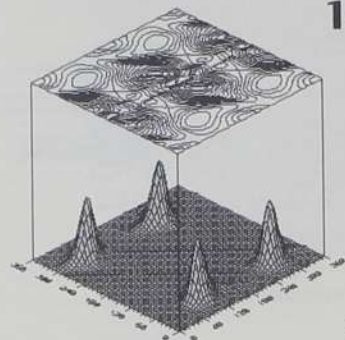
INNOVACIONES EDUCATIVAS

- 255 *El laboratorio de Control Automático de la Unidad Guadalajara del Cinvestav*
Ofelia Begovich

Portada: El Valle de México visto desde el cerro del Chiquihuite, óleo de Francisco Torres Estrada (1966).

Foto: Gerardo Márquez Lemus.

Avance y Perspectiva, órgano de difusión del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN, CINVESTAV, es una publicación bimestral. El Número correspondiente a julio-agosto de 1998, volumen 17, se terminó de imprimir en junio de 1998. El tiraje consta de 8,000 ejemplares. *Editor responsable:* Enrique Campesino Romeo. Oficinas: Av. IPN No. 2508 esquina calzada Ticomán, apartado postal 14-740, 07000, México, D.F. Certificados de licitud del título No. 1728 y de contenido No. 1001 otorgados por la Comisión Calificadora de Publicaciones y Revistas Ilustradas de la Secretaría de Gobernación. Reserva de Título No. 577-85 otorgado por la Dirección General del Derecho de Autor de la Secretaría de Educación Pública. Publicación periódica: Registro No. 01603-89, características 220221122, otorgado por el Servicio Postal Mexicano. *Negativos, impresión y encuadernación:* Litográfica Electrónica, S.A. de C.V. calle Vicente Guerrero 20A Col. Barrio San Miguel, Iztapalapa, 09360, México, D.F. *Avance y Perspectiva* publica artículos de divulgación y notas sobre avances científicos y tecnológicos. Los artículos firmados son responsabilidad de los autores. Las instrucciones para los autores que deseen enviar contribuciones para su publicación aparecen en el número enero-febrero de 1997 página 64. Se autoriza la reproducción parcial o total del material publicado en *Avance y Perspectiva*, siempre que se cite la fuente. *Avance y Perspectiva* se distribuye en forma gratuita a los miembros de la comunidad del CINVESTAV y a las instituciones de educación superior. Suscripción personal por un año: \$ 90.00



14th IUPAC INTERNATIONAL CONFERENCE ON Physical Organic Chemistry

Preconference Symposium
"SYNERGISM OF EXPERIMENTAL AND
THEORETICAL CHEMISTRY"

Mexico City, México
13-14 August, 1998.

To take place at Auditorio A. Rosenblueth, Centro de Investigación
y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (CINVESTAV)

Av. I.P.N. 2508, esquina Ticomán, México, D.F. 07000

Invited Speakers

- José Luis Abboud, Instituto de Química Física "Roscolano", España
- Per Ahlberg, Goeteborg University, Sweden
- Yitzhak Apeloig, Technion University, Israel
- Jerzy Cioslowski, Florida State University, USA
- Miguel Angel García-Garibay, University of California at Los Angeles, USA
- Richard S. Glass, University of Arizona, USA
- Charles Perrin, University of California at San Diego, USA
- Zvi Rappoport, The Hebrew University of Jerusalem, Israel
- Ken'ichi Takeuchi, Kyoto University, Japan
- Alberto Vela, CINVESTAV, México
- Ernst Andres, University of Jena, Germany
- Silvio Biali, The Hebrew University of Jerusalem, Israel
- Gabriel Cuevas, Universidad Nacional Autónoma de México, México
- Sam Gellman, University of Wisconsin, USA
- Heinz Koch, Ithaca College, USA
- Leo Radom, Australian National University, Australia
- Hans-Ullrich Siehl, Ulm University, Germany
- Thomas Tidwell, University of Toronto, Canada
- Pierre Vogel, University of Lausanne, Switzerland

REGISTRATION AND INFORMATION

Dr. Eusebio Juaristi Tel (525) 747 70 00 Ext. 4037
Dr. Bárbara Gordillo Tel (525) 747 70 00 Ext. 4082
or

Sra. Noemí Munguía, Tel. (525) 747 70 00 Ext. 4006
Depto. de Química, CINVESTAV Fax (525) 747 71 13

INTERNET: <http://www.relaq.mx/RLQ/mexico/eventos/presentacion.html>

Cost \$65.00 US dollars (or \$500.00 Mexican pesos), Students \$ 300.00 Mexican pesos.

Medio ambiente, control biológico y hongos parásitos

**Alfredo Herrera-Estrella y
Carolina Carsolio**

Pesticidas

La elevada producción lograda en la agricultura moderna está basada de manera importante en la práctica del monocultivo, lo cual genera un gran número de plantas casi idénticas en un mismo lugar. Esta práctica agrícola nos permite proveer de alimentos a la creciente población mundial. Sin embargo, esta situación no es natural desde el punto de vista ecológico, es inherentemente inestable y ofrece considerable oportunidad para la invasión de las cosechas por pestes, malas hierbas y enfermedades. Los pesticidas se aplican a los sistemas agrícolas con el propósito de proteger a las plantas de estos daños, que aún hoy en día destruyen casi el 33% de las cosechas. Las aplicaciones de estos agentes químicos son consideradas efectivas si logran el resultado biológico deseado. Por otro lado, se consideran económicamente viables si el rendimiento y la calidad de la cosecha superan el costo de los productos y de su aplicación. Pero el uso de pesticidas también ha tenido como resultado costos significativos para la salud pública y el medio ambiente. En términos generales, la cantidad de pesticidas liberados anualmente al medio ambiente aumentó alrededor de 1900% en el periodo de 1930 a 1980.

Hoy en día las probabilidades de cambiar las técnicas agrícolas modernas son pocas, especialmente el monocultivo, debido a la necesidad de alimentar a la población humana ya existente. Es por esto que los científicos se enfrentan ahora a la necesidad de buscar

El Dr. Alfredo Herrera-Estrella es investigador titular del Departamento de Ingeniería Genética de Plantas de la Unidad Irapuato del Cinvestav. La Dra. Carolina Carsolio es recién egresada del mismo departamento.



maneras nuevas, efectivas y ecológicamente sensatas de controlar las plagas, malas hierbas y enfermedades vegetales.

Control biológico

Uno de los enfoques alternativos es la aplicación de técnicas de control biológico, término al que se le han dado diferentes significados. Daremos las siguientes definiciones, que representan puntos de vista extremos del concepto: "El control biológico es el control de los patógenos por uno o más organismos, logrado de forma natural o a través de la manipulación del medio ambiente, huésped o antagonistas, o por la introducción masiva de uno o más antagonistas". Esta definición nos brinda un concepto amplio que incluye nociones como las de prácticas de cultivo y resistencia a las enfermedades. Por otro lado tenemos el concepto clásico: "Control biológico es el uso deliberado de un organismo para controlar a otro". A lo largo de este texto se usará el término "control biológico" en este sentido más restringido.

La aplicación de agentes de control biológico para controlar fitopatógenos presentes en el suelo es una alternativa promisoriosa al uso de sustancias químicas. En general se reconoce que los agentes de control biológico son más seguros y también más adecuados para la conservación del medio ambiente, que el uso de grandes volúmenes de pesticidas. Más aún, el control biológico clásico, cuando es efectivo, es un método con grandes ventajas, ya que elimina el uso de pesticidas y si el agente biológico introducido se establece adecuadamente, el control es durable y se abaten inversiones posteriores; en este aspecto difiere del uso de pesticidas, el cual requiere aplicaciones repetidas. La necesidad de métodos alternativos de producción agrícola y las ventajas del control biológico han llevado a un renovado interés por el descubrimiento, desarrollo y perfeccionamiento de agentes útiles para este fin. En estos esfuerzos se han seguido estrategias clásicas de búsqueda de la fitopatología, pero también se han empezado a utilizar las metodologías disponibles a través de la biología molecular.

Una de las más tempranas y exitosas aplicaciones del control biológico fue la importación del escarabajo

Vedalia de Australia en 1888 para controlar la escama algodonosa de los cítricos. Esta enfermedad fue controlada por los escarabajos y el control ha sido efectivo por más de 100 años.

El primer intento de controlar una enfermedad radicular por medio de microorganismos introducidos en el suelo fue llevado a cabo por C. Hartley en 1921. Hartley observó que cuando la tierra de los viveros se saneaba antes de plantar semillas de coníferas, ésta era reinvasida rápidamente por *Pythium* y *Rhizoctonia* y la pudrición de las plántulas era frecuentemente total. En cambio, la infección no era tan dañina cuando las plántulas eran sembradas en tierra sin tratar. Hartley denominó a esto el factor biológico de la tierra y dedujo que el efecto observado se debía a microorganismos que competían con los hongos patógenos. A partir de estas observaciones realizó los experimentos clásicos en los que inoculó la tierra esterilizada con 12 aislados de hongos saprofitos y uno de bacterias, y obtuvo un control significativo de la pudrición de la raíz de las plántulas de pino causada por *Pythium debaryanum*. Adicionalmente, se obtuvo una mejor sobrevivencia y el crecimiento inicial de las plántulas.

Recientemente se han intensificado los esfuerzos encaminados a identificar agentes de control biológico potenciales, además de desarrollar los procedimientos de producción y aplicación de dichos agentes. Sin embargo, son realmente pocos los casos en los que estos agentes se producen en forma comercial y se usan en la actualidad. Esta situación es debida a varias razones, que van desde el orden económico y dificultades en la producción de una fórmula adecuada, hasta la falta de conocimiento de la enfermedad y de un entendimiento a profundidad del proceso antagónico del agente biocontrolador.

En un sistema de control biológico existen dos tipos de estrategias que pueden aplicarse para contrarrestar a un fitopatógeno: directas e indirectas. Dentro de las estrategias indirectas se encuentra el uso de suelo orgánico que favorece la actividad antagónica contra un patógeno específico. Otra alternativa es la protección cruzada, la cual involucra la estimulación de los mecanismos de defensa de la planta contra un patógeno en particular, pre-inoculando la planta con una cepa no virulenta. El éxito de la protección cruzada ha sido documentado en el caso de virus, bacterias y hongos.

Las estrategias directas involucran la introducción de antagonistas microbianos específicos en el suelo. Estos son organismos que tienen que proliferar y establecerse en un nicho ecológico apropiado para poder ser activos contra el patógeno, interfiriendo en su desarrollo o sobrevivencia. Existen tres mecanismos de interacción antagónica entre microorganismos: competencia, antibiosis y parasitismo.

Algunos biocontroladores han mostrado ser efectivos en el control de patógenos de plantas. Sin embargo, su uso es todavía muy limitado, lo cual se debe, en parte, al hecho de que el control de enfermedades con agentes microbianos resulta menos efectivo que el control químico. Para que los biocontroladores puedan llegar a ser componentes importantes en el manejo de enfermedades vegetales, deben ser más efectivos y económicamente viables. Para lograrlo se requiere de un mayor conocimiento de la enfermedad y un mayor entendimiento del proceso antagónico del agente de biocontrol, que permitan desarrollar cepas mejoradas del mismo, así como sistemas de aplicación que incrementen su actividad biológica. Los atributos de un sistema de control biológico pueden ser aumentados, mejorando al agente biocontrolador mediante el uso de ingeniería genética, lo que permitiría no sólo incrementar



su actividad antagónica sino también extender su espectro de acción.

La capacidad antagónica de un hongo está determinada parcialmente por su estado fisiológico, que puede ser alterado por cambios en las condiciones fisicoquímicas o nutricionales asociadas con la utilización de recursos, y repercute en su capacidad combativa frente al hongo huésped.

El antagonismo puede ser por contacto directo o a distancia. El directo involucra el contacto físico entre los dos organismos, mientras que el indirecto no requiere contacto físico y se presenta cuando un hongo libera en el ambiente sustancias que inducen un efecto negativo sobre otro, entre las cuales se incluyen antibióticos y enzimas líticas (figura 1).

En una interacción combativa pueden distinguirse varios mecanismos antagónicos tales como la producción de antibióticos, la secreción de enzimas líticas, la interferencia entre hifas, y la penetración directa al huésped. En una interacción hongo-hongo puede presentarse más de uno de estos mecanismos, ya sea

individual o de manera simultánea. Sin embargo, sólo aquellas relaciones en que un hongo obtiene directa o indirectamente todos o algunos de sus nutrientes de otro hongo, pueden ser calificados de *micoparasitismo*, aunque la actividad parasítica puede involucrar cualquiera de los mecanismos descritos anteriormente.

Barnett y Binder¹ clasificaron el micoparasitismo en dos tipos: (a) parasitismo necrotrófico o destructivo, en el cual la relación micoparasítica resulta en la muerte del hongo huésped, y (b) parasitismo biotrófico, en el que el desarrollo del parásito es favorecido por el contacto persistente con células vivas del huésped.

Los micoparásitos necrotróficos tienden a ser más agresivos, ya que tienen un amplio espectro de huéspedes y son relativamente poco especializados en su mecanismo de acción. La actividad antagónica de un micoparásito necrotrófico está dada por la producción de antibióticos, toxinas o enzimas hidrolíticas que causan la muerte y destrucción del huésped. Por otro lado, el micoparásito biotrófico tiene un espectro de huésped más restringido y produce estructuras especializadas (ej., haustorios) para absorber los nutrientes del interior de su huésped.

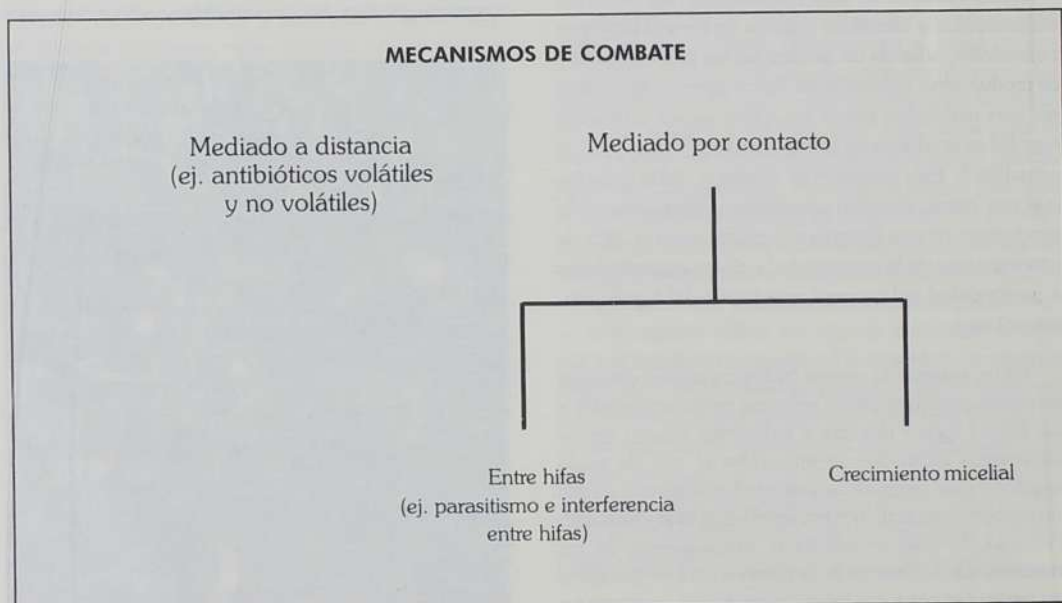


Figura 1. Mecanismos de combate entre hongos.

Micoparasitismo y control biológico

Aun con el uso intensivo de fungicidas, la destrucción de las cosechas por hongos es un serio problema a nivel mundial, que repercute en pérdidas anuales de 15 al 20% de la producción agrícola. De ahí que cualquier metodología que ayude a resolver este problema puede tener importantes consecuencias económicas, especialmente si además ayuda a disminuir las fuertes cantidades de fungicidas aplicados en el campo. La investigación sobre micoparásitos usados en el control biológico puede contribuir en esta dirección.

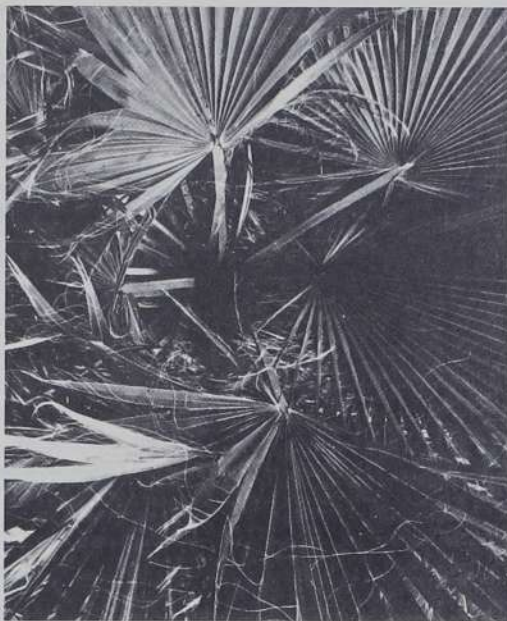
Muchos estudios sobre micoparasitismo en control biológico se han publicado en años recientes. Sin embargo, la mayoría de los micoparásitos usados a la fecha como agentes de control biológico, tanto en invernadero como en campo son del tipo necrotrófico, son saprófitos por naturaleza, y más comunes. En relación a los micoparásitos biotróficos sólo se conocen unos pocos ejemplos usados como agentes de biocontrol.

Weindling y colaboradores² fueron los primeros en demostrar que un organismo podía ser usado como agente de control biológico. Estos autores publicaron que algunas especies de *Trichoderma* eran capaces de controlar una enfermedad provocada por hongos fitopatógenos, cuando son inoculadas en el suelo del cultivo. Dado que el micoparasitismo es un fenómeno natural, éste ha sido usado como la base en el control biológico de hongos patógenos.

Recientemente se han explotado interacciones antagónicas de hongos ya sea por aplicación directa a suelos infectados o a través del desarrollo de métodos agrícolas que incrementan estas relaciones ya existentes. En la tabla 1 se muestra una recopilación de los agentes de biocontrol fúngicos utilizados en forma comercial contra hongos fitopatógenos de suelo, entre los cuales se destacan siete formulaciones que contienen *Trichoderma spp.*

Trichoderma harzianum como agente de control biológico

Uno de los organismos biocontroladores más exitosos para el control de enfermedades por patógenos del suelo



ha sido el hongo micoparásito necrotrófico *Trichoderma harzianum*. Hace 65 años Weindling² vislumbró el potencial para el uso de *Trichoderma* como agente de control biológico. Él fue el primero en demostrar que había actividad micoparasítica de hongos de este género hacia patógenos como *Rhizoctonia solani*. Varias especies de *Trichoderma spp* han sido probadas como agentes de biocontrol. Entre ellas *T. harzianum* ha sido el más efectivo y se ha encontrado que ataca a varias especies de hongos fitopatógenos de suelo que son de importancia agrícola y económica (tabla 2).

Sin embargo, a pesar del éxito alcanzado, los tratamientos con *T. harzianum* no han sido tan eficientes como lo es el uso de algunos fungicidas. Es por esto que se ha combinado el uso de *T. harzianum* con otras prácticas agrícolas para el control de los hongos fitopatógenos, surgiendo lo que se conoce como manejo integral de plagas. Ahmad y Baker³ produjeron mutantes de *T. harzianum* tolerantes a Benomyl que pueden ser usadas en el campo con dosis subletales de este fungicida. También se puede combinar el uso de *T. harzianum* con dosis bajas de bromuro de metilo, captan, pentaclorónitrobenzeno (PCNB) o con solarización. Asimismo, las limitaciones de una sola cepa para

Tabla 1. Productos comerciales de biocontrol fúngicos para su uso contra hongos fitopatógenos de suelo.

Producto/Organismo/País	Patógeno/Enfermedad	Formulación/ Método de Aplicación
Bio-fungus <i>Trichoderma</i> spp Bélgica	<i>Sclerotinia</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Pythium</i> spp, <i>Fusarium</i> , <i>Verticillium</i>	Granular, polvo soluble; paillitos y migajas. /Aplicado después de la fumigación; incorporado en suelo, aerosol o inyectado.
BinabT/ <i>T. harzianum</i> <i>T. polysporum</i> Suecia-Gran Bretaña	Hongos patógenos que causan marchitez, pudrición de la raíz y de la madera	Polvo humectable y pastilla aerosol/Mezclado con sustrato pintado sobre heridas en árboles, insertando pastillas en los hoyos excavados en madera.
Supresivit <i>T. harzianum</i> Dinamarca-República Checa	Varios hongos	No se indica.
T-22G, T-22HB <i>T. harzianum</i> USA	<i>Pythium</i> spp, <i>R. solani</i> , <i>Fusarium</i> spp, <i>Sclerotinia homeocarpa</i>	Gránulos o polvo seco./Adicionado en gránulos en surcos con aplicador granular, por diseminación en turba, mezcla con suelo de invernadero o polvo mezclado con semillas.
Trichodex <i>T. harzianum</i> Israel	<i>Botrytis cinerea</i> , <i>Colletotrichum</i> spp, <i>Fulvia fulva</i> , <i>Monilia laxa</i> , <i>Plasmopara viticola</i> , <i>Pseudoperonospora cubensis</i> , <i>Rhizopus stolonifer</i> , <i>Sclerotinia sclerotiorum</i>	Polvo humectable. Aerosol.
Trichopel, Trichoject, Trichodowels, Trichoseal <i>T. harzianum</i> <i>T. viride</i> Nueva Zelandia	<i>Armillaria</i> , <i>Botryosphaeria</i> , <i>Chondrostereum</i> , <i>Fusarium</i> , <i>Nectria</i> , <i>Phytophthora</i> , <i>Pythium</i> , <i>Rhizoctonia</i>	No se indica.
TY/ <i>Trichoderma</i> spp Israel	<i>Rhizoctonia solani</i> , <i>Sclerotium rolfsii</i> , <i>Pithium</i> spp	No se indica.
AQ10 Biofungicide <i>Ampelomyces quisqualis</i> M-10 Israel	Enmohecimiento	Gránulos dispersos en agua.
Aspire/ <i>Candida oleophylla</i> I-182 Israel	<i>Botrytis</i> spp., <i>Penicillium</i> spp.	Aplicación post cosecha a frutos empapándolos, por goteo o en aerosol
Biofox C / <i>Fusarium oxysporum</i> (no patógeno) Italia	<i>Fusarium oxysporum</i> , <i>Fusarium moniliforme</i>	En polvo o gránulo de alginato. Tratamiento en semilla o incorporado en suelo.
Fusaclean / <i>Fusarium oxysporum</i> (no patógeno) Francia	<i>Fusarium oxysporum</i>	Esporas y microgránulos. Por goteo, en surcos o incorporado en mezcla.
Mycostop <i>Streptomyces griseoviridis</i> , cepa K61 Finlandia	<i>Fusarium</i> spp., <i>Alternaria brassicola</i> , <i>Phomopsis</i> spp., <i>Botrytis</i> spp, <i>pythium</i> spp., y <i>Phytophthora</i> spp	En polvo./En aerosol o a través de un sistema de irrigación.
Polygandron <i>Pythium oligandrum</i> República de Slovakia	<i>Pythium ultimum</i>	En gránulo o polvo./Tratamiento de la semilla o incorporación en suelo.
Rotstop <i>Phlebia gigantea</i> Finlandia	<i>Heterobasidium annosum</i>	Esporas en polvo inerte./En aerosol.

Tabla 2. Hongos fitopatógenos controlados por *Trichoderma harzianum*.

Hongos controlados por <i>T. harzianum</i>	Cultivos afectados
<i>Botrytis cinerea</i>	Vid y fresa
<i>Macrophomina phaseolina</i>	Frijol y melón
<i>Fusarium culmorum</i>	Tomate, melón, algodón y trigo
<i>Fusarium oxysporum</i>	Tomate, melón, algodón y trigo
<i>Phythium aphanidermatum</i>	Chicharo, pepino, tomate y pimiento
<i>Phythium ultimum</i>	Chicharo, pepino, tomate y pimiento
<i>Rhizoctonia solani</i>	Alfalfa, clavel, zanahoria, berenjena, betabel, tomate, algodón, papa, fresa, rábano, haba, flor de lis y cacahuete
<i>Rhizoctonia tuliparum</i>	Algodón, papa, fresa, rábano, haba, flor de lis y cacahuete
<i>Rosellinia necatrix</i>	Almendra y manzana
<i>Sclerotinia sclerotium</i>	Tomate, haba, flor de lis y cacahuete
<i>Sclerotinia minor</i>	Tomate, haba, flor de lis y cacahuete
<i>Sclerotium cepivorum</i>	Ajo y cebolla
<i>Sclerotium rolfsii</i>	Frijol, algodón, haba, flor de lis y cacahuete
<i>Septoria tritici</i>	Trigo
<i>Verticillium spp</i>	Papa

crecer en distintas condiciones de temperatura, pH, tipo de suelo, etc. condujeron a la práctica de mezclar distintas cepas de *Trichoderma* para conseguir un bio-control adecuado en una amplia variedad de situaciones.

Existen diferentes factores involucrados en las propiedades antifúngicas de *Trichoderma*, los cuales pueden ser agrupados en tres categorías: producción de antibióticos, competencia por nutrientes y micoparasitismo.

Con respecto a la antibiosis, se ha demostrado que produce las llamadas trichorzianinas, las cuales interaccionan con la membrana plasmática del huésped. Adicionalmente, se han identificado compuestos antifúngicos como alkil pironas y un compuesto inhibitorio de tipo furanona. Sin embargo, no se ha determinado con claridad cuál es la contribución de estos antibióticos en la supresión del patógeno y reducción de la enfermedad *in situ*.

Dado que muchos hongos fitopatógenos requieren de nutrientes exógenos para germinar, penetrar e infectar

el tejido huésped, la competencia por nutrientes limitados (carbono, nitrógeno y hierro), puede afectar su desarrollo de manera importante. Este mecanismo se presenta en *T. harzianum*, y está dado por la competencia por carbono y nitrógeno en la rizosfera, lo que en el caso de *Fusarium oxysporum* provoca una disminución de la germinación de las clamidosporas.

El mecanismo preciso involucrado en el control biológico de un hongo por *Trichoderma* aún no está claro. Parece ser que más de uno de estos mecanismos operan simultáneamente, contribuyendo cada uno en la actividad antagónica general. La realización de experimentos bajo condiciones controladas de laboratorio permite estudiar este proceso biológico en forma parcial. Un ejemplo de ello está dado por la producción simultánea de antibióticos y enzimas líticas en cultivos líquidos que contienen paredes celulares de *Botrytis cinerea*. Se ha observado que la combinación de pequeñas cantidades de antibióticos y enzimas líticas de *Trichoderma* inhiben la germinación de esporas y elongación del tubo germinal del hongo huésped. Según estos resultados, se ha sugerido la actividad sinérgica



entre antibióticos y enzimas líticas producidas por *Trichoderma* en la interacción con un huésped. Sin embargo, numerosos estudios han demostrado que el éxito del control biológico de hongos fitopatógenos por *Trichoderma* se debe principalmente al micoparasitismo.

Mecanismo de acción

El micoparasitismo de *T. harzianum* es un proceso complejo, en el cual se ha observado un crecimiento quimiotrópico de *Trichoderma* hacia su huésped, enrollamiento de las hifas alrededor del mismo, formación de estructuras similares a apresorios, penetración del micelio y finalmente su lisis.

La respuesta antagónica primaria entre *Trichoderma* y el fitopatógeno involucra el crecimiento dirigido hacia la hifa susceptible, probablemente por quimiotropismo positivo. *Trichoderma* detecta a su huésped a distancia y comienza a ramificarse en forma atípica, creciendo hacia su presa. Las bases bioquímicas de este fenómeno aún no se comprenden, pero la respuesta quimiotáctica en una relación huésped-parásito ha sido encontrada en otros sistemas, tales como bacterias patógenas de plantas y hongos que atrapan nemátodos. Este evento

es presumiblemente una respuesta del antagonista a un gradiente químico proveniente del huésped. Sin embargo, no se han detectado estímulos específicos, además de aminoácidos y azúcares simples.

Cuando el micoparásito alcanza al hongo susceptible, sus hifas a menudo se enrollan alrededor de él o crecen a lo largo del hongo, formando estructuras morfológicamente similares a apresorios, que probablemente ayudan a penetrar la pared celular del huésped. El fenómeno de enrollamiento y formación de apresorios ha sido registrado para otros micoparásitos. Sin embargo, en el caso de *P. oligandrum*, el enrollamiento del antagonista alrededor del huésped, indica resistencia temporal de este último más que susceptibilidad. En *Trichoderma* se encontró que esta reacción es más específica, ya que sólo ataca a unos pocos hongos. Dennis y Webster⁴, usando fibras de plástico de un diámetro similar a la hifa de *P. ultimum*, concluyeron que el enrollamiento de *Trichoderma* no es meramente un estímulo de superficie, puesto que la hifa nunca se enrolla alrededor de la fibra. Esto lleva a la idea que hay una base molecular para tal especificidad. Recientemente se ha examinado el posible papel de las aglutininas en el proceso de reconocimiento que determina la especificidad de la interacción hongo-hongo.

La unión y reconocimiento entre el micoparásito y su huésped podría ser esencial para el éxito de los eventos que le continúan. Las lectinas son proteínas unidas a carbohidratos, o glicoproteínas de origen no inmune, que aglutinan células y/o precipitan glico-conjugados; fueron descubiertas en plantas y más tarde en microorganismos. Además, se ha visto que están involucradas en las interacciones entre la superficie celular y su ambiente extracelular. En algunos hongos fitopatógenos, tales como *R. solani* y *S. rolfii* se ha determinado la presencia de lectinas sobre su hifa, las cuales son producidas como componentes del polisacárido extracelular.

La capacidad de diferentes aislados de *Trichoderma* spp para reconocer y atacar *R. solani* y *S. rolfii* correlaciona directamente con la aglutinación de conidias de *Trichoderma* por las lectinas presentes en el patógeno. Las lectinas estimulan en *T. harzianum* el enrollamiento de la hifa y la formación de estructuras similares a apresorios alrededor de superficies inertes que mimetizan al hongo huésped. Cuando el micoparásito crece sobre

fibras de nylon, cubiertas con concanavalina A o una lectina de *S. rolsii*, la incidencia en el enrollamiento y la formación de estructuras es significativamente más alta que cuando crece en presencia de fibras no tratadas, sugiriendo un papel importante de las lectinas en la interacción primaria huésped-micoparásito.

Después de los eventos de reconocimiento y adhesión, *Trichoderma* penetra a la hifa huésped aparentemente por la degradación parcial de la pared celular. Mediante el uso de microscopía electrónica se detectaron sitios lisados y señales de penetración en hifas de *R. solani* y *S. rolsii* después de remover la hifa de *Trichoderma*. Una vez que el micoparásito rompe la estructura de la pared celular, ocurre un desbalance osmótico y finalmente la lisis del huésped. La degradación de la pared celular por enzimas líticas es clave en el proceso micoparasítico. El nivel de enzimas hidrolíticas producidas por *T. harzianum* difiere en cada interacción parásito-huésped analizada. Este fenómeno se encontró que correlaciona con la capacidad de cada aislado de *Trichoderma* para controlar a un patógeno específico. Estas diferencias podrían también explicar la variabilidad en la actividad antagonista de otros aislados de *Trichoderma*.

En respuesta a la invasión, el hongo produce una matriz, la cual encapsula la hifa que penetra, y las células del huésped llegan a vaciarse del contenido citoplasmático. Después de la penetración, *T. harzianum* produce nuevas enzimas extracelulares como lipasas y proteasas. La hifa del huésped muestra una rápida vacuolación, colapso y desintegración.

Enzimas hidrolíticas producidas por *T. harzianum*

La degradación de las paredes celulares es un paso clave en el micoparasitismo. La pared celular de los hongos es una estructura bastante compleja constituida por diferentes polímeros. En general se componen de una capa interna de microfibrillas cristalinas embebidas en una matriz amorfa, junto con una o más capas externas. Los componentes más abundantes de la pared celular de la mayoría de los hongos son la quitina, β -1,3-glucana y glicoproteínas. Sin embargo, lo que le da a la pared celular sus características especiales es la forma en la

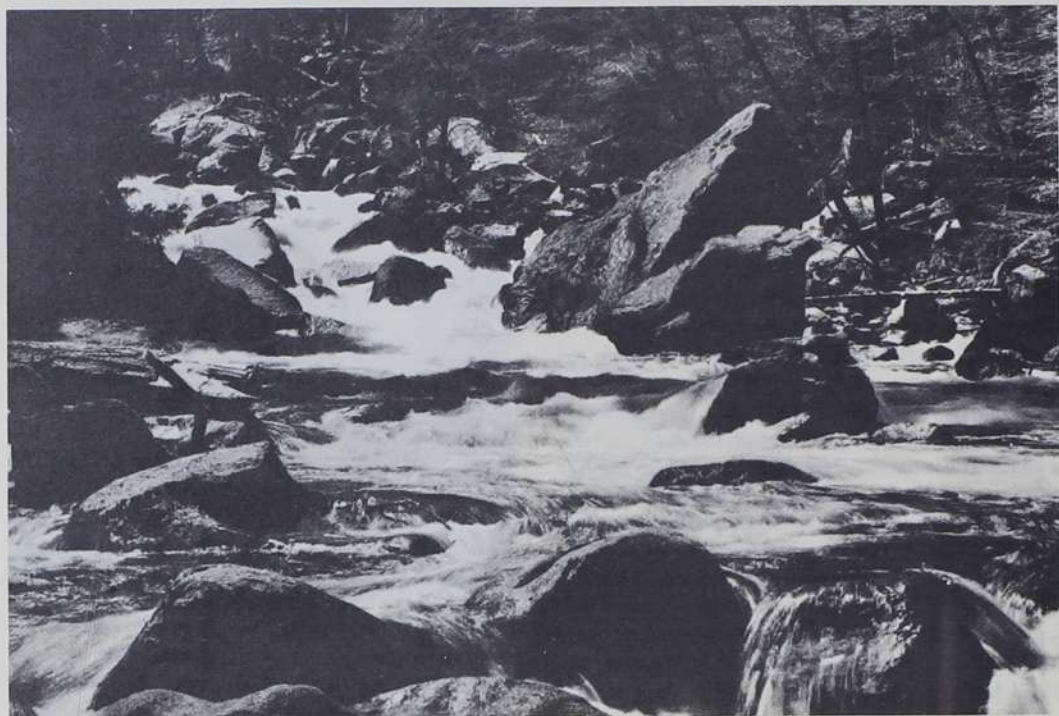


que estos polímeros interactúan entre ellos. Existen evidencias de que algunas manoproteínas se encuentran ensambladas con fibras de β -glucana y de quitina, formando una red resistente.

Dada la composición de la pared celular de casi todos los hongos, se ha sugerido que las quitinasas, las proteasas y las β -1,3-glucanasas podrían ser las principales enzimas involucradas en el proceso del micoparasitismo. Sin embargo, es probable que la acción coordinada de todas las hidrolasas producidas por *Trichoderma* sea necesaria para una degradación completa de la pared celular. De hecho se sabe que varias cepas de *Trichoderma* son capaces de secretar enzimas hidrolíticas como quitinasas, proteasas y β -glucanasas al medio de cultivo cuando son crecidas en presencia de paredes celulares de hongos. Además, la producción de varias de estas enzimas se induce durante la interacción micoparasítica.

Un futuro promisorio

Como sabemos, hoy en día existe una creciente preocupación de la sociedad acerca del uso de pesticidas químicos. Los gobiernos de un gran número de países están cada día más conscientes de los problemas



asociados al uso de estos químicos en términos de su impacto en el medio ambiente, así como en los agricultores y los consumidores de productos agrícolas. Una de las pocas alternativas existentes es el uso de agentes de control biológico por su capacidad natural de limitar el desarrollo de patógenos y por lo tanto de suprimir sus efectos devastadores.

Si bien se puede considerar que el entendimiento de estos sistemas biológicos está todavía en pañales, los avances más recientes se han logrado con gran rapidez, lo cual nos hace tener grandes expectativas para el futuro cercano. Se puede decir con gran seguridad que dichos avances nos permitirán hacer un mejor empleo de los agentes de control biológico e incluso obtener organismos mejorados con la asistencia de la ingeniería genética.



Notas

1. H.L. Barnett y F.L. Binder, "The fumigal host-parasite relationship", *Annu. Rev. Phytopathol.* **11**, 273 (1973).
2. R. Weindling *et al.*, "*Trichoderma lignorum* as a parasite of other fungi", *Phytopathology* **22**, 837 (1932).
3. J.S. Ahmad y R. Baker, *Phytopathology* **77**, 358 (1987).
4. C. Dennis y J. Webster, *Trans. Brit. Mycol. Soc.* **57**, 363 (1971).

Efectos de los plaguicidas sobre la función reproductiva humana: una asignatura pendiente

Mariano E. Cebrián

Plaguicidas en México

Se considera que un plaguicida es cualquier sustancia o mezcla de sustancias utilizadas para el control de plagas que atacan a los cultivos o que son vectores de enfermedades humanas. Por diseño, los plaguicidas son sustancias tóxicas cuya aplicación debe ser controlada. El mercado de plaguicidas en América Latina y Asia creció más del doble que el promedio del mercado mundial entre 1987 y 1993 y se espera que su uso se triplique para el año 2000, comparado con 1980. La producción agrícola ha crecido sustancialmente en los grandes países en desarrollo como Brasil, México, China e India, debido a la gran demanda de productos agrícolas y a la industrialización de la agricultura. Se considera que más del 60% de la población económicamente activa de los países en desarrollo depende de la agricultura. Entre los daños ambientales a largo plazo ocasionados por su uso indiscriminado está la contaminación irreversible de los suelos, de los mantos fráticos, de aguas continentales y costeras y su inclusión en la cadena alimenticia¹.

El uso intensivo de plaguicidas organoclorados, como el DDT, empezó en México en 1948, principalmente para uso agrícola, pero en la actualidad sólo se usan para el control de vectores de enfermedades endémicas como el paludismo y el dengue. Los plaguicidas más comercializados en la década pasada fueron los organofosforados (67% de las ventas), los organoclorados (15 %) y los carbamatos (6 %). De los 90 plaguicidas cuyo uso ha sido restringido o suspendido en los Estados

El Dr. Mariano E. Cebrián es investigador titular y jefe de la Sección de Toxicología Ambiental del Departamento de Farmacología y Toxicología del Cinvestav.



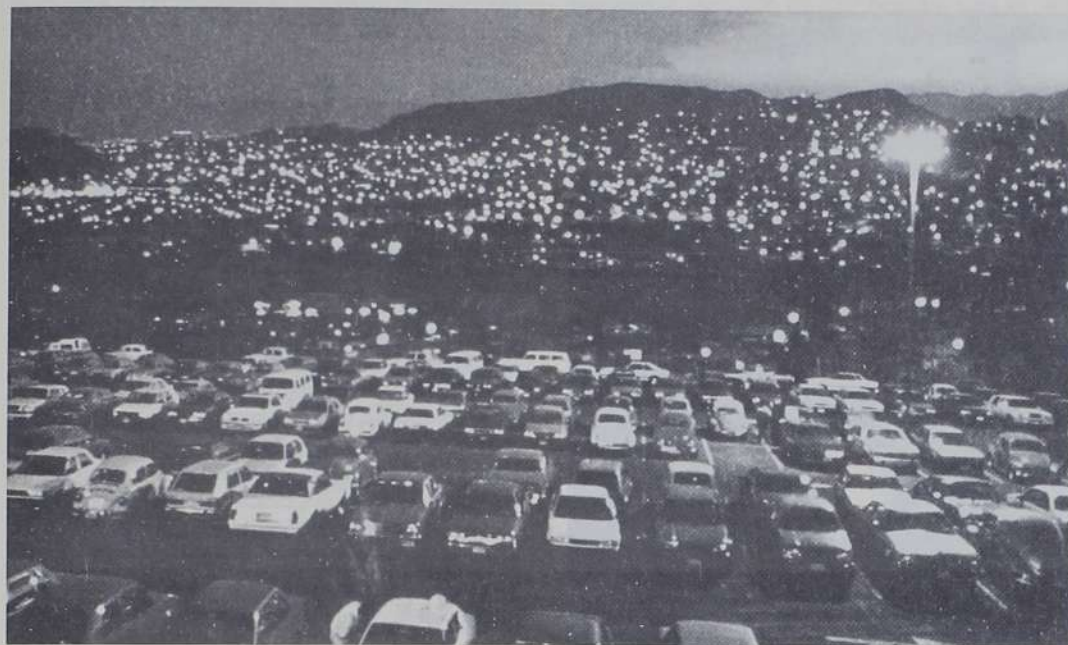
Unidos, hasta 1990 aún se utilizaba en México casi la tercera parte². Actualmente los plaguicidas más utilizados son los organofosforados como el matamidosfos y el metilparatión.

En México, al igual que en otros países en desarrollo, los plaguicidas son utilizados en ausencia de medidas de seguridad adecuadas, situación que puede generar problemas de salud. Por estas razones, en los países en desarrollo se debe estudiar el problema ocasionado por el aumento en la exposición a plaguicidas y de los efectos adversos sobre la salud. En particular, los trabajadores pueden estar expuestos a plaguicidas persistentes que debido a su toxicidad ya no están en uso en los países industrializados. Un problema adicional que debe considerarse es la condición nutricional de los campesinos, quienes por lo general tienen bajos ingresos y presentan algún grado de desnutrición, ya que estudios en animales de laboratorio han mostrado que la toxicidad de los plaguicidas es mayor en organismos desnutridos.

Efectos adversos sobre la salud

La intoxicación aguda es uno de los principales problemas derivados de la utilización de plaguicidas en los países en desarrollo³. Los efectos neurológicos agudos de los plaguicidas organofosforados y carbamatos son muy conocidos. Estos compuestos inhiben la actividad de la colinesterasa, la enzima que hidroliza la acetilcolina, alterando la conducción nerviosa y produciendo temblores, convulsiones, diarrea, sudoración, dolor de cabeza, vómito, alteraciones sensoriales y conductuales, depresión de la función motora, malestar, debilidad muscular y en ocasiones la muerte. Algunos estudios epidemiológicos han sugerido que tanto la intoxicación aguda, como la exposición crónica a bajas dosis de organofosforados causa efectos crónicos subclínicos sobre el sistema nervioso central y periférico. Algunos piretroides producen efectos neurológicos similares a los del DDT, afectando la permeabilidad de la neurona al sodio y al potasio⁴. Sin embargo, las intoxicaciones agudas no son los únicos efectos preocupantes de los plaguicidas, ya que existe amplia evidencia sobre otros efectos adversos provocados por la exposición crónica a diferentes tipos de plaguicidas. Se han registrado problemas reproductivos genotóxicos y del desarrollo en poblaciones ocupacionalmente expuestas a plaguicidas en Latinoamérica⁵. La Agencia Internacional para la Investigación en Cáncer ha concluido que existe evidencia sobre la carcinogenicidad humana del amitrol, chlordano, heptacloro, clorofenoles, creosotas, DDT, bromuro de etileno, óxido de etileno, mirex y toxafeno. Se han registrado asociaciones entre cáncer del ovario y la exposición a herbicidas triazínicos, cáncer de pecho y plaguicidas, cáncer pancreático y DDT, leucemia y diclorvos, famfur, piretroides y metoxicloro. También se han encontrado asociaciones entre linfoma (no-Hodgkin) y carbaril, clordano, diazinon, diclorvos, lindano, malatión, toxafeno y otros organofosforados⁵.

Por otra parte, estudios en animales de experimentación han mostrado que los plaguicidas organofosforados, carbámicos, piretroides y aun los organoclorados, pueden alterar la función reproductiva modificando los niveles de neurotransmisores cerebrales. Esta reducción se ha asociado con disminuciones en la frecuencia de la ovulación, en el nivel sérico de hormona luteinizante y de progesterona⁶. Aunque la evidencia experimental que relaciona la exposición a plaguicidas



con los efectos reproductivos es limitada, sugiere la necesidad de estudiar con mayor detalle estas asociaciones, especialmente cuando exista el potencial de exposición múltiple a plaguicidas.

Efectos sobre la salud reproductiva. Estos efectos pueden expresarse como una alteración en los órganos reproductivos, pudiendo o no estar relacionados con el sistema endocrino. La manifestación de tal toxicidad puede incluir alteraciones en la conducta sexual, tiempo de inicio de la pubertad, fertilidad, embarazo, características del parto y la lactancia, senescencia reproductiva prematura, o modificación de otras funciones que son dependientes de la integridad del sistema reproductivo. La mayor parte del conocimiento disponible acerca de la toxicidad reproductiva de los plaguicidas deriva de estudios en roedores, haciendo difícil la extrapolación entre especies. Sin embargo, estos hallazgos han sido importantes para identificar posibles riesgos en humanos.

Evidencia proveniente de la vida silvestre. Se han encontrado anomalías reproductivas en animales que nacieron y crecieron en ecosistemas que fueron

contaminados por plaguicidas y otros compuestos persistentes que alteran el sistema endocrino. Entre las anomalías encontradas se han descrito: (1) la presencia de penes anormalmente pequeños y alteraciones hormonales en lagartos del Lago Apopka después de un derrame de keltano, un plaguicida que contenía DDT como ingrediente "inerte"; (2) la producción de vitelogenina, una proteína típicamente femenina, por peces macho; (3) prevalencia anormalmente alta de criptorquidia (testículos no descendidos) en panteras de Florida, cuyo hábitat contenía altas concentraciones de metales pesados y de compuestos organoclorados persistentes; (4) un aumento en la prevalencia de cáncer testicular y de alteraciones reproductivas en perros pertenecientes al ejército norteamericano y que tuvieron exposiciones anormalmente altas a herbicidas en Vietnam⁶. La causa de estas alteraciones es difícil de identificar en forma concluyente; sin embargo, algunos de estos defectos han sido reproducidos en animales de experimentación deliberadamente expuestos a algunos de estos contaminantes.

Recientemente se ha enfatizado la necesidad de realizar estudios tendientes a aclarar los efectos de la



contaminación por plaguicidas sobre la salud reproductiva humana. Se ha sugerido que los aumentos en los índices de infertilidad, abortos espontáneos y embarazos anormales, pueden estar asociados a los efectos adversos de los contaminantes, pero se desconoce en qué medida la exposición ocupacional y/o ambiental contribuyen a la disfunción reproductiva. La investigación sobre los procesos reproductivos es una de las áreas más complejas en la investigación biomédica, debido en parte a que más de un individuo está involucrado en diversos aspectos del proceso. La investigación en humanos ha empezado a generar información, pero aún no es concluyente. Se ha sugerido que la exposición de los campesinos a plaguicidas, especialmente a organoclorados, se asocia a una pobre calidad y concentración espermática en ellos y a un mayor riesgo de infertilidad masculina, criptorquidia e hipospadias en sus hijos. También se ha encontrado una asociación positiva entre la aplicación de plaguicidas en la comunidad y un aumento en el tiempo requerido para lograr el embarazo⁷. El cáncer testicular y otras altera-

ciones funcionales testiculares han sido detectadas con mayor frecuencia durante los últimos 40 años y se ha incrementado la proporción de hombres infértiles y la concentración espermática de la población general ha disminuido notablemente de 113 millones/ml en 1940 a 66 millones/ml en 1990⁷. Estudios recientes han mostrado un aumento en el riesgo (4-16 veces) de alteraciones ovulatorias o de la trompa de Falopio en mujeres que han trabajado en industrias u ocupaciones agrícolas, y también se ha sugerido que la carga corporal materna de DDT/DDE está relacionada con parto pretérmino y aborto espontáneo⁸. Se ha sugerido que el aumento en la incidencia de estas patologías está relacionado con la introducción de compuestos estrogénicos como el DDT. Se ha propuesto que el aumento en la incidencia de cáncer mamario observado en las últimas décadas en algunos países, pudiera ser explicado por un aumento en la exposición a plaguicidas organoclorados, especialmente a DDT. Esto debido a las propiedades estrogénicas y mutagénicas de algunos de sus metabolitos y a las altas concentraciones que alcanza en el tejido adiposo de la glándula mamaria.

El Proyecto MacArthur

La Fundación MacArthur, a través de su programa *Fellowships for Leadership Development*, apoyó un proyecto para desarrollar una línea de investigación en México relacionada con el efecto de los contaminantes ambientales sobre algunos aspectos de la función reproductiva. Se inició con el estudio de la exposición a DDT y otros plaguicidas como posibles factores asociados a la patogénesis del cáncer mamario y a alteraciones en la función reproductiva masculina. Los objetivos particulares de este proyecto fueron: (1) estudiar en modelos experimentales la capacidad inductora del DDT y sus metabolitos sobre algunas isoformas del citocromo P-450 involucradas en el metabolismo de hormonas sexuales; (2) evaluar en poblaciones expuestas la relación entre la exposición a plaguicidas y el riesgo de sufrir patología hormono-dependiente, como el cáncer mamario y alteraciones de la función reproductiva masculina.

Una aproximación a los mecanismos de disrupción endocrina. Las alteraciones atribuidas a los plaguicidas organoclorados pueden ser explicadas por diversos

mecanismos: (1) alterando la biosíntesis de hormonas esteroidales en gónadas y glándulas suprarrenales; (2) modificando la secreción y/o biosíntesis de hormonas hipofisiarias involucradas en la regulación del metabolismo de esteroides; (3) ocupando receptores hormonales; y (4) modificando el metabolismo de hormonas esteroidales dependiente de isoformas del citocromo P-450 (CYP) hepático. Existen evidencias de que el DDT y el lindano son inductores del sistema hepático de oxidasas de función mixta dependiente de CYP y de que el metabolismo de las hormonas sexuales es mediado por diversas enzimas dependientes de CYP. Por lo tanto, es posible que la exposición a estos plaguicidas pueda modificar el balance hormonal en el organismo. Los trabajos de Adolfo Sierra Santoyo mostraron que la exposición aguda a dosis bajas de DDT aumenta el contenido hepático de citocromo P-450 modificando el metabolismo hepático de xenobióticos y de sustancias endógenas, entre ellas las hormonas sexuales. La caracterización del efecto del DDT sobre los CYP hepáticos de roedores, se efectuó por medio de la biotransformación de sustratos modelo, sustratos fisiológicos y/o por la cuantificación de isoformas específicas por medio de anticuerpos monoclonales. Además de inducir otros citocromos, el DDT indujo preferencialmente los CYP2B1, 2B2, 3A1 y 3A2, todos ellos involucrados en el metabolismo de las hormonas sexuales. En el caso de la subfamilia 2B, la inducción fue 2 veces más pronunciada en animales hembra que en machos. En el caso de la subfamilia 3A el efecto inductor fue predominantemente observado en hembras. La inducción de los CYP hepáticos por el DDT aumentó la velocidad de hidroxilación de la testosterona y del estradiol y sorprendentemente, también modificó su patrón de hidroxilación. Los productos principales de la biotransformación del estradiol correspondieron a los derivados hidroxilados en las posiciones 2- (dependiente de CYP3A1/3A2 y 1A2), 16 α - (dependiente de CYP2D y posiblemente 2B1 y 2C11), 15 α - (dependiente de CYP2C13) y 6 β - (dependiente de CYP2C13). En el caso de la testosterona correspondieron a derivados hidroxilados en la posición 16 α - (dependiente de CYP2B1 y 2C11), 6 β - (dependiente de CYP3A1/3A2), 2 α - (dependiente de CYP2C11) y 15 α - (dependiente de CYP2A2) y en menor proporción otros 4 metabolitos no identificados. Se ha sugerido que los compuestos 16 α -hidroxilados están involucrados en el proceso de cáncer dependiente de estas hormonas. Los trabajos de Luis Fernando Oropeza indicaron que el lindano también

aumentó el contenido de CYP hepático total en una forma dosis-dependiente, pero indujo preferencialmente a las subfamilias 2B y 2C. Uno de los hallazgos más interesantes fue la inducción del CYP2C11, una isoforma específica del sexo masculino, en ratas hembra, sugiriendo que el lindano se comporta como un compuesto de tipo androgénico. Estos resultados indican que los plaguicidas organoclorados, como el DDT y el lindano, alteran el metabolismo hepático de las hormonas sexuales propiciando la formación de compuestos mutagénicos, sugiriendo la necesidad de investigar las relaciones entre el fenómeno de disrupción endócrina y el cáncer.

Posible relación entre la exposición a plaguicidas organoclorados y el cáncer mamario. El cáncer de mama es una de las enfermedades más importantes de la mujer. En México ocupa el segundo lugar como causa de muerte por cáncer y en Estados Unidos representa alrededor del 30% del total de cánceres de la mujer. Se considera que al menos un tercio de los casos de cáncer son dependientes de hormonas, siendo los estrógenos (estradiol, estrona y estriol) las más importantes, ya que juegan un papel crucial en todas las etapas del desarrollo del cáncer y son los factores de riesgo que han mostrado una mayor asociación. Desde los años 70 ha existido interés por estudiar en el ser humano el papel de la acumulación de plaguicidas organoclorados con propiedades estrogénicas en el tejido adiposo mamario en la etiopatogenia de este tipo de cáncer. Estudios pioneros encontraron una mayor concentración de plaguicidas en el tejido mamario maligno que en el tejido adiposo vecino de pacientes con este tipo de cáncer. Por el contrario, estudios en la década de los 80 no observaron diferencias significativas entre los niveles de DDE y de bifenilos policlorados (PCBs) en muestras de tejido adiposo de personas con cáncer mamario, comparadas con muestras provenientes de personas sin esta enfermedad. Sin embargo, recientemente, se estudió la asociación entre los niveles de plaguicidas organoclorados en suero y el cáncer mamario en una población urbana⁹; las personas con cáncer mamario mostraron una concentración de DDE más alta que las personas sin cáncer, aún después de controlar por algunos factores, como los hormonales y reproductivos, que son los factores de riesgo más importantes en este tipo de cáncer. Se calculó un riesgo relativo de 4, basado en una concentración sérica de 2 ngDDE/ml (percentil 10) hasta 19.1 ngDDE/ml (percentil 90). Las



discrepancias entre los diversos estudios sugirieron la necesidad de realizar más estudios sobre el tema, considerando que estos compuestos son capaces de llegar al humano a través de la cadena alimenticia, aun en lugares donde se dejaron de utilizar desde hace muchos años.

Con el propósito de evaluar el riesgo de padecer cáncer de glándula mamaria derivado de la exposición ambiental a DDT y sus metabolitos en México, D.F., se llevó a cabo durante el período 1995-1996 un estudio de casos y controles en tres hospitales¹⁰. Entre otras características, los casos fueron mujeres que tenían un diagnóstico histológicamente confirmado de cáncer mamario y que tenían al menos 20 años de residir en la ciudad. Para cada caso se seleccionó una mujer sin antecedentes de cáncer u otro trastorno mamario como control. Se concluyó que nuestros resultados no apoyan una asociación entre la exposición a DDT (en el rango de concentraciones del plaguicida encontrados en

nuestro estudio) y la presencia de este tipo de cáncer, sin que esto signifique que dicha asociación no exista a niveles más altos de exposición. Sin embargo, al estudiar la asociación con bifenilos policlorados (PCB), se encontró una relación directa, marginalmente significativa, entre los niveles de PCB en suero y el riesgo de padecer cáncer mamario, lo cual sugiere la necesidad de realizar más estudios sobre el tema. Dicha relación no se encontró para los otros plaguicidas estudiados (hexaclorobenceno y hexaclorociclohexano). Dentro de esta línea de trabajo se ha estudiado el impacto de algunos factores como la dieta y el número de embarazos y/o lactancias previas sobre la excreción de plaguicidas organoclorados en la leche materna.

Evaluación del eje hipotálamo-hipófisis-testículo en campesinos expuestos ambiental y ocupacionalmente a plaguicidas: estudio piloto. El estudio fue realizado en la comunidad agrícola de Villa Juárez, Dgo., localizada en la Región Lagunera, la cual presenta muchos de los retos

para realizar estudios epidemiológicos y de evaluación de exposición a plaguicidas. Actualmente, la mayor producción agrícola de esta área son los forrajes, los pastizales y los vegetales. El algodón fue el mayor producto de esta región hasta los años 80 y durante esta época los principales plaguicidas utilizados fueron el DDT, los hexaclorobencenos, aldrín, endrín y toxafeno. En esa década se encontraron altas concentraciones de plaguicidas organoclorados en alimentos (leche, queso, crema, mantequilla y huevo) y en tejido adiposo humano¹¹ y leche materna (dieldrin, hexaclorociclohexano hexaclorobencenos, DDT, DDE y DDD). Se estima que en esta región se utilizaron 900 toneladas de DDT durante el período 1982-86². De 1988-89, 584 toneladas de organofosforados, 90 de carbamatos, 32 de piretroides y 109 kg de organoclorados; los plaguicidas más utilizados fueron malatión, paratión metílico, monocrotofos y carbaril². La gran cantidad de plaguicidas utilizados en esta región es debida a las características de los cultivos, ya que es necesario aplicarlos al menos en cuatro ocasiones a lo largo del ciclo agrícola. Estadísticas realizadas dentro de este estudio mostraron que los plaguicidas más frecuentemente utilizados fueron tres organofosforados (paratión, malatión y metamidofos), dos organoclorados, DDT y endosulfan, y la deltametrina. El metamidofos fue el plaguicida más frecuentemente utilizado y en la mayoría de los casos en combinación con otros compuestos organofosforados. Esto pone en evidencia que los campesinos y sus familias se encuentran expuestos a mezclas de plaguicidas, sugiriendo que los efectos sobre la salud pudieran ser la resultante de las interacciones entre plaguicidas. Los objetivos de este estudio piloto fueron: (1) determinar anomalías en el eje hipotálamo-hipófisis-testículo mediante la determinación de hormonas hipofisarias (luteinizante, folículoestimulante, prolactina, y tirotrópica), testosterona y estradiol en suero y mediante espermatozoides directos; (2) determinar la fuerza de la asociación entre la exposición y los efectos.

Resultados preliminares. El estudio piloto realizado por Rogelio Recio fue útil para evaluar los aspectos logísticos del estudio y para la generación de hipótesis. Entre los hallazgos más interesantes se identificó que la proporción de hijos del sexo femenino (relación mujer/hombre) fue mayor en los individuos ocupacionalmente expuestos que en los individuos no expuestos. Durante la fase del estudio en la cual se aplicaron los plaguicidas,

más del 50% de los sujetos estudiados presentaron concentraciones séricas de hormona foliculoestimulante (FSH) superiores al valor máximo normal establecido por la Organización Mundial de la Salud (5 UI/L) y a la concentración promedio normal del laboratorio regional (3.5 UI/L). La elevación del nivel sérico de FSH sugiere la presencia de daño testicular, ya que esta hormona ejerce su efecto sobre el epitelio germinal testicular y está regulada principalmente por la concentración sérica de las hormonas testiculares. También se observó una disminución en la calidad del semen en los individuos de los grupos de aplicadores de plaguicidas y de campesinos no aplicadores. Sin embargo, en el momento de la toma de la muestra no se observaron efectos significativos en la actividad de la colinesterasa sérica. También fue evidente que en el ambiente y en el lugar de trabajo, las personas raramente se expusieron a un solo agente químico, lo hicieron a múltiples sustancias durante diferentes períodos. Estos resultados indicaron la necesidad de realizar un estudio más amplio para establecer las relaciones cuantitativas entre exposición y efecto.

El Proyecto Fogarty

Investigadores del Departamento de Biología de la Reproducción de la Universidad Autónoma de Coahuila, del Center for Occupational and Environmental Health (UCLA), del Instituto Nacional de Salud Pública (SS), del Centro Nacional de Salud Ambiental (SS) y de la Sección de Toxicología Ambiental del Departamento de Farmacología y Toxicología (Cinvestav), decidieron continuar con la evaluación de los efectos de la exposición a plaguicidas sobre el eje hipotálamo-hipófisis-testículo en campesinos expuestos ambiental y ocupacionalmente. Esta investigación será conducida como parte del *National Institutes of Health (NIH) Fogarty International Training Program in Occupational and Environmental Health*, cuyo objetivo es desarrollar proyectos de investigación conjunta entre investigadores de México y de Estados Unidos en el área de salud ocupacional y ambiental. En este proyecto trabajarán la M en C. Guadalupe Chapa, inscrita en el programa de doctorado en Salud Ambiental de la UCLA, quien estará a cargo del componente de evaluación de exposición, y el Med. Cir. Rogelio Recio inscrito en el programa de doctorado en Toxicología de Cinvestav, quien realizará

la evaluación de riesgos reproductivos. Se decidió que este proyecto debería tener un fuerte componente de evaluación de exposición, en virtud de que una revisión de 400 estudios epidemiológicos sobre los efectos crónicos de la exposición a plaguicidas sobre la salud realizada por el Centro Internacional para la Seguridad sobre Plaguicidas, concluyó que muy pocos estudios presentaron evidencia lo suficientemente clara para realizar inferencias causales, siendo la cuantificación de la exposición uno de los principales problemas metodológicos¹².

Fases del estudio. En la primera fase se obtendrá una caracterización detallada del uso histórico y actual de los plaguicidas. Las fuentes primarias de información sobre el uso de los plaguicidas será un cuestionario y el registro de actividades de los trabajadores agrícolas. El cuestionario será usado para recolectar información acerca de la exposición ocupacional y no ocupacional de los habitantes, para documentar las fuentes potenciales y las rutas de exposición. La información será integrada por medio de un sistema de posicionamiento global (GPS) y de un sistema de información geográfica (GIS), cuyos conjuntos de mapas permitirán obtener un mejor entendimiento de las relaciones espaciales y temporales existentes entre los parámetros del estudio. Se estudiarán los factores que determinan la posible exposición a plaguicidas, incluyendo intervalos entre aplicaciones, períodos de reentrada, duración de la jornada laboral h/día y días/año, técnicas de aplicación, cantidad aplicada de plaguicidas, prácticas laborales y el uso de equipo de protección. Estas variables serán registradas e integradas a la información sobre el uso de plaguicidas. La base de datos será referida a las coordenadas geográficas de los campos agrícolas y de la zona habitacional. Esta información se combinará con la información acerca de los depósitos de agua subterránea y superficie y los canales de irrigación para determinar si los pesticidas potencialmente pueden contaminar las fuentes de agua de bebida. Los registros de ventas de plaguicidas de los distribuidores locales, las oficinas gubernamentales del gobierno y personal médico locales serán fuentes adicionales de información. Este ejercicio nos permitirá identificar los plaguicidas más frecuentemente usados, sus cantidades, fuentes y vías de exposición, proporcionando una imagen más clara de las relaciones entre fuente y población receptora. En la segunda fase, la información recolectada será utilizada



para elegir una submuestra de la población para evaluar la exposición a plaguicidas mediante indicadores biológicos de exposición, como metabolitos de los diversos plaguicidas en sangre y orina, y actividad de la colinesterasa plasmática. La información cuantitativa de exposición será relacionada con la información existente acerca de los efectos sobre el eje hipotálamo-hipófisis-testículo.

Comentarios finales

La complejidad de los problemas ambientales no permite estudiarlos satisfactoriamente por medio de la aplicación de los métodos de una sola disciplina. La evaluación de la exposición a plaguicidas y su impacto sobre la salud humana, la identificación de estrategias de control y de políticas regulatorias son aspectos que requieren la

participación significativa de una gran variedad de disciplinas. La evaluación de exposición y la evaluación de los efectos resultantes de las interacciones entre los diversos plaguicidas en este contexto es particularmente difícil. Las investigaciones propuestas tienen como objetivo contribuir a la resolución de estos problemas y al desarrollo de esta disciplina en México.



Notas

1. B. Dinham, *Review of the Global Pesticide Market, Interim Report. Presenting the Evidence* (The Pesticides Trust; London, 1994).
2. L. Albert, "Persistent pesticides in Mexico", *Rev. Environ. Contam. Toxicol.* **147**, 1 (1996).
3. R. McConnell, S. Henao, O. Nieto, L. Rosenstock, A. Zanaga, y C. Wesseling, "Pesticides", en J. Finkelman, G. Corey y R. Calderon (Eds.) *Environmental Epidemiology: A Project for Latin America and the Caribbean*. ECO/PAHO/OMS. Washington, (1993).
4. D. J. Ecobichon, "Toxic Effects of Pesticides", en C. D. Klaasen, (Ed). 5th Edition Casarett and Doull's Toxicology. The Basic Science of Poisons. (McGraw Hill, Washington, 1996).
5. International Agency for Research on Cancer, IARC Monographs on the Evaluation of Carcinogenic Risks to Humans. Occupational Exposures in Insecticide Application, Vol. **53**, (Lyon, France, 1991).
6. R. Rolland, M. Gilbertson, y T. Colborn, (Eds.) "Environmentally induced alterations in development: a focus on wildlife", *Environ. Health Perspect.* **103**. Special issue. Suppl. 4 (1995).
7. R.M. Sharpe, y N.E. Skakkeback, "Are oestrogens involved in falling sperm counts and disorders of the male reproductive tract?" *Lancet* **341**, 1392 (1993).
8. L. Fourtes, M.K. Clark, H.L. Kirchner y E.M. Smith, "Association between female infertility and agricultural work history", *Am. J. Ind. Med.* **31**, 445 (1997).
9. M.S. Wolff, P.G. Toniolo, E.W. Lee, M.K. Rivera y N. Dubin, "Blood levels of organochlorine residues and risks of breast cancer". *J. Natl. Cancer Inst.* **8**, 648 (1993).
10. L. López-Carrillo, A. Blair, M. López-Cervantes, M. E. Cebrián, C. Rueda, R. Reyes, A. Mohar, y J. Bravo, "Dichlorodiphenyltrichloroethane serum levels and breast cancer risk: A case-control study from México". *Cancer Res.* **57**, 3728 (1997).
11. L. Albert, F. Méndez, M.E. Cebrián y A. Portales, "Organochlorine pesticide residues in human adipose tissues in Mexico. Results of a preliminary study in three Mexican cities". *Arch. Environ. Health* **35**, 262 (1980).
12. A. Fait, y M. Maroni, "The Use of Biomarkers in the Epidemiological Surveillance of Pesticide Workers", en *Methods of Pesticide Exposure Assessment* (Plenum Press, Nueva York 1995).



**LA UNIDAD
DE BIOTECNOLOGÍA
E INGENIERÍA GENÉTICA
DE PLANTAS DEL
CINVESTAV-IPN**

**OFRECE:
MAESTRÍA Y DOCTORADO
EN BIOTECNOLOGÍA DE PLANTAS**

- Maestría
- Doctorado directo (después de la licenciatura)
- Doctorado tradicional (después de la maestría)

**Becas CONACYT para todos los estudiantes
nacionales admitidos.**

**Examen de admisión:
enero y julio de cada año.**

Para mayores informes dirigirse a:

Coordinación Académica

Centro de Investigación y de Estudios

Avanzados del IPN (CINVESTAV) Unidad Irapuato,

Km. 9.6 Libramiento norte carretera Irapuato-León

Apdo. Postal 629, 36500 Irapuato, Gto., México

Tel: (462) 39600 y 39606

Fax: (462) 45849

Correo Electrónico:

coordina@irapuato.ira.cinvestav.mx

El estado de salud del ambiente marino

Luis R. Capurro

Acciones Internacionales

A comienzos de la década de los sesenta, después del exitoso Año Geofísico Internacional (1955-57), el estudio de los océanos adquirió un ritmo extraordinario. La creación de la Comisión Oceanográfica Intergubernamental (COI) dentro de la Agencia de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO) proveyó un foro mundial para encarar en forma conjunta el estudio del hábitat marino, que abarca el 75% del área de la superficie de nuestro planeta. Por otro lado, el presidente Kennedy en su mensaje a los EUA de 1962 ratifica su total apoyo a la investigación oceanográfica. Esta declaración fue decisiva en el gran avance de la tecnología oceánica, ya que grandes firmas industriales de los EUA incorporaron actividades marinas a sus planes. Esto se tradujo en un avance extraordinario en la investigación y el desarrollo del instrumental oceanográfico, hasta ese momento en manos de los oceanógrafos. De la noche a la mañana el estudio artesanal de los océanos adquirió magnitudes industriales, en lo que a la obtención de datos se refiere. El mismo ritmo de avance se registró en el ambiente académico en todo el mundo, incluyendo los países en desarrollo.

Recuerdo muy claramente cuando en el esfuerzo de promover el desarrollo de la oceanografía, tanto en reuniones científicas internacionales como en el aula de clases, se enfatizaba la existencia de sus inmensos y variados recursos naturales, se hacía referencia a otros

El Dr. Luis Capurro es investigador titular del Departamento de Recursos del Mar de la Unidad Mérida del Cinvestav y miembro del Consejo Editorial de Avance y Perspectiva.



usos del mar y se incluía su capacidad de absorber todos los efluentes de las actividades humanas; es decir, se lo ofrecía como el reservorio natural de los desechos del hombre. Su tremenda extensión y enorme volumen parecían justificar esta concepción del uso del mar. En la década de los años 70, se comenzó a cuestionar esta capacidad del ambiente marino y en 1989 se encontraron huellas de las actividades del hombre en cualquier lugar de los océanos, ya que la contaminación química y la basura se hallaban presentes desde los polos hasta los trópicos y desde las playas hasta las profundidades abisales. El mar no constituía un reservorio inextinguible de los desechos humanos.

Esta dramática realidad llevó a la comunidad internacional a la necesidad de evaluar y monitorear el estado de salud del medio ambiente marino. La herramienta principal, o en otras palabras, el fórum natural y más adecuado para atacar este grave problema lo constituyó la Organización de las Naciones Unidas (ONU) con la participación de algunas de sus agencias especializadas, como son, la Organización para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la UNESCO, la Organización Marítima Internacional (IMO), la Organización Meteorológica Mundial (OMM), la Agencia Internacional de Energía Atómica (AIEA), la Organización Mundial de la Salud (OMS) y el Programa de las Naciones Unidas para la Protección del Medio Ambiente (PNUMA). Independientemente de las acciones específicas que cada una de estas agencias especializadas llevaba a cabo, lo más novedoso y efectivo de sus esfuerzos fue la creación de un Grupo de Expertos en los Aspectos Cien-

tíficos de la Contaminación Marina (GESAMP) que estudiaron y estudian de manera integral y comprensiva todos los aspectos relacionados con la contaminación marina incluyendo (1) las actividades humanas que afectan al mar, (2) la distribución y niveles de los contaminantes marinos, (3) los efectos biológicos en la biota marina y en el ser humano, (4) los efectos de cambios en el clima, y (5) la prevención y control de la contaminación de los océanos.

Las primeras acciones se dirigieron al principal usuario del ambiente marino, es decir al tráfico marítimo. El gran volumen de aceite mineral transportado por buques petroleros, sumado a que la fuente de energía de todo tipo de buque era el petróleo, expuso a este usuario como la fuente más peligrosa de contaminación. En tal sentido, la IMO propició y concretó una serie de convenciones internacionales que fueron ratificadas por las potencias marítimas y que prácticamente eliminaron esta fuente de contaminación.

En cuanto al otro gran usuario del mar, las pesquerías comerciales, fueron aumentando su captura mundial anual, que llegó a los 100 millones de toneladas, volumen que se estima como la captura sostenible máxima, aunque el colapso de pesquerías tradicionales hacen dudar de la veracidad de esta estimación. La FAO propició y apoyó una serie de actividades para aliviar esta situación. Simultáneamente con estas acciones se desarrollaba intensa actividad diplomática internacional en la formulación de una Ley del Mar actualizada que se acordó en 1982 y recién entró en vigor en 1994.

Por otro lado, la comunidad científica internacional intensificó sus estudios en aspectos de la contaminación marina. Los nuevos conocimientos fueron y son capitalizados por el Comité Científico de Investigación Oceánica (SCOR) dependiente del Consejo Internacional de Uniones Científicas (ICSU) y por el GESAMP quienes asesoran al sistema de las Naciones Unidas que, como se ha dicho anteriormente, es el foro natural para la acción internacional.

Una de las tareas principales de GESAMP es la preparación de "revisiones periódicas del estado del medio ambiente marino en lo que respecta a contaminación marina". La primera evaluación de la contaminación en el mar fue el documento *La Salud de los Océanos* del profesor E. Goldberg en 1976, que fue



publicado por la UNESCO, seguido por una *Revisión de la Salud de los Océanos* en 1982 y una segunda revisión sobre el estado del medio ambiente marino en 1990, ambas llevadas a cabo por GESAMP. En la última reunión plenaria de GESAMP se decidió llevar a cabo revisiones periódicas en este sentido.

El estado de salud actual del ecosistema global marino

La necesidad de asegurar la buena condición de los océanos es en la actualidad generalmente reconocida. Este sentir se ha agudizado con el colapso de importantes pesquerías oceánicas tradicionales como resultado de la presión sobre poblaciones de peces, aumento del esfuerzo pesquero y la pesca de especies menos deseables así como el deterioro de zonas de cría costera y de aguas interiores.

Si bien se reconoce que la contaminación marina proviene de las actividades humanas, es también evidente que no se le puede atribuir solamente a las

acciones del hombre realizadas directamente en el océano, ya que están también involucradas diversas operaciones que se llevan a cabo en la costa, el manejo del ciclo hidrológico, y prácticas del suelo terrestre, tierra adentro.

El aumento creciente de la población mundial con su asentamiento preferido en la zona costera y la resultante industrialización de esa área, aumentará los problemas en los márgenes de los mares, en contraste con el océano abierto. La estrecha conexión entre los compartimientos terrestres, acuáticos y marinos debe ser bien reconocida en todas las opciones de manejo que se consideren.

La información que sigue, sobre el estado de salud de los océanos, se basa en la última evaluación hecha por GESAMP en 1990, es decir, diez años después de su primer informe en 1980. Es conveniente destacar brevemente algunos cambios que tuvieron lugar en esa década: (1) mejora en las técnicas analíticas; (2) uso de observaciones de satélite para estudios en gran escala; (3) desarrollo de métodos para control de los procesos y abatimiento de la contaminación; (4) introducción de nueva legislación ambiental nacional y acuerdos internacionales en un amplio espectro de problemas ambientales; (5) cambios significantes en la modalidad del uso de la energía, asociados a reducciones en el volumen de petróleo transportado por mar; (6) ocurrencia de accidentes mayores relacionados con el tráfico marítimo, la industria química e instalaciones nucleares; (7) aumento de la literatura científica al menos en 50 por ciento; y (8) aumento del interés y la sensibilidad del público en problemas ambientales en forma considerable, lo que ha generado expectativas y ha causado cambios en las prioridades de las acciones: el impacto de estos cambios es notable cuando se comparan las evaluaciones de GESAMP de 1982 y 1990.

A continuación se presenta una síntesis del estado actual del medio marino, incluyendo las mayores preocupaciones y prioridades globales sobre la acción en el corto y mediano plazo. Se comentan brevemente algunos problemas de más largo alcance, asociados al calentamiento de la atmósfera por aumento en la concentración del anhídrido carbónico atmosférico y por otros gases de invernadero y el probable ascenso acelerado del mar.



Las amplias generalizaciones del estado del océano llevan inevitablemente a algunas confusiones debido a su gran extensión, la diversidad y variabilidad de los ecosistemas, la amplitud de usos a que es sometido el mar, así como la distribución desigual en el espacio y en el tiempo de las actividades humanas que afectan al medio ambiente marino.

El análisis que sigue se basa en las evaluaciones realizadas en 1976 por Goldberg y las de 1982 y 1990 por GESAMP. La situación a fin del año 1990 se puede sintetizar de la siguiente manera:

(1) Los efluentes de las actividades humanas están presentes en todo el planeta y las condiciones en el medio marino varían ampliamente.

(2) El alta mar está relativamente limpio. Los niveles de plomo, compuestos orgánicos sintéticos y nucleidos artificiales son ampliamente detectables, aunque biológicamente insignificantes. Las manchas de petróleo y de basura son comunes a lo largo de las rutas marítimas, aunque al presente tienen consecuencias insignificantes en la biota marina.

(3) En contraste con el alta mar, los márgenes de los continentes están afectados por el hombre en casi cualquier lugar y la presión en las áreas costeras continúa globalmente. Los hábitats están perdidos irreversiblemente debido a la construcción de puertos e instalaciones industriales, el desarrollo de instalaciones turísticas y maricultura y el aumento de los asentamientos humanos. Aunque difícil de cuantificar, es evidente la destrucción de playas, arrecifes coralinos y humedales, incluyendo bosques de mangle y la erosión de la línea de costa es evidente en el mundo entero. Si no se pone límite a estas actividades, la tendencia apunta a un deterioro global de la calidad y productividad del medio marino.

(4) La creciente explotación de la costa refleja el aumento de la población, urbanización acelerada, mayor riqueza y transporte más rápido. El control del desarrollo costero y la protección de hábitats requerirá cambios en la planificación, tanto tierra adentro como en la costa, cambios que a menudo crean dolorosas soluciones sociales y políticas.

(5) Una amplia gama de actividades en tierra contribuye a la liberación de contaminantes en el mar, ya sea directamente o bien transportados por los ríos y la atmósfera, mientras que las operaciones marinas lo hacen en mucha menor escala; solamente una pequeña parte de esos contaminantes se ha extendido más allá de la plataforma continental. El grueso permanece en las aguas costeras, particularmente en lugares con poca circulación de agua, donde ha alcanzado niveles significativos.

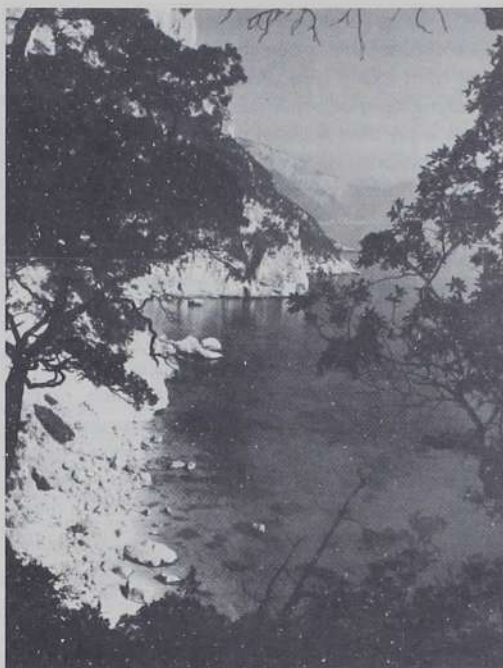
(6) La tasa de introducción de nutrientes, principalmente nitratos, y algunas veces también fosfatos, está aumentando y las áreas eutrificadas se están expandiendo conjuntamente con un aumento en la frecuencia y escala de producción explosiva de plancton y crecimiento excesivo de algas marinas. Las dos fuentes principales de nutrientes a las aguas costeras son las descargas cloacales y los cursos de agua provenientes de campos de pastoreo tratados con fertilizantes. La contaminación con nutrientes es costosa en términos de pérdida de recursos y amenidad y es difícil de remediar, ya que involucra grandes inversiones en plantas de tratamiento y en las prácticas agrícolas.

(7) La contaminación microbiana cloacal causa muchas enfermedades, incluyendo cólera y hepatitis A; su control requiere el diseño y la ubicación adecuados de las descargas cloacales conjuntamente con una rigurosa vigilancia de los mariscos y sus productos de mercado, así como de la prohibición de consumir alimentos del mar. La contaminación microbiana del agua de mar es también responsable de epidemias de enfermedades gastrointestinales en playas concurridas y mal protegidas y se sospecha que es la causa de infecciones respiratorias, del oído y de la piel de los bañistas.

(8) La riesgosa disposición de material plástico en tierra y la proveniente de los buques resulta un daño estético a las playas y a la vida silvestre marina, particularmente a mamíferos, aves buceadoras y reptiles que pueden ser lesionados por la ingestión de fragmentos plásticos o atrapados en envases de plástico y aparejos de pesca. La aplicación de las regulaciones existentes en tierra y en el mar y un aumento de la educación pública, debe reducir considerablemente estos daños.

(9) Entre los compuestos orgánicos preocupantes, los hidrocarburos clorinados, aunque aún altos en los sedimentos de las áreas costeras industriales y en el tejido adiposo de los predadores tope tales como focas, están actualmente decreciendo en algunas áreas templadas del norte. Los niveles actuales no han causado gran daño a la vida marina, excepto a la reproducción en algunos mamíferos y pájaros que se alimentan de peces. La contaminación parece ir aumentando en áreas tropicales y subtropicales, debido a que los hidrocarburos clorinados persisten en los sedimentos desde donde se reintroducen en los ecosistemas. Se ha identificado y reconocido la acción tóxica del agente anticorrosivo tribitulina que se usa en el pintado de cascos de buques y redes de áreas de cultivo de peces.

(10) El petróleo es un contaminante altamente visible. A pesar del impacto de grandes derrames accidentales, su principal impacto global se debe a las bolas de alquitrán que, aunque generalmente son inocuas a los organismos marinos, pueden ensuciar las playas e interferir con las actividades recreacionales, algunas veces con serias consecuencias económicas en áreas turísticas. La presencia de hidrocarburos de petróleo en el agua de mar y sedimentos continúa sin embargo siendo motivo de preocupación local, después



que diversos accidentes han liberado grandes cantidades de petróleo que se acumula en áreas protegidas, afectando a los recursos vivos, especialmente a las aves marinas. Si bien el daño no es irreversible, la recuperación puede ser lenta.

(11) Los elementos en estado de traza tales como cadmio, plomo y mercurio, que ocurren en el medio ambiente marino, tanto en forma natural o como resultado de actividades humanas, no son ahora motivo de preocupación, excepto cuando llegan a niveles altos cerca de las fuentes contaminantes.

(12) La contaminación radioactiva genera serios temores en el público. Los núcleos radioactivos provenientes de varias fuentes, como instalaciones nucleares, precipitación de residuos de prueba de armas nucleares y más recientemente del accidente de Chernobyl, han incrementado sus niveles naturales en el agua de mar; ello ha producido efectos insignificantes en el hombre y otros organismos. Las descargas de los efluentes radioactivos están muy controladas y monitoreadas, y las cantidades liberadas están disminuyendo.

(13) Aunque la atención está centrada principalmente en los contaminantes que son claramente detectables en el mar, existe una preocupación de que bajas concentraciones de sustancias tóxicas pueden producir efectos a un nivel subletal que se irá incrementando durante períodos de tiempo más largos con un daño significativo a los ecosistemas.

(14) La captura mundial de peces ha aumentado en la última década, en parte por la explotación de nuevas poblaciones, pero una combinación de sobrepesca y variaciones naturales de los inventarios ha llevado a la declinación de ciertas pesquerías y a la inestabilidad en otras. Los agentes tóxicos y microbianos aún no han afectado a los recursos vivos explotables en una amplia escala, aunque algunos de ellos, especialmente mariscos en áreas limitadas han sido declarados no aptos para consumo humano. Sin embargo, están siendo degradados criaderos costeros y aguas someras, y los recursos marinos, tanto silvestres como cultivados, pueden eventualmente ser dañados en escala global. Además, la explotación de los recursos vivos marinos puede dañar los hábitats y alterar las cadenas alimenticias, al mismo tiempo que la maricultura que se está expandiendo rápidamente genera su propia contaminación y puede alterar el equilibrio ecológico por la introducción de enfermedades y de especies exóticas.

(15) Estos son los problemas en los cuales se han identificado acciones a tomar. Existen otros adicionales que en la actualidad no han sido totalmente evaluados, como son los efectos del cambio de clima y el posible ascenso acelerado del nivel del mar como resultado de un calentamiento global, generado por el aumento de los gases de invernadero y el impacto de la reducción del ozono estratosférico, que puede afectar a los recursos marinos por un aumento de exposición a la radiación ultravioleta.

(16) Actualmente existen acuerdos internacionales que suplementan a las regulaciones nacionales en el control de la calidad de los mares. Ellas apuntan principalmente a la reducción de la contaminación producida por fuentes propias del uso del mar y han conseguido abatir su contaminación, particularmente por petróleo. Sin embargo, queda mucho por hacer para controlar las fuentes contaminantes terrestres, que contribuyen en forma importante a la degradación del mar.



Estas son las conclusiones en el año 1990 sobre el estado de salud de los océanos, generadas por GESAMP, es la única evaluación global del estado del ambiente marino y como tal contiene las bases para decisiones políticas, tanto dentro de las agencias de las Naciones Unidas, como a nivel nacional.

Este documento ha sido criticado por algunas fuentes, en el sentido de que su síntesis ejecutiva contiene algunas generalizaciones y aparentes imprecisiones que pueden ser adoptadas tal cual para la legislación del medio ambiente marino por los responsables de la toma de decisiones, quienes leen generalmente las conclusiones del trabajo. En mi opinión, no creo que esto suceda pues llegado el momento de legislar, los problemas son considerados a fondo, para lo cual al menos existen en la actualidad sesenta y dos informes especializados de GESAMP, que pueden ser consultados al efecto. Un documento referente a la contaminación global debe contener inevitables generalizaciones y aparentes imprecisiones en un problema tan complejo como el ecosistema marino contaminado.

El propósito inicial de este trabajo era simplemente describir el estado de salud de los océanos del globo sin



entrar en consideración sobre su manejo; sin embargo, debido al notable progreso realizado en educación ambiental a todos los niveles de la sociedad y a la creciente preocupación por el futuro del planeta, incluyendo a los océanos, que ha tenido lugar en la década del 90, he decidido incorporar algunos nuevos aspectos relacionados con el manejo del problema.

En cuanto a la legislación existente para la protección del medio ambiente marino, existe cierta dualidad entre lo que está establecido en la Sección 6 de la Parte XII de la Ley del Mar de 1982 y puesta en vigor en 1994 y el Capítulo 17 de la Agenda 21 de la Conferencia de Río de Janeiro en 1992 sobre Medio Ambiente y Desarrollo. En la actualidad, las medidas adoptadas por los 130 países en el Capítulo 17 no tienen en sí ninguna obligación punitiva sobre los estados, como es el caso de la Ley del Mar que fue ratificada por más de 60 países con obligaciones de cumplir las regulaciones acordadas. Los artículos de la Agenda 21 sirven como bases de las nuevas obligaciones de los estados para la protección del medio marino. El hecho de que estas medidas hayan sido acordadas, aunque sea a nivel de recomendaciones, tendrá entonces un mayor significado, aunque no tengan aún la obligatoriedad de una ley internacional. Existen más de setenta convenciones, incluyendo protocolos adicionales que se relacionan con la protección y preservación del medio marino.

Otro paso adelante en materia de política ambiental es el establecimiento de áreas marinas protegidas que trascienden los límites naturales de un país e involucran a varios países. Esta novedosa y trascendental estrategia está ilustrada por los varios acuerdos regionales existentes

en el Mar del Norte y por el programa de rehabilitación y protección del Mar Negro, cuyo proceso de degradación es irreversible y constituye además una fuente contaminante importante del Mar Mediterráneo. El Programa Ambiental del Mar Negro involucra a seis países con fronteras e intereses en ese cuerpo de agua, cuya salud y una vigorosa recuperación económica, pueden ser aseguradas sobre la base de una estrecha cooperación translimítrofe.

En el aspecto científico, existe la impresión de que muchos trabajos que aparecen sobre el ambiente marino documentan problemas y procesos, pero muy pocos de ellos tratan de identificar soluciones al proceso dañino que describen. Aún muchos menos tratan de identificar exactamente qué es lo que se ve afectado en un sentido ecológico. Si bien es verdad que la enorme cantidad de trabajos significa que existe una cantidad mayor de datos, parece que se ha alcanzado un tope en el conocimiento sobre el propósito de esa información. Un análisis de la literatura existente sugiere que un fuerte candidato para una división primaria del sujeto de la ciencia ambiental marina debe estar en las tres unidades de biodiversidad, productividad e integridad del sistema. La biodiversidad es ciertamente populista en este momento. La productividad representa el combustible del sistema y la integridad del sistema surge de la biodiversidad y de la productividad, y en este sentido es más bien una propiedad emergente que una fundamental. Sin embargo, éste es el nivel en el cual todo es importante. En cualquier manejo ambiental el requerimiento primario es el mantenimiento de la integridad del sistema, el continuo funcionamiento del ecosistema, de un hábitat o de un proceso ecológico.

La continua mejora en la instrumentación hace más fáciles y rápidos los estudios a niveles cada vez más bajos de contaminación, pero lo que ello significa para la integridad del sistema y sus dos pilares, biodiversidad y productividad, pocas veces es explicado. Es necesario que todo esto sea explicado ampliamente.

La contaminación con los compuestos de butilino ha aumentado considerablemente y su presencia se ha detectado en el hígado de los mamíferos de varias regiones del planeta, lo que sugiere su distribución global. La contaminación es mayor en aguas costeras que en alta mar y en las costas de los países desarrollados más que en las del tercer mundo.



Se ha cuestionado el hecho de que los bioensayos específicos, es decir, someter a organismos vivos a distintas concentraciones de un contaminante, como por ejemplo, el cadmio en altas concentraciones, puedan condenar el uso de un ecosistema. Es posible que otros contaminantes presentes también en altas concentraciones actúen en forma tal de bloquear la acción dañina del cambio.

Se ha incorporado el concepto de capacidad asimilativa o capacidad ambiental para prevenir efectos indeseables, debido a la descarga de contaminantes en un ecosistema en tal forma que el contaminador pague para reducir la contaminación así como el principio precautorio o precaucionario, cuya filosofía básica es que la presunción de un efecto, aunque no esté probado categóricamente, debe ser motivo para tomar medidas preventivas.

La filosofía ambiental actual del desarrollo sostenible da origen al enfoque del ecosistema como lo mejor en evaluación de calidad, que enfatiza las ligazones entre fuentes y concentraciones, sus efectos en los sistemas biológicos, destaca la necesidad del monitoreo y vigilancia y, cuando sea posible, la derivación de estándares y objetivos ecológicos. Además, trata al medio ambiente como un recurso que debe ser manejado y lo reconoce como un enfoque legítimo que tiene una capacidad asimilativa.

Como colofón de este trabajo se puede concluir que todas las relevantes convenciones desde el nivel regio-

nal al global requieren una extensiva investigación en el funcionamiento del ecosistema, la capacidad asimilativa y de carga del medio marino, y la protección y restauración de especies y hábitats.

Los compuestos de tributiltin, el agente antiescrutante usado en el pintado de cascos de buques que ha devastado la maricultura de ostras en Francia, ha aumentado considerablemente en algunas microcapas superficiales y sedimentos superficiales. Si bien la concentración en la mayoría de las microcapas está disminuyendo, la de los sedimentos superficiales, especialmente los anaeróbicos, parece aumentar exponiendo a la biota de fondo a niveles sustanciales de TBT.

La sobrepesca y las variaciones ambientales han ido eliminando poblaciones de peces comerciales importantes. El hombre ha buscado nuevas fuentes de estos recursos a profundidades mayores. El drama es que en esta actividad se ha ido cada vez pescando peces menos evolucionados en la cadena alimenticia, llegando a amenazar a los invertebrados bentónicos. Este uso abusivo del mar crea serias perturbaciones a los ecosistemas marinos.

Una nueva línea de pensamiento argumenta que la economía puede proveer una indicación de las causas de la contaminación marina, así como ofrecer un marco para el diseño de instrumentos de regulación que puedan reducirla con base en el análisis de las características económicas de los mercados asociados. La contaminación es considerada como una falla de mercado. Es ya frecuente en la literatura ambiental encontrar frases y acciones como "costo de la contaminación", "tasas de contaminación" y expresiones similares.

El manejo del medio ambiente se ha caracterizado por acción gubernamental (comando y control). El enfoque moderno de desarrollo sostenido ha modificado la concepción del problema, al incorporar el principio precautorio o precaucionario en la legislación, el factor de riesgo en el asesoramiento científico y las fuerzas del mercado en la economía de la contaminación.

En México ha aumentado el número de instituciones y de científicos involucrados en los estudios de conta-



minación marina. Desde la década de los setenta, con los trabajos pioneros de Vázquez Botello en el Golfo de México, los estudios se han extendido a todo el litoral mexicano. La mayoría de ellos se ha concentrado en determinar el grado de contaminación en el ambiente físico; la escuela de Gold en la Unidad Mérida de Cinvestav ha ampliado sus objetivos y ha incorporado su impacto en la biota. El énfasis que se está dando al manejo del ambiente costero incrementará el volumen y calidad de estos estudios.



Bibliografía recomendada

Existe una copiosa bibliografía sobre contaminación marina. Las 40 publicaciones de GESAMP que se indican a continuación, tratan con detalle las conclusiones de este trabajo. Se recomienda también consultar los reportes emitidos por este grupo en sus sesiones anuales.

Scientific Criteria for the Selection of Sites for Dumping of Wastes into the Sea (1975).

Review of Harmful Substances (1976).

Principles for Developing Coastal Water Quality Criteria (1976).

Impact of Oil on the Marine Environment (1977).

Scientific Aspects of Pollution Arising from the Exploitation and Exploitation of the Sea-bed (1977).

Marine Pollution Implications of Coastal Area Development (1980).

Monitoring Biological Variables Related to Marine Pollution (1980).

Interchange of Pollutants between the Atmosphere and the Oceans (1980).

The Review of the Health of the Oceans (1982).

Scientific Criteria for the Selection of Waste Disposal Sites at Sea (1982).

The Evaluation of the Hazards of Harmful Substances Carried by Ships (1982).

An Oceanographic Model for the Dispersion of Wastes Disposed of in the Deep Sea (1983).

Marine Pollution Implications of Ocean Energy Development (1984).

Thermal Discharges in the Marine Environment (1984).

Review of Potentially Harmful Substances Cadmium, Lead and Tin (1985).

Interchange of Pollutants between the Atmosphere and the Oceans (segundo reporte) (1985).

Atmospheric Transport of Contaminants into the Mediterranean Region (1985).

Review of Potentially Harmful Substances, Arsenic, Mercury and Selenium (1986).

Review of Potentially Harmful Substances. Organosilicon Compounds, Silanes and Siloxanes (1986).

Environmental Capacity: An Approach to Marine Pollution Prevention (1986).

Land-Sea Boundary Flux of Contaminants: Contributions from Rivers (1987).

The evaluation of the hazards of harmful substances carried by ships: Revision of GESAMP Reports and Studies (1989).

Pollutant modification of atmospheric and oceanic processes and climate: some aspects of the problem (1989).

Atmospheric input of trace species to the world ocean (1989).

Long-term consequences of low-level marine contamination: An analytical approach (1989).

Review of Potentially Harmful Substances. Nutrients (1990).

The state of the marine environment (1990).

Review of potentially harmful substances. Choosing priority organochlorines for marine hazard assessment (1990).

Coastal modelling (1991).

Global strategies for marine environmental protection (1991).

Review of potentially harmful substrates. Carcinogens: their significance as marine pollutants (1991).

Reducing environmental impacts of coastal aquaculture (1991).

Global changes and the air-sea exchange of chemicals (1991).

Impact of oil, individual hydrocarbons and related chemicals on the marine environment, including used lubricant oils, oil spill control agents and chemicals used offshore (1993).

Anthropogenic influences on sediment discharge to the coastal zone and environmental consequences (1994).

Guidelines for marine environmental assessment (1994).

Biological indicators and their use in the measurement of the condition of the marine environment (1995).

The sea-surface microlayer and its role in global change (1995).

Monitoring of ecological effects of coastal aquaculture wastes (1996).

The contributions of science to integrated coastal management (1996).

*The invasion of the ctenophore *Mnemiopsis leidyi* in the Black Sea.*

Report of the Twenty-sixth session (en prensa).

Marine biodiversity: patterns, threats and development of a strategy for conservation (en prensa).

Renovación

Adolfo Martínez Palomo

Este año es particularmente satisfactorio para la Dirección General iniciar la ceremonia de entrega de diplomas a nuestros egresados de los programas de maestría y de doctorado. Por fin hemos podido establecer la tradición de realizar anualmente esta celebración en la que exaltamos una tarea fundamental del Cinvestav: multiplicar las capacidades científicas y tecnológicas del país, con el riguroso adiestramiento de maestros y doctores. Ello ha sido posible gracias a la presencia reiterada del licenciado Miguel Limón quien, año con año, nos ha acompañado desde 1995. Por ello y por su apoyo constante a este centro, vaya nuestro más sincero agradecimiento para el Secretario de Educación.

La instauración de esta ceremonia ha ido aparejada de otras iniciativas que pueden resumirse en un sola palabra: renovación. Renovación, en el sentido del término que significa generar de nuevo fuerza, intensidad y validez. Nos hemos empeñado en renovar esta institución que recibimos todavía con costumbres propias de una organización pequeña, que al cabo de siete lustros servían mal a un Centro más grande y más complejo.

La renovación requería con urgencia construir un marco regulador que plasmara la valiosa experiencia acumulada a lo largo de más de tres décadas de trabajo. Después de extensas consultas se establecieron estatutos y reglamentos que integrarán, antes que termine este año, una normativa académica de la que carecíamos.

El Dr. Adolfo Martínez Palomo es director general del Cinvestav. El presente texto fue leído en la ceremonia de entrega de diplomas de maestría y doctorado a egresados del Cinvestav, el 22 de abril de 1998.



La renovación exigía fomentar la participación colegiada en el análisis de la planeación y del funcionamiento académico del Centro. Para ello se dio vida al Consejo Académico Consultivo y se estimuló la participación activa de los profesores con la formación y reglamentación de consejos, comisiones y colegios.

La renovación debía continuar el espléndido proceso de descentralizar la actividad científica, iniciado en 1980 con la Unidad Mérida y continuado en 1981 con las unidades en Irapuato y en Saltillo, y en 1987 con el Laboratorio en Guadalajara. Al término de esta administración las primeras tres unidades se habrán fortalecido y habremos creado dos nuevas: en Querétaro para la ciencia y la ingeniería de los materiales y en Guadalajara para la ingeniería eléctrica y las ciencias de la computación.

La renovación demandaba dar mejores oportunidades a los investigadores jóvenes. Para ello establecimos el programa anual que asigna a los profesores recién adscritos al Centro una subvención

equivalente a diez mil dólares. En 1997 se beneficiaron 27 investigadores y este año serán 21 los que se incorporen al programa. Además, en breve se iniciará el programa de asociados posdoctorales para que laboren en el Centro, por periodos definidos, doctores recién egresados de otras instituciones nacionales y extranjeras. Asimismo se restablecerán los premios Rosenblueth a las mejores tesis de doctorado realizadas en el Cinvestav.

Así como era indispensable estimular a los jóvenes, también era necesario reconocer el desempeño académico excepcional de nuestros investigadores maduros. Se llevó a buen término el anhelado nombramiento de investigador emérito para los profesores de la máxima categoría que hayan desempeñado sus labores en la institución por más de 30 años.

La renovación debía tener también un componente de diálogo y comunicación del desarrollo del Cinvestav; la Dirección General inició la tradición de hacer entrega, unidad por unidad y departamento por

departamento de un informe anual, para conocimiento y comentarios de todo el profesorado.

La renovación, en fin, requería mejoras en la infraestructura material. El Departamento de Matemática Educativa, antes disperso en varios locales rentados, cuenta por vez primera con instalaciones propias. Las vetustas instalaciones originales de Zacatenco se han remodelado. El espléndido edificio que languidecía en el sur del Distrito Federal es remozado para dar cabida, en un inicio, al Departamento de Investigaciones Educativas.

En Saltillo se completaron nuevas instalaciones; un edificio está a punto de concluirse en Irapuato con la colaboración del gobierno del Estado de Guanajuato; en Mérida se iniciará en breve la construcción de instalaciones adicionales y las nuevas unidades de Querétaro y de Guadalajara serán albergadas en edificios erigidos, con subsidio de la Secretaría de Educación, en los espléndidos terrenos donados recientemente por los gobiernos locales respectivos; así, en Guadalajara seremos pronto dueños de casa y terreno, en vez de seguir siendo huéspedes. También en Saltillo el gobierno estatal ha donado un terreno, vital para la futura expansión de la unidad. Nuestra gratitud por ello a los gobernadores de Guanajuato, Querétaro, Coahuila y Jalisco.

Al mismo tiempo que se ha avanzado en el proceso de renovación, el Cinvestav ha continuado sus labores con rumbo ascendente. Entre las realizaciones recientes deseamos hoy destacar el notable incremento en el número de egresados de los programas de doctorado. A principios de la década de los ochenta graduábamos ocho doctores por año; en 1997 esta cifra se multiplicó por diez. Pero aún sin remontarnos tan lejos en el tiempo podemos aquilatar lo notorio del avance; los diplomas de doctorado que hoy se entregan representan el triple de los que se otorgaban a principios de los años noventa y la cifra para 1997 es cincuenta por ciento mayor que la del año precedente.

Es sabido que el Cinvestav es la segunda institución nacional con mayor producción científica; es menos conocido en cambio el ritmo ascendente de esta producción. A manera de ejemplo tomemos el total de artículos internacionales publicados en 1980. Duplicar ese total tomó al Centro 12 años. Pero volver a duplicar



el número de trabajos publicados en 1992 requirió tan sólo de cuatro años.

Recordemos además que de las grandes instituciones de educación superior el Centro es la única que tiene todos sus cursos refrendados en el Padrón de Posgrados de Excelencia del Conacyt, más del 90% de sus profesores con título de doctor y más del 75% de ellos son miembros del Sistema Nacional de Investigadores.

El éxito de nuestro esfuerzo de descentralización queda plasmado en el hecho que en la actualidad el 25%, tanto de los investigadores, como de los estudiantes de posgrado y de los egresados de maestría y doctorado del Cinvestav laboran o se formaron en las unidades de los estados; además, cerca del 30% de los alumnos que se preparan en las unidades estatales del Cinvestav provienen del Distrito Federal.

Por lo relatado anteriormente resulta evidente que el Centro ha reafirmado su tradición como líder en la formación de científicos, superando las limitaciones

propias de una época de depresión económica como la que vivimos. Más allá de insuficiencias que todos esperamos sean pasajeras, nuestro empeño se cifra en consolidar el futuro de la institución. Si las épocas de crisis sirven a unos para justificar desganos, para nosotros en cambio, son acicate que fortalece voluntades y expande ambiciones.

Sin embargo, es muy difícil que sigamos con este ritmo ascendente si nuestros presupuestos van a la baja, si tenemos una normativa cada vez más asfixiante y si no contamos con más plazas para personal de apoyo.

Además, debemos estar atentos a no contagiarnos de dos males endémicos que amenazan a las instituciones de educación superior: la endogamia y la complacencia. La primera la evitamos insistiendo en la necesidad de crecer no sólo a base de nuestros propios egresados y, en caso de hacerlo, exigiendo como condición para incorporarse al Centro una experiencia formativa adicional en el extranjero.

A su vez, nuestras vacunas contra la complacencia son el escepticismo y la insatisfacción propias del científico. Bien que comentemos lo realizado por la administración; mejor todavía que difundamos los logros académicos recientes del Centro, pero no podemos ni debemos limitar nuestras ambiciones a la situación presente. No lo olvidemos: las metas a las que debe aspirar el Cinvestav deben estar siempre muy por encima de sus realizaciones.

Si pensamos en grande, si valoramos nuestros logros comparándolos no sólo con lo realizado por otras instituciones del país y usamos como vara de medida a los líderes de la actividad científica y tecnológica en el mundo, reforzaremos nuestro empeño y lograremos un Centro más competitivo globalmente.

Ustedes, los profesionales que hoy reciben sus diplomas de maestría y doctorado tienen, en cierta medida, el futuro científico del país en sus manos. Ustedes son muchos más y están notablemente mejor preparados que nosotros, que los precedimos; por ello su contribución al desarrollo de México deberá ser mucho más importante.

A todos los que se gradúan hoy como maestros o doctores les expreso mi más entusiasta felicitación y mis más fervientes deseos porque tengan un espléndido desarrollo profesional. Al igual que para ustedes, para la administración que represento, lo logrado hasta hoy no es la meta, es sólo el punto de partida del esfuerzo renovado por lograr para la ciencia mexicana, y para el país, un futuro más brillante que el presente.



**ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA DE FÍSICA MEDICA
SOCIEDAD ESPAÑOLA DE FÍSICA MEDICA**

ALFIM

1^{ER}

**CONGRESO LATINOAMERICANO Y
DEL CARIBE DE FÍSICA MEDICA
(CURSOS PRE-CONGRESO)**

MÉXICO 98

SEDE: INSTITUTO NACIONAL DE CANCEROLOGÍA
Ciudad de México, 22-25 de noviembre de 1998

**INFORMES Y REGISTRO A CONGRESO Y CURSOS
RECEPCIÓN DE RESÚMENES Y TRABAJOS COMPLETOS**

Miguel Angel Pérez Pastenes
Departamento de Física
Instituto Nacional de Cancerología
Av. San Fernando 22, Tlalpan, 14000 México, D.F.
Tel. (52-5)628-0455, Fax. (52-5)513-5093
e-mail: alfim@cueyatl.uam.mx

Enrique Gaona,
Departamento El Hombre y su Ambiente,
Universidad Autónoma Metropolitana,
Calz. Del Hueso 1100, 04960 México, D.F.
Fax: (52-5)677-9184, 723-5469,
e-mail: gaen1310@cueyatl.uam.mx

**RESERVACIONES Y EVENTOS
SOCIALES**

Carlos G. Martínez Avila
Palмира 41,
Col. Alamos, 03400 México, D.F.
Tel. Y Fax: (52-5)530-8473 y 530-6417
Fax: (52-5)273-0102
e-mail: radsa@ienlaces.com.mx

Consulta nuestra página electrónica
<http://cueyatl.uam.mx/~alfim> ó <http://cueyatl.uam.mx> (eventos)

Clame

Comité Latinoamericano
de Matemática Educativa



12a. Reunión Latinoamericana de Matemática Educativa

Universidad Nacional de Colombia
SantaFé de Bogotá, D.C.
6 al 10 de julio de 1998

Actividades:

- Conferencias plenarias
y especiales (por invitación)
- Ponencias (fecha límite 30 de abril de 98)
- Grupos de discusión (fecha límite 20 de abril)
- Grupos de trabajo (fecha límite 20 de abril)
- Talleres (fecha límite 20 de abril)
- Cursos especiales (por invitación)
- Presentación
de carteles (fecha límite 30 de abril)
- Premio Simón Bolívar (fecha límite 30 de abril)
- Revista Latinoamericana (todo el año)

Informes en Colombia:

Universidad Nacional de Colombia
Fax: (57-91) 3680866, A.A. 5997
Universidad Distrital Francisco José
de Caldas
Fax: (57-91) 2860866
Universidad Pedagógica Nacional
Fax: (57-91) 2173321
Correo electrónico:
macevedo@matematicas.unal.co
clame@udistrital.edu.co

En México:

Comité Latinoamericano
de Matemática Educativa
Apartado Postal 75-661
07301 México, D.F., México
Teléfono:
(52-5) 747 7000 exts.: 2998 y 2999
Fax: (52-5) 747 7002
Correo electrónico:
clame@mail.cinvestav.mx
<http://www.cinvestav.mx/clame>

Convocan

Colombia: Universidad Nacional de Colombia, Universidad Pedagógica Nacional;
Universidad Distrital Francisco José de Caldas;
México: Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN;
Ministerio de Educación de Cuba;
Universidad de Costa Rica;
Universidad de Panamá;
Argentina: Universidad de la Patagonia;
Universidad de Puerto Rico;
República Dominicana: Universidad de Santo Domingo.

Informe de labores 1997

Adolfo Martínez Palomo

1. Resumen

Desde su creación en el año de 1961, el Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN ha tenido como funciones principales la formación de recursos humanos de alto nivel y la realización de investigación científica y tecnológica de la más alta calidad y competitividad internacionales.

El elevado nivel de los recursos humanos que forma la institución se ha logrado a través de programas de maestría y doctorado de la mejor calidad, tal y como ha sido reconocido por el Conacyt desde que en 1991 integró el Padrón de Instituciones con Posgrados de Excelencia y al cual se incorporaron todos los posgrados del Cinvestav.

Por otro lado, el impacto de las investigaciones en ciencia y tecnología de punta que se realizan en el Cinvestav es el fruto de la originalidad y rigor de los resultados experimentales y teóricos que aportan sus investigadores, que se ve reflejado en la generación de publicaciones en revistas con arbitraje estricto y de circulación internacional y en la presentación de trabajos en congresos y simposios internacionales.

En los dos primeros años de gestión de la presente administración, 1995 y 1996, fue necesario contender con el escenario de inestabilidad macroeconómica imperante en nuestro país, logrando conservar la inercia alcanzada en la formación de recursos humanos y en la

El Dr. Adolfo Martínez Palomo es director general del Cinvestav.



competitividad de la investigación científica y tecnológica realizada por el Cinvestav. La implementación de las estrategias plasmadas en el Plan de Desarrollo Institucional, desde un principio, permitieron potenciar las actividades sustantivas.

A principios de 1997, los retos institucionales previsibles en el periodo inmediato siguiente eran el funcionamiento normalizado de diversos órganos colegiados, la continuidad de tareas emprendidas, la ocupación de nuevos espacios, la regularización de activos, la consolidación oportuna de grupos de investigación.

Las principales medidas adoptadas para mejorar la gestión sustantiva del Cinvestav han sido la instrumentación y el seguimiento de los programas estratégicos contemplados en el Plan de Desarrollo Institucional. Específicamente, el Programa de Liderazgo Científico ha procurado el crecimiento cuantitativo y la superación cualitativa de la planta académica. La gestión institucional en la consecución de financiamiento externo es notable y se han creado nuevas formas de apoyo a los jóvenes investigadores recién incorporados a la institución. En forma muy tangible los resultados más indicativos del liderazgo institucional en calidad científica son, por un lado, el importante aumento en la publicación de artículos en revistas de arbitraje estricto y circulación internacional y, por otro, el creciente reconocimiento académico, nacional e internacional, de la labor de los investigadores del Centro.

El Programa de Calidad Educativa, por otra parte, ha cuidado mantener los niveles de excelencia de los programas de posgrado vigentes, como lo pone de manifiesto la pertenencia del 100% de los programas del Centro en el Padrón de Posgrados de Excelencia del Conacyt.

Asimismo, la emergencia de nuevos programas de posgrado se ha realizado bajo un riguroso sistema de evaluación interna que garantice las normas académicas institucionales. En este rubro, quizá el resultado más significativo sea el aumento en un 50% de los graduados de doctorado de la institución.

A continuación se describen en forma más detallada las metas específicas alcanzadas durante el presente ejercicio:

- El total de investigadores se incrementó en un 5% y se mantuvo la incorporación de jóvenes investigadores repatriados y de profesores visitantes consolidados.
- El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor se redujo en un año del 15% al 10.5% y el número de investigadores sin inscripción al doctorado disminuyó del 2.6% al 1.9%.
- Se duplicó el número de investigadores del Centro que realizan estancias posdoctorales en instituciones extranjeras de alto prestigio académico.
- Se logró un aumento del 10.2% en la membresía total en el SNI y los niveles I, II y III se incrementaron en 15.7%, 6.7% y 13.9%, respectivamente, disminuyendo el número de candidatos.
- Los investigadores y estudiantes del Centro fueron reconocidos por su labor científica como lo muestra la obtención de 21 premios y nombramientos honoríficos y la amplia participación en comités de expertos.
- En obtención de financiamiento para proyectos de investigación científica y tecnológica se observó un crecimiento del 15.6%.
- El monto otorgado por el Conacyt al Cinvestav representó el 9.4% de la cantidad total erogada por



el Consejo en la asignación correspondiente para apoyo a la investigación.

- El Cinvestav obtuvo el 15% del total otorgado por el Conacyt en Programas de Fortalecimiento al Posgrado.
- Con la creación del Programa JIRA, el Cinvestav apoyó 27 proyectos de investigación de jóvenes académicos recién incorporados a la institución.
- La producción total de artículos científicos tuvo un incremento del 11.3%. Cabe destacar que la publicación de artículos en revistas internacionales aumentó de 410 a 508 en un año.
- El 100% de los 46 programas de maestría y doctorado del Cinvestav fueron aceptados en

el Padrón de Posgrados de Excelencia del Conacyt.

- El Consejo Académico Consultivo evaluó favorablemente cuatro nuevos programas de posgrado: maestría y doctorado en Ecología Humana en Mérida y maestría y doctorado en Materiales en Querétaro.
- El número de alumnos de posgrado atendidos creció en un 10.2% en un año y en las unidades foráneas el aumento de atención fue del 25.6%.
- El número de alumnos de prerequisites aumentó en un 56.5% con respecto al año anterior.
- El número total de graduados se incrementó un 11.7%, destacando el aumento del 50% en doctorados.

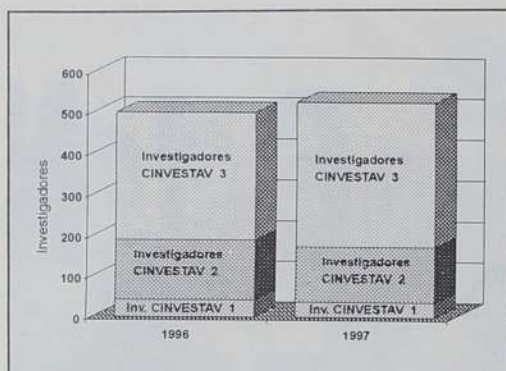


Figura 1. Distribución de la planta académica por categorías.

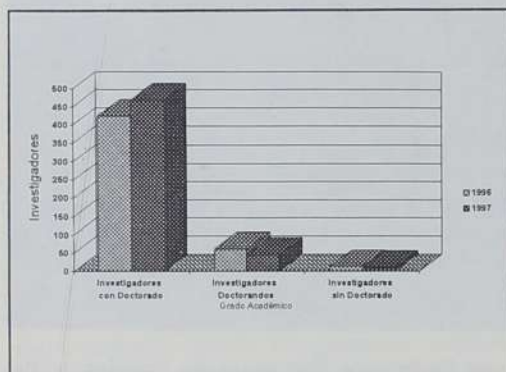


Figura 2. Distribución de investigadores con doctorado.

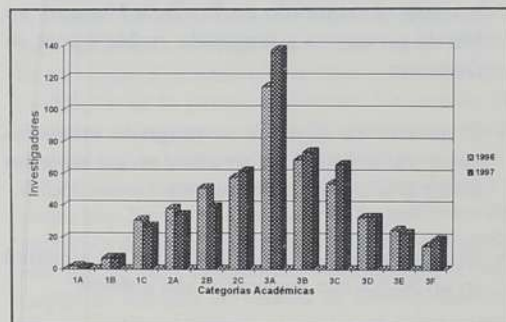


Figura 3. Distribución de investigadores por categoría y nivel académico.

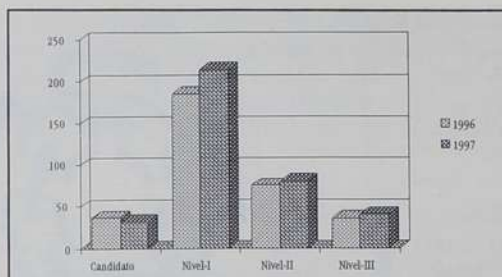


Figura 4. Distribución de los investigadores por categoría en el SNI.

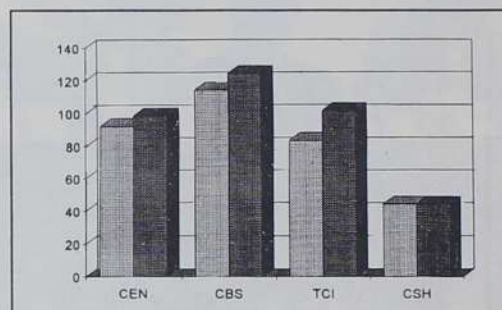


Figura 5. Distribución de investigadores por área del conocimiento en el SNI.

Tabla 1. Membresía en el SNI (planta académica).

ÁREA	CANDIDATO		NIVEL I		NIVEL II		NIVEL III		TOTAL	
	1997	1996	1997	1996	1997	1996	1997	1996	1997	1996
CEN	8	10	46	39	31	31	13	12	98	92
CBS	11	13	73	66	23	21	17	14	124	114
TCI	10	7	65	54	18	15	8	7	101	83
CSH	3	7	30	26	8	8	3	3	44	44
Total	32	37	214	185	80	75	41	36	367	333

Tabla 2. Membresía en el SNI (estudiantes de doctorado, auxiliares de investigación e instructores).

CATEGORÍA	CANDIDATO		NIVEL I		TOTAL	
	1997	1996	1997	1996	1997	1996
Estudiantes de Doctorado	48	71	2	11	50	82
Auxiliares de Investigación	3	3	7	6	10	9
Instructores	2	-	1	-	3	-
TOTAL	53	74	10	17	63	91

2. Programa de liderazgo científico

En virtud de que una de las principales preocupaciones del Cinvestav es mantener la vanguardia en materia de investigación científica del país, se ha planteado la operación de este programa que busca optimar las condiciones de desarrollo académico a fin de asegurar que el crecimiento cuantitativo en la planta de profesores tenga la calidad requerida por el estándar institucional. Los resultados expuestos en este apartado reflejan el crecimiento cuantitativo y cualitativo de la institución, indicados por el incremento en la planta de profesores y los logros en términos de su superación académica.

Crecimiento de la planta académica

Nuevas contrataciones. El total de investigadores durante 1997 se incrementó en un 5% en relación con las cifras de 1996. En la Fig. 1 se muestra gráficamente la planta actual de investigadores de acuerdo con la categoría. El incremento no pudo ser mayor por la imposibilidad, hasta la fecha, de contar con plazas para la contratación de personal de apoyo a la investigación.

Investigadores repatriados. Durante 1997 el Conacyt, a través del Fondo para Retener en México y Repatriar a los Investigadores Mexicanos, otorgó apoyo económico para repatriar a seis investigadores.

Cátedras patrimoniales. También durante 1997 el Conacyt, a través del Fondo para la Creación de Cátedras Patrimoniales de Excelencia Nivel II, aprobó la renovación de la estancia de siete investigadores.

Superación académica

Investigadores doctorandos. Del total de investigadores, 468 tienen el grado de doctor (15 obtuvieron el grado en el transcurso del año). El porcentaje de investigadores sin el grado de doctor se redujo en un año del 15% al 10.5% y el número de investigadores sin inscripción al doctorado disminuyó del 2.6% al 1.9%. En la Fig. 2 se muestra gráficamente la información anterior.

Investigadores posdoctorandos. Durante 1997, veintisiete investigadores continuaron o iniciaron estancias posdoctorales en el extranjero.



Promociones de categoría. En el periodo ordinario de promociones académicas durante 1997, se recibieron un total de 128 solicitudes, aprobándose el 80% de las promociones. En la Fig. 3 se muestra gráficamente la distribución actual de investigadores por categoría académica.

Investigadores Eméritos Cinvestav. El 2 de diciembre de 1997 se realizó una ceremonia en el Auditorio Arturo Rosenblueth, para otorgar el nombramiento de Investigador Emérito del Cinvestav al Dr. Jorge Cerbón Solórzano, investigador del Departamento de Bioquímica.

Distinciones y reconocimientos

Membresía en el SNI. En la promoción 1997 del Sistema Nacional de Investigadores (SNI), 367 investigadores del Centro forman parte del SNI. Esto representa el 75.2% del total de investigadores Cinvestav 2 y 3. La distribución de membresía en el SNI, por categoría y nivel, en cada una de las áreas del conocimiento que se cultivan en el Cinvestav se presenta en la tabla 1.

El número de investigadores en los niveles I, II y III se incrementó en 15.7%, 6.7% y 13.9%, respectivamente, por las promociones otorgadas, mismas que dieron lugar a la disminución del número actual de candidatos. En relación con el año anterior se tuvo un aumento del 10.2% en la membresía en el SNI. En la Fig. 4 se muestra gráficamente la información anterior, y en la Fig. 5 según el área del conocimiento.

Tabla 3. Premios y distinciones.

Francisco Javier Álvarez-Leefmans	Farmacología y Toxicología	Beca Guggenheim
Martha Espinosa Cantellano	Patología Experimental	Premio Miguel Alemán Valdés
Rosalía Lira Carmona (estudiante)	Patología Experimental	10o. Premio Lola e Igo Flisser-PUIS
Bibiana Chávez Munguía	Patología Experimental	10o. Premio Lola e Igo Flisser-PUIS Mención honorífica
Jorge Cerbón Solórzano	Bioquímica	Investigador Emérito Cinvestav
Jorge Cerbón Solórzano	Bioquímica	Investigador Nacional Emérito-SNI
Jerzy F. Plebański Rosinski	Física	Investigador Nacional Emérito-SNI
Pablo Rudomin Zevnovaty	Fisiología, Biofísica y Neurociencias	Investigador Nacional Emérito-SNI
Marcelino Cerejido Mattioli	Fisiología, Biofísica y Neurociencias	Investigador Nacional Emérito-SNI
Jorge Aceves Ruiz	Fisiología, Biofísica y Neurociencias	Investigador Nacional Emérito-SNI
Mercedes G. López Pérez	Unidad Irapuato	XXI Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos en la Categoría Profesional en Ciencia de los Alimentos
José Mustre de León	Unidad Mérida	Premio de Investigación de la Academia Mexicana de Ciencias en el Área de Ciencias Exactas
José Alonso Fernández-Guasti	Farmacología y Toxicología	Premio de Investigación de la Academia Mexicana de Ciencias en el Área de Ciencias Naturales
Miguel Ángel Gómez Lim	Unidad Irapuato	Premio de Investigación de la Academia Mexicana de Ciencias en el Área de Investigación Tecnológica
Esther Orozco Orozco	Patología Experimental	Medalla Pasteur de la UNESCO y el Instituto Pasteur
Juan Pablo Martínez Soriano	Unidad Irapuato	Proyecto seleccionado como la mejor investigación del Foro Nacional de Investigación Interinstitucional para la Salud
Laboratorio de Investigación en Materiales-Querétaro	Cinvestav	Primer lugar al Mejor Desarrollo Tecnológico en la Exposición de Ciencia y Tecnología del Estado de Querétaro
Héctor M. Poggi Valardo	Biotechnología y Bioingeniería	Primer y segundo lugares del Premio 1997 de la Asociación Mexicana de Control de Residuos Sólidos Peligrosos
Feliciano Sánchez Sinencio	Física	Premio Nacional de Ciencias y Artes en el Área de Tecnología y Diseño
Emilia Fereirro Schiavi	Investigaciones Educativas	Orden Andrés Bello en la categoría máxima (Banda de Honor) Gobierno de Venezuela



Además del personal académico, 50 estudiantes de doctorado, 10 auxiliares de investigación y 3 instructores pertenecen al SNI, como se indica en la tabla 2.

La disminución del número de estudiantes de doctorado miembros del SNI se debe fundamentalmente a los cambios registrados en los últimos años en criterios y requisitos de admisión y permanencia en el SNI.

Premios y distinciones. Durante 1997, investigadores y estudiantes del Centro recibieron 21 premios y distinciones otorgados por diversas instituciones nacionales y extranjeras (tabla 3).

Proyectos institucionales de investigación científica y tecnológica

Durante 1997, estuvieron en ejecución 721 proyectos de investigación. Esta cantidad representa el total de los proyectos que estuvieron vigentes en, al menos, algún trimestre del año reportado. Los proyectos en ejecución durante este período, según las áreas académicas, se indican en la tabla 4, y el promedio de los proyectos en

ejecución durante 1997 se presenta en la tabla 5. Este promedio representa un incremento de 8.5% con respecto a la meta programada para ese año (508). Este aumento y el número tan alto de proyectos que estuvieron en ejecución, en al menos algún trimestre de 1997 (721), obedecen a que en dicho año iniciaron 264 proyectos y terminaron 265 (el 51% de los proyectos vigentes al principio de año), cantidades significativas que incrementan considerablemente la suma total de proyectos en ejecución. En la tabla 6 aparece el número de proyectos iniciados en el año reportado, el número de proyectos que concluyeron y el de proyectos prorrogados en el último cuatrimestre. La información se desglosa por áreas.

Con respecto a las metas alcanzadas en el año anterior, observamos un crecimiento del 8.5 %. En la tabla 7 se compara lo reportado para 1996 y lo que en esta oportunidad se informa.

Apoyos institucionales extraordinarios. Programa JIRA. Tomando en consideración las dificultades que los nuevos investigadores tienen para iniciar su carrera académica y lograr su autonomía como científicos, en

Tabla 4. Proyectos de investigación por área del conocimiento.

ÁREA	No. de proyectos vigentes en, al menos, algún trimestre de 1997
CEN	181
CBS	299
TCI	198
CSH	43
TOTAL	721

Tabla 5. Promedio de los proyectos en ejecución en 1997.

ÁREA	promedio en ejecución durante 1997
CEN	155
CBS	234
TCI	131
CSH	32
TOTAL	552

Tabla 6. Número de proyectos iniciados y concluidos durante 1997.

ÁREA	No. de proyectos iniciados en el periodo	No. de proyectos que concluyeron en el periodo	No. de proyectos que se prorrogaron
CEN	48	60	20
CBS	97	107	39
TCI	105	74	0
CSH	14	24	3
TOTAL	264	265	62

Tabla 7. Comparación de proyectos en 1996 y 1997.

ÁREA	promedio en ejecución en 1996	promedio en ejecución en 1997
CEN	147	155
CBS	226	234
TCI	101	131
CSH	32	32
TOTAL	507	552

Tabla 8. Proyectos de investigación Conacyt.

ÁREA	No. de proyectos
CEN	56
CBS	85
TCI	86
CSH	14
TOTAL	241

Tabla 9. Proyectos de investigación iniciados en 1997 con apoyo del Conacyt.

Área	2a. asignación 1996.	1a. asignación 1997	2a. asignación 1997	TOTAL
CEN	6	10	11	27
CBS	18	7	28	53
TCI	10	3	28	41
CSH	3		5	8
TOTAL	37	20	72	129

Tabla 10. Apoyos del Programa de Fortalecimiento al Posgrado del Conacyt.

Programa	fondos CONACYT
Maestría y Doctorado en la especialidad de Biología Celular	2,306,173.00
Doctorado en Química	2,306,235.00
Maestría en Biología Marina y doctorado en Ciencias del Mar	2,306,235.00
Maestría y Doctorado en Física	2,306,235.00
TOTAL	9'224,878.00

el primer trimestre del año en curso el Cinvestav estableció el Programa JIRA (Jóvenes Investigadores Recién Adscritos) con el objeto de ofrecer un apoyo económico extraordinario, tanto en gasto de operación como de inversión, para mejorar las condiciones de trabajo de los investigadores recién incorporados al Centro. En el marco del Programa JIRA, el 17 de abril de 1997 el Cinvestav suscribió 27 convenios con profesores jóvenes de esta institución, para desarrollar proyectos de investigación con una duración de un año y con una erogación total de \$ 1,786,844 pesos.

Proyectos co-financiados. De los 721 proyectos en ejecución durante el año, 373 recibieron financiamiento externo. En lo que sigue, se presenta la información relativa a este tipo de proyectos.

Proyectos de investigación apoyados por Conacyt. En el período reportado, el Conacyt dio apoyo financiero para desarrollar 241 proyectos de investigación. Este número incluye 130 proyectos que se iniciaron durante 1997 y 111 proyectos aprobados en años anteriores, pero todavía vigentes en el período analizado. En la tabla 8 aparece el número de proyectos de investigación Conacyt que se desarrollaron en cada una de las áreas de conocimiento.

El 7 de enero de 1997, correspondiendo a la segunda asignación de 1996, el Cinvestav firmó 37 convenios con el Conacyt para desarrollar proyectos de investigación, de los cuales 35 tienen una duración de dos años. Cabe destacar que estos 37 proyectos representan el 9.3% del total de apoyos otorgados por el Consejo en esa oportunidad. Asimismo, en el marco de la Primera Asignación de 1997, el 1 de julio del presente año el Consejo suscribió con el Cinvestav 20 convenios para llevar a cabo proyectos de investigación científica, con una duración de dos años. En relación a la segunda asignación de 1997, el Conacyt aprobó canalizar a nuestra Institución apoyo económico para desarrollar 72 proyectos de investigación. Este número representa el 9% del total de apoyos otorgados por el Consejo en dicha asignación (tabla 9).

En el marco de la Red de Desarrollo e Investigación en Informática organizada y financiada por el Conacyt, el Cinvestav firmó un convenio que lo acredita como miembro de dicha Red. En razón de ello, el Conacyt aportará fondos económicos al Cinvestav para que se impulse el desarrollo de proyectos de investigación en el área de cómputo e informática. Con ello el número de proyectos financiados asciende a 130. Por otra parte, el 2 de enero del presente año el Cinvestav firmó con el Conacyt cuatro convenios en el marco del Programa de Fortalecimiento al Posgrado. Los programas de posgrado a los que el Conacyt asignó dichos apoyos, y los montos correspondientes, aparecen en la tabla 10. El Cinvestav recibió el 15% del total otorgado por Conacyt en este tipo de apoyos.



Proyectos apoyados por entidades nacionales. *Proyectos Intersectoriales.* Durante 1997, estuvieron en ejecución 37 proyectos de investigación co-financiados con 21 entidades. En este período, se celebraron convenios con la ANUIES, la Secretaría de Salud, el Colegio de México, la Comisión de Biodiversidad, el Cosnet, el Instituto Nacional de Ecología, la Universidad Autónoma de Puebla, el Departamento del D. F., la Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica y el Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias. En la tabla 11 aparecen las entidades que financiaron dichos proyectos, el número de proyectos y las áreas de conocimiento en las que se desarrollaron.

Proyectos de investigación con cofinanciamiento internacional. El Cinvestav mantiene una estrecha colaboración académica con grupos de científicos que trabajan en instituciones de diversos países. Muestra de ello es que durante 1997 estuvieron en ejecución 91 proyectos con contraparte internacional. Las investigaciones bi o multilaterales se han mantenido gracias a la ayuda que el Cinvestav ha recibido de distintas agencias de apoyo a la ciencia. En los siguientes apartados se presenta la información detallada de este tipo de proyectos.

Tabla 11. Proyectos intersectoriales.

INSTITUCIÓN	ÁREA CINVESTAV	No. de Proyectos
Asociación Nacional de Universidades e Instituciones de Educación Superior (ANUIES)	CBS, TCI, CSH.	4
Colegio de México	CSH	1
COSNET	CBS	1
Comisión Nacional para la Biodiversidad (CONABIO)	CBS, TCI	5
Consejo Nacional de Fomento Educativo (CONAFE)	CSH	1
Departamento del D. F.	TCI	1
Fundación Mexicana para la Salud (FUNSALUD)	CBS	1
Gobierno Municipal de Irapuato	TCI	1
Instituto de Investigaciones Eléctricas	TCI	1
Instituto Mexicano del Petróleo	TCI, CBS	3
Instituto Mexicano del Seguro Social	CBS	2
Instituto Mexicano de Comunicaciones	TCI	3
Instituto Nacional de Salud Pública	CBS	1
Instituto Nacional de Educación para Adultos (INEA)	CSH	1
Instituto Nacional de Ecología	CBS, TCI	4
Instituto Nacional de Investigaciones Agrícolas y Pecuarias	CBS	1
Procuraduría Federal de Protección al Ambiente (PROFEPA), Gob. Quintana Roo.	CBS	1
Secretaría de Salud	CBS	1
Secretaría de Medio Ambiente, Recursos Naturales y Pesca (SEMARNAP)	CBS, CSH	2
Subsecretaría de Educación Superior e Investigación Científica (SESIC)	CSH	1
Universidad Autónoma de Puebla	TCI	1
TOTAL		37

Tabla 12. Proyectos de cooperación bilateral.

País	CEN	CBS	TCI	Total
Alemania	2	3		5
Argentina	2			2
Cuba	2	4	2	8
EUA	5	1	2	8
Francia	2	1	4	7
España	3		1	4
Italia		1		1
Rep. Checa	1		3	4
Polonia	1			1
Total	18	10	12	40

Proyectos de cooperación bilateral. Financiamiento Conacyt-Cinvestav. Los proyectos de cooperación bilateral se establecen con la intermediación de la Secretaría de Relaciones Exteriores y al amparo de convenios "marco" suscritos con diversos países. Para su ejecución, estos proyectos reciben apoyo económico del Conacyt y del Cinvestav, así como de las agencias de apoyo a la ciencia y las entidades de investigación de la contraparte internacional. En este tipo de proyectos, sólo se otorga apoyo para gastos de viaje de intercambio académico. Durante el primer semestre de 1997, estuvieron en ejecución 40 proyectos de cooperación bilateral, llevados a cabo con diversos países. En la tabla 12 se desglosa la información por áreas de conocimiento.

Proyectos cofinanciados por agencias internacionales de apoyo a la ciencia. Durante el primer semestre de 1997, se desarrollaron 51 proyectos de investigación cofinanciados por 25 agencias internacionales de apoyo a la ciencia. En la tabla 13 aparece la información detallada de este tipo de proyectos, por agencia, número de proyectos y área de conocimiento en la que se desarrollaron.

Total de proyectos con financiamiento externo. En la tabla 14 se resume el número total de proyectos que recibieron apoyo económico de agencias o instituciones nacionales o internacionales.

Artículos en revistas nacionales e internacionales. El Cinvestav, después de la UNAM, es la institución del país que publica el mayor número de artículos de



investigación en revistas científicas internacionales con arbitraje estricto. La producción de artículos en el Centro en 1997 aparece en la tabla 15. El 91% de los artículos publicados en revistas internacionales aparecieron en las mejores publicaciones científicas del área o la disciplina respectiva; esto es, revistas que tienen un comité editorial conformado por los especialistas mundiales con mayor reconocimiento, cuentan con una difusión a nivel internacional y son de las más citadas por la comunidad de expertos. Cabe aclarar que en nuestro país se editan algunas de estas revistas que cumplen con dichas características y están consideradas como revistas internacionales. El 9% restante son artículos que aparecieron en revistas editadas fuera de nuestro país, y aunque cuentan con arbitraje estricto, no tienen la difusión de las anteriores.

Como se puede observar en la tabla 15, el Área de Ciencias Exactas y Naturales, el Área de Ciencias Biológicas y de la Salud y la de Tecnología y Ciencias de la Ingeniería publican mayoritariamente en revistas internacionales. Es distinto el caso para el Área de Ciencias Sociales y Humanidades; en ella se inscriben

dos departamentos cuya investigación se refiere a los procesos educativos y tienen como uno de sus principales objetivos el incidir en las políticas educativas del país, por lo que les es importante publicar en revistas en español y que cuenten con una difusión prioritariamente nacional o latinoamericana. En 1997, la producción de artículos científicos internacionales en el Cinvestav se incrementó en un 23%, con respecto a la producción generada en 1996 (tabla 16).

Memorias en congresos nacionales e internacionales.

La presencia del Cinvestav en los más importantes foros de discusión científica, tanto nacionales como internacionales, es constante. En la tabla 17 se muestra el número de artículos en extenso que publicaron los profesores del Cinvestav en memorias de congresos nacionales e internacionales. Estas publicaciones cuentan con un comité editorial y los artículos son sometidos a un arbitraje estricto.

Los profesores del Cinvestav participaron como ponentes en un gran número de congresos internacionales y nacionales, según se aprecia en la tabla 18. En algunos casos, los investigadores también participaron como organizadores o co-organizadores de estas reuniones.

Libros y monografías. Los investigadores del Cinvestav participaron en la elaboración de libros especializados, ya sea como editores, como responsables de capítulos o como autores únicos (tabla 19).

Patentes. En 1997, al Cinvestav se le otorgaron dos patentes internacionales y dos nacionales. Dichas patentes fueron resultado de las investigaciones del Laboratorio de Investigación en Materiales (Qro.), del Departamento de Genética y Biología Molecular y de la Unidad Saltillo. Actualmente, se encuentran en trámite cuatro patentes internacionales del Departamento de Ingeniería Genética (U. Irapuato), tres del Laboratorio de Investigación en Materiales (Qro.) y una de la Unidad Saltillo.

3. Programa de calidad educativa

El objetivo de este programa es mantener la excelencia de la actividad académica alcanzada por la institución

Tabla 13. Proyectos cofinanciados por agencias internacionales.

AGENCIA	ÁREA	No. de Proyectos
ANUIES-SEP-Conacyt-Francia	CBS, CEN	5
Centro Latinoamericano de Física en México	CEN	1
Centro de Estudios de Población	CSH	1
Comisión para la Cooperación Ambiental (Canadá)	CBS	1
Comisión Europea	CEN	1
Comisión Europea	CBS	5
Comisión Europea	TCI	5
Comisión Europea	CSH	1
Ciencia y Tecnología para el Desarrollo (CYTED)	TCI, CEN	3
FAO	TCI	1
Fundación México-Estados Unidos para la Ciencia	CBS	1
Fundación Mac Arthur	CBS	1
Fundación Rockefeller	TCI	4
Howard Hughes Medical Institute	CBS, TCI	2
International Centre for Genetic Engineering and Biotechnology (ICGEB)	TCI	2
International Atomic Energy Agency	TCI	4
International Institute for Applied Systems Analysis (IIASA)	CEN	1
Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA)	TCI	1
Instituto Pasteur	CBS	1
National Institutes of Health	CBS	1
National Institute of Drug Abuse	CBS	1
Organización Panamericana de la Salud	CBS	1
Open Learning Agency	CSH	1
Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD)	CBS, TCI	2
Texas Higher Education	TCI	1
Third World Academy of Sciences	CBS	1
UNESCO	CBS	1
Volkswagen Foundation	CBS	1
TOTAL		51

Tabla 14. Total de proyectos con financiamiento externo.

ÁREA	No. de proyectos
CEN	80
CBS	134
TCI	132
CSH	23
TOTAL	369

Tabla 15. Número de artículos publicados en 1997.

ÁREA	Artículos internacionales		Artículos nacionales	
	publicados	en prensa	publicados	en prensa
CEN	186	62	10	
CBS	154	64	11	2
TCI	146	48	25	2
CSH	22	3	43	
TOTAL	508	177	89	4

Tabla 16. Artículos internacionales publicados en 1996 y 1997.

ÁREA	Artículos internacionales publicados	
	1996	1997
CEN	167	186
CBS	119	154
TCI	99	146
CSH	25	22
TOTAL	410	508

Tabla 17. Artículos publicados en memorias de congresos.

ÁREA	Memorias en congresos internacionales		Memorias en congresos nacionales	
	publicados	en prensa	publicados	en prensa
CEN	73	5	13	4
CBS	97	29	13	18
TCI	107	73	82	17
CSH	17	19	5	1
TOTAL	294	126	113	40



en relación a la formación de recursos humanos en las áreas de especialidad del Centro. La operación de este programa contempla, por parte de los órganos colegiados de la institución, la permanente revisión de los diversos programas de posgrado a fin de garantizar su pertinencia, actualización y mejoramiento.

Estudios de posgrado

Programas de maestría y doctorado. Continuaron en operación los 22 programas de Maestría en Ciencias (M) y los 24 programas de Doctorado en Ciencias (D) en las diversas especialidades que se cultivan en el Cinvestav (tabla 20). En el mes de septiembre el Conacyt comunicó el dictamen emitido por los comités de evaluación, integrados por distinguidos miembros de la comunidad científica nacional, en el marco de la actualización 1996-1997 del Padrón de Programas de Posgrado de Excelencia para Ciencia y Tecnología. El 100% de los programas del Cinvestav fueron aceptados en el Padrón.

Cursos de posgrado impartidos. El número de cursos de posgrado impartidos durante 1997 fue de 573, como se muestra en la tabla 21 por área del conocimiento.

Nuevos programas de posgrado. Durante este año, fueron evaluados favorablemente por el Consejo Académico Consultivo los programas de maestría y doctorado en las especialidades de:

Materiales	Laboratorio de Investigación en Materiales-Querétaro
Ecología Humana	Sección de Ecología Humana-Unidad Mérida

Continúa en evaluación el programa de doctorado presentado por la Sección de Metodología y Teoría de la Ciencia.

Formación de maestros y doctores en ciencias

Alumnos atendidos en maestría y doctorado. Durante el período enero-diciembre de 1997 se atendieron 1647 alumnos de posgrado en los programas de maestría y doctorado. La distribución se muestra en la tabla 22 en términos del tipo de programa. Esta cifra representa un aumento del 10.2% respecto al año anterior.

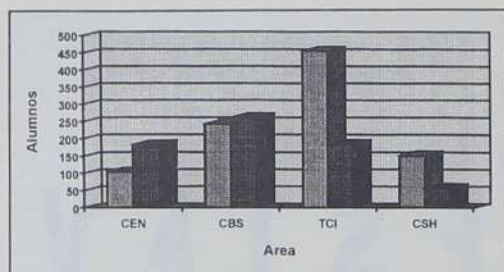


Figura 6. Alumnos atendidos, enero - diciembre de 1997.

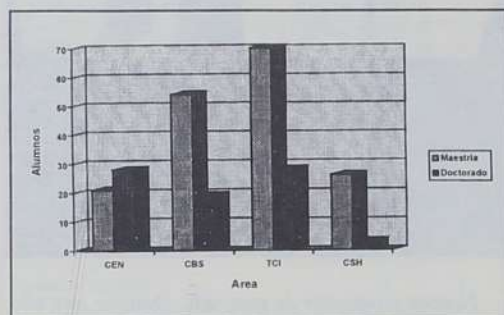


Figura 7. Alumnos graduados enero - diciembre 1997.

Tabla 18. Ponentes en congresos en 1997.

ÁREA	Congreso Internacional	Congreso Nacional
CEN	116	42
CBS	139	138
TCI	42	94
CSH	45	49
TOTAL	342	323

Tabla 19. Libros y monografías publicados en 1997

ÁREA	Libros		Capítulos de libros	
	publicados	en prensa	publicados	en prensa
CEN	4	0	7	3
CBS	10	4	25	34
TCI	2	0	23	30
CSH	23	19	39	26
TOTAL	39	23	94	93

Tabla 20. Programas de posgrado ofrecidos por el Cinvestav.

Ciencias Exactas y Naturales (CEN)		
Física	(M)	(D)
Física Aplicada	(M)	(D)
Física Teórica	(D)	
Matemáticas	(M)	(D)
Fisicoquímica	(M)	(D)
Química Orgánica	(M)	(D)
Química Inorgánica	(M)	(D)
Ciencias Biológicas y de la Salud (CBS)		
Biología Celular	(M)	(D)
Biomedicina Molecular	(M)	(D)
Bioquímica	(M)	(D)
Farmacología	(M)	(D)
Toxicología	(M)	(D)
Fisiología	(M)	(D)
Biofísica		(D)
Neurociencias		(D)
Genética y Biología Molecular	(M)	(D)
Patología Experimental	(M)	(D)
Biología Marina	(M)	
Ciencias Marinas		(D)
Tecnología y Ciencias de la Ingeniería (TCI)		
Biotechnología	(M)	(D)
Biotechnología de Plantas	(M)	(D)
Ingeniería Eléctrica	(M)	(D)
Ingeniería Metalúrgica	(M)	(D)
Metalurgia no Ferrosa	(M) (en liquidación)	
Ciencias Sociales y Humanidades (CSH)		
Investigaciones Educativas	(M)	(D)
Matemática Educativa	(M)	(D)



La distribución de los alumnos de posgrado por áreas del conocimiento que se cultivan en el Cinvestav se muestra en la tabla 23.

La disminución que se aprecia en 1997 en el Área de Ciencias Sociales y Humanidades respecto a 1996 es debido al proceso de reorganización del Departamento de Matemática Educativa y a que en ese periodo no hubo ingreso en el Departamento de Investigaciones Educativas ya que inscribe nuevos alumnos cada dos años. En la Fig. 6 se muestra la distribución de los alumnos en las cuatro áreas del conocimiento y por tipo de programa. En las unidades foráneas del Cinvestav, se atendieron 368 alumnos, que representan el 22.3% del total (tabla 24). El aumento en la atención de alumnos en las unidades foráneas fue del 25.6%. A este aumento contribuyó fundamentalmente el notable reclutamiento de estudiantes en el Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación de Guadalajara.

Otros alumnos atendidos. Además de los alumnos atendidos en los programas de maestría y doctorado se atendieron 277 alumnos de prerequisites que, en

relación con los 177 del año anterior, representan un aumento del 56.5%. Este aumento se debe a que varios departamentos pusieron en marcha cursos propedéuticos a partir de este año, con el objeto de seleccionar y nivelar en conocimientos a los aspirantes a los programas de maestría. De estos, 33 alumnos fueron atendidos en las unidades foráneas. Durante este año se atendieron, además, 536 estudiantes de otras instituciones que acudieron al Cinvestav en busca de apoyo del personal académico para diversas actividades (tabla 25).

Maestros y Doctores graduados. Debido a los esfuerzos por aumentar la eficiencia terminal de los programas de estudio, en 1997 se graduaron (maestría y doctorado) 249 estudiantes. Este número representa un aumento del 11.7% en relación con 1996. La distribución por área del conocimiento se muestra en la tabla 26. Como se puede observar, no hubo aumento en el número de graduados en los programas de maestría, sin embargo en el doctorado el aumento fue de un 50%; lo anterior se debe en parte al aumento del número de estudiantes que ya no obtienen la maestría por ingresar directamente a los programas de doctorado (Fig. 7).

Becas de estudio otorgadas

Becas otorgadas por el Cinvestav. En 1997 el Cinvestav otorgó 366 nuevas becas a estudiantes que no tuvieron beca de alguna institución externa o a los cuales se les terminó la beca sin haber concluido sus programas de estudios. En la tabla 27 se muestra la distribución de estas becas por área y su distribución en comparación al año de 1996. En el periodo estuvieron vigentes un total de 429 becas del Cinvestav (tabla 28).

Becas otorgadas por el Conacyt. En 1997 el Conacyt otorgó 400 nuevas becas (tabla 29), y estuvieron vigentes un total de 1237 becas (tabla 30).

4. Programa de gestión tecnológica

La gestión tecnológica y la vinculación con el sector productivo son de importancia fundamental para el Cinvestav en virtud de que parte de la investigación que

Tabla 21. Cursos de posgrado impartidos.

ÁREA	1997	1996
CEN	118	127
CBS	133	128
TCI	240	240
CSH	82	64
TOTAL	573	559

Tabla 22. Alumnos de posgrado atendidos.

PROGRAMA	ALUMNOS DE POSGRADO	
	1997	1996
Doctorado	688	591
Maestría	959	903
TOTAL	1647	1494

Tabla 23. Alumnos atendidos por área.

ÁREA	ALUMNOS DE POSGRADO	
	1997	1996
CEN	288	284
CBS	506	414
TCI	642	552
CSH	211	244
TOTAL	1647	1494

Tabla 24. Alumnos atendidos en la unidades foráneas.

UNIDAD	ALUMNOS	
	1997	1996
Unidad Irapuato	113	119
Unidad Mérida	102	73
Unidad Saltillo	58	55
Lab. de Ingeniería Eléctrica y Computación-Guad.	95	46
TOTAL	368	293

Tabla 25. Atención a estudiantes de otras instituciones.

ACTIVIDAD	DISTRITO FEDERAL	UNIDADES FORÁNEAS	TOTAL
Tesistas de Licenciatura	109	81	190
Servicio Social	24	79	103
Prácticas Profesionales	6	54	60
Tesistas de Posgrado	52	72	124
Estancias de entrenamiento de posgrado	22	37	59
TOTAL	213	323	536

Tabla 26. Maestros y doctores graduados en 1997.

ÁREAS	1997		1996	
	MAESTRÍA	DOCTORADO	MAESTRÍA	DOCTORADO
CEN	21	28	29	18
CBS	54	19	60	9
TCI	70	28	53	14
CSH	26	3	29	11
TOTAL	171	78	171	52

Tabla 27. Distribución de nuevas becas otorgadas por el Cinvestav.

ÁREA	BECARIOS 1997	BECARIOS 1996
CEN	86	78
CBS	134	88
TCI	141	94
CSH	5	8
TOTAL	366	268

Tabla 28. Total de becas otorgadas por el Cinvestav en 1997.

ÁREA	BECARIOS 1997	BECARIOS 1996
CEN	99	84
CBS	147	104
TCI	164	105
CSH	19	17
TOTAL	429	310

Tabla 29. Nuevas becas otorgadas por el Conacyt en 1997.

ÁREA	BECARIOS 1997	BECARIOS 1996
CEN	50	59
CBS	149	110
TCI	172	115
CSH	29	58
TOTAL	400	342

Tabla 30. Becas vigentes otorgadas por el Conacyt.

ÁREA	BECARIOS 1997	BECARIOS 1996
CEN	218	233
CBS	408	333
TCI	471	454
CSH	140	131
TOTAL	1237	1151

se realiza tiene aplicación en este sector. Los resultados alcanzados en esta materia se expresan en términos de proyectos de colaboración industrial.

Colaboración industrial

Durante 1997, el Cinvestav desarrolló proyectos de transferencia de tecnología para 26 empresas, las que otorgaron apoyo económico para desarrollar los trabajos de investigación. En la tabla 31 aparece el nombre de la empresa y la unidad o departamento en la que se llevó a cabo el proyecto. A través de distintos departamentos de investigación, también se dieron diferentes servicios (consultorías, asesorías, etc.) a las siguientes empresas: Pemex-Refinación, Grupo Roche-Syntex, Helber de México, S. A. de C. V., Laboratorios Senosian, S. A. de C. V., The Procter & Gamble Co., Asociación de Productores de Guanajuato, Secretaría del Trabajo y Previsión Social, IBM, Hewlett Packard, Transwitch, AT&T.

Programas Conacyt de vinculación academia-industria

En el período reportado, el Cinvestav participó en 10 proyectos de investigación dentro del Programa de Investigación Regional, coordinado por el Conacyt. El Programa busca ser un instrumento de integración que contribuya al fortalecimiento del proceso de descentralización de la ciencia y la tecnología y promueva el desarrollo regional a través de la participación conjunta de los sectores productivo, académico y gubernamental. Asimismo, la Unidad Saltillo del Cinvestav participó en tres proyectos de investigación dentro del Programa de Vinculación Academia-Empresa (PREAEM). Este programa, coordinado por el Conacyt, tiene como propósito establecer las bases de colaboración y apoyo

entre instituciones que hacen investigación científica y las empresas. Las empresas con las que se llevaron a cabo los proyectos de investigación son: Fundación Monclova, S. A. de C. V., y Servicios Industriales Peñoles, S. A. de C. V. (tabla 32).

5. Programa de legislación académica

Mediante este programa se pretende establecer el marco legal, bajo el cual se rijan las actividades, tanto sustantivas como de apoyo administrativo del Cinvestav. En este período se reportan avances importantes en la elaboración de los reglamentos y normas, resultado del trabajo de las comisiones establecidas para este fin.

Organos institucionales

Consejo Académico Consultivo (CAC). Durante 1997 se realizaron 7 sesiones de Consejo, de las cuales 4 fueron ordinarias y 3 extraordinarias, destacándose la incorporación de cuatro investigadores titulares representantes del personal académico del Centro, con la finalidad de enriquecer las opiniones de este cuerpo colegiado. Del trabajo del CAC se puede resaltar la conclusión de los Reglamentos del Consejo Académico Consultivo y del Consejo Técnico Consultivo, mismos que fueron ya expedidos por la Junta Directiva en este año. De igual forma, en breve se presentará ante el órgano de gobierno, el Estatuto del Personal Académico del Cinvestav.

Comisión de Promoción y Estímulos para los Investigadores (COPEI). Esta comisión sesionó durante 12 días dentro de su período ordinario, en el cual se

Tabla 31. Colaboración con empresas.

EMPRESA	Departamento o Unidad
Agroindustrial Orgánica S.P.R. de R.L.	Ing. Genética, U. Irapuato
AT&T.	LIECC, Guadalajara
Artelactos y Contactos Eléctricos Industriales, S. A.	U. Saltillo
Calizas Industriales del Carmen	Recursos del Mar, U. Mérida
Cargill de México, S. A. de C. V.	Lab. de Investigación en Materiales, Qro.
Centro de Investigación y Desarrollo CONDUMEX	U. Saltillo
CERECHEM, Co.	Biología y Bioingeniería, Biotecnología y Bioquímica, U. Irapuato
CIFUNSA, S. A. de C. V.	U. Saltillo
CYDSA	LIM-Querétaro
Comité Estatal de Sanidad Vegetal de Guanajuato	Ing. Genética, U. Irapuato
Confederación de Asociaciones Agrícolas del Estado de Sinaloa	Ing. Genética, U. Irapuato
COMIMSA	U. Saltillo
Consortio de Desarrollos y Promociones Inmobiliarias H, S.A.	Recursos del Mar, U. Mérida
Dantel	LIECC, Guadalajara
DICCONSA	LIM, Querétaro
Frexport	Ing. Genética, U. Irapuato
Fundación Produce Tabasco A. C.	Ing. Genética, U. Irapuato
Fundación Guanajuato Produce. A. C.	Ing. Genética, U. Irapuato
Galvak, S. A.	U. Saltillo
Grupo IMSA-ENERMEX	U. Saltillo
HYLSA, S. A. de C. V.	U. Saltillo
Industrial Orgánica, S. A. de C. V.	Ing. Genética, U. Irapuato y Química
Instituto Mexicano del Seguro Social	Bioelectrónica
Instituto Mexicano del Petróleo	Control Automático y Biotec y Bioing.
Instituto Nacional de Ecología	Recursos del Mar, U. Mérida
International Lead Zinc Research Organization Inc.	Física Aplicada, U. Mérida
Met-Mex Peñoles, S. A. de C. V.	U. Saltillo
Motorola de México, S. A. de C. V.	Ingeniería Eléctrica
Paraíso de Edzna, S. P. R. de R. L.	Ing. Genética, U. Irapuato
PAIDOS	Investigaciones Educativas
Paradyne	LIECC, Guadalajara
PEMEX Refinación	Biotecnología y Bioingeniería
PROQUIFIN	Genética y Biología Molecular
Sinapsis, S. A. de C. V.	Biotecnología y Bioingeniería
Sanford Scientific, Inc.	Ing. Genética, U. Irapuato
Sika Mexicana S. A. de C. V.	Física Aplicada, U. Mérida
Sinapsis, S. A. de C. V.	Biotecnología y Bioingeniería
Stabilus, S. A. de C. V.	U. Saltillo
Tequila Sauza	Ing. Genética, U. Irapuato
TAMSA, S. A. de C. V.	U. Saltillo

Tabla 32. Programa de vinculación academia-industria.

PROGRAMA	Número	Unidad o Departamento
Fondo del Sistema de Investigación Alfonso Reyes (SIREYES)	2	U. Saltillo
Fondo del Sistema de Investigación Morelos (SIMORELOS)	1	Farmacología y Toxicología
Fondo del Sistema de Investigación Miguel Hidalgo (SIHGO)	5	U. Irapuato
Sistema de Investigación Francisco Villa (SIVILLA)	1	Biología y Bioingeniería
SISIERRA	1	U. Mérida
Programa de Vinculación Academia-Empresa (PREAEM)	3	U. Saltillo

presentaron 467 solicitudes de renovación de Beca de Exclusividad y Desempeño Académico y 128 de promoción, resultando aprobadas 462 y 102, respectivamente, y negadas 5 y 26, respectivamente. Asimismo, se realizó un periodo extraordinario para el proceso de apelación, en el cual se presentaron 17 solicitudes y fueron aprobadas 8 y negadas 9.

Comisión Evaluadora Institucional (CEI). Esta comisión, encargada de asesorar a la Dirección General sobre la asignación de categoría, promoción, otorgamiento y renovación de beca a los auxiliares de investigación, sesionó durante 3 días en periodo ordinario en el cual se presentaron 171 solicitudes de renovación de Beca de Desempeño Académico y 126 de promoción, teniendo como resultado el otorgamiento de 163 becas y 8 negadas, así como 105 promociones otorgadas y 21 negadas. Asimismo, se realizó el periodo extraordinario para el proceso de apelación con 12 solicitudes de las cuales 8 fueron aceptadas y 4 negadas.

Consejo de Coordinadores Académicos (CCA). En este ejercicio, el Consejo de Coordinadores sesionó en 7 ocasiones, logrando avances significativos para la integración del Anteproyecto del Reglamento General de Estudios de Posgrado y del Reglamento de Becas y Estímulos del Cinvestav, mismo que se someterá a consideración del Consejo Académico Consultivo.

Comité de Protección Radiológica. Se ha continuado la impartición de los cursos en seguridad radioactiva, iniciados desde hace cuatro años. Por lo que respecta a 1997, se impartió el curso "Seguridad Radiológica en Investigación para Personal Ocupacionalmente Expuesto". Este curso fue dirigido a personal técnico, auxiliares de investigación y estudiantes de maestría y doctorado.

6. Programa de descentralización institucional

La respuesta del Cinvestav, como institución generadora de conocimiento científico e investigación aplicada, a las regiones de importancia económica del país, requiere de una continua mejora, no sólo de sus programas académicos sino de la infraestructura física necesaria para sostener el liderazgo en las áreas estratégicas del desarrollo regional. Los resultados obtenidos mediante este programa permiten la consolidación de las unidades y laboratorios foráneos y repercuten sensiblemente en la planta académica.

Unidad Irapuato. En marzo de 1997, el Departamento de Ingeniería Genética en colaboración con la UNESCO/ICRO organizó el "Third International Course on Analysis and Manipulation of the Plant Genome". El curso fue auspiciado por UNU, ICRO, BAC, ISPMB y Cinvestav, fueron ponentes 11 investigadores de universidades y centros de investigación del extranjero y participaron 18 alumnos de 13 países, más los estudiantes de esta unidad. En noviembre se contó con la visita de los secretarios agropecuarios de varios estados, quienes realizaron un recorrido por las instalaciones, así como una serie de entrevistas con algunos profesores y los jefes de los departamentos. Esta visita estuvo coordinada por el Dr. Octavio Paredes López, Director de la Unidad y el Ing. Javier Usabiaga Arroyo, secretario de Desarrollo Agropecuario del Estado de Guanajuato. En el mes de noviembre se recibió la visita del gobernador del Estado. Durante su estancia hizo un recorrido por el edificio en construcción. En esta oportunidad se hizo de su conocimiento que la cantidad faltante para la terminación de la obra ascendía a seis millones de pesos. El Gobernador se comprometió a asignar recursos por



parte del Gobierno Estatal por la cantidad de cuatro millones.

Unidad Mérida. En 1997 la Unidad Mérida del Cinvestav fortaleció su visión acerca de su compromiso con la sociedad. La planta académica está formada por 55 doctores en ciencias, los cuales tienen un promedio de una publicación internacional por año, y tienen vigentes en la actualidad 35 proyectos del Conacyt, además se cuenta con proyectos importantes de otras fuentes de financiamiento como son la CONABIO, la Comisión Europea, el ISF, el CYTED y la UNESCO. Cabe mencionar que tienen más de 100 estudiantes inscritos en los distintos posgrados de la Unidad. Dentro de las actividades más sobresalientes que se llevaron a cabo durante el año, destaca la creación del Fondo Yucatán. Este Fondo fue creado por el Gobierno del Estado para apoyar a los estudiantes de licenciatura, maestría y doctorado con becas tesis, becas puente, complemento de becas, apoyo para asistencia a congresos, cursos de actualización y emergencias médicas. Asimismo, los estudiantes que publiquen su tesis recibirán una compensación económica extraordinaria. Durante el año se otorgaron 70 becas a estudiantes de la Unidad con este Fondo. En el mes de octubre, se llevó a cabo la entrega de diplomas de los egresados de los posgrados de la Unidad Mérida, se entregaron diplomas a 9 doctores en ciencias y 49 maestros en ciencias. En dicha entrega de diplomas estuvieron autoridades del Gobierno del Estado de

Yucatán y del Cinvestav. Otro acontecimiento académico importante que se llevó a cabo durante el año fue la creación del posgrado en Ecología Humana. Con este programa, la Unidad Mérida ofrecerá posgrados en tres de las áreas que cultiva el Cinvestav: Ciencias Sociales, Ciencias Biológicas y Ciencias Exactas. Este programa se iniciará a partir de septiembre de 1998.

Unidad Saltillo. Durante 1997 la Unidad Saltillo fortaleció su trabajo académico en las disciplinas de Ingeniería Metalúrgica y de Ingeniería Cerámica. Se obtuvo financiamiento para nueve nuevos proyectos de investigación apoyados por la Dirección Adjunta de Investigación Científica del Conacyt, lo cual casi duplicó el número de proyectos de investigación científica con financiamiento externo. Asimismo, los recursos obtenidos en 1997 por ingresos propios se incrementó en más del 100% con respecto al año previo. Lo anterior permitió un incremento en la infraestructura experimental mediante la adquisición de equipo. Con el objeto de consolidar el grupo de Ingeniería Cerámica, se incrementó la planta de investigadores con dos contrataciones en esta área. De igual forma se inició el programa de formación de recursos humanos en cerámica, con el envío de cinco personas para hacer su doctorado en el extranjero, los cuales a su regreso fortalecerán la planta académica. A finales de 1997, el Gobierno del Estado de Coahuila donó al Cinvestav un millón de pesos que, junto con la aportación de recursos fiscales de la institución, permitió adquirir un predio de

1.3 hectáreas, adjunto a las instalaciones de esta unidad, el cual permitirá el crecimiento previsto en el Plan de Desarrollo 1997-2000 de esta dependencia del Cinvestav.

Laboratorio de Ingeniería Eléctrica y Ciencias de la Computación-Guadalajara. El Laboratorio continuó este año su proceso de consolidación. Amplió su planta de 12 a 17 investigadores y su programa de maestría en ingeniería eléctrica, que es parte del padrón de excelencia de Conacyt, graduó sus primeros 5 estudiantes. Se crearon nuevas áreas de interés en las dos especialidades de la maestría. Control amplió sus líneas de estudio a sistemas de potencia, mientras que telecomunicaciones incorporó aspectos relacionados con computación. Por su parte la población estudiantil tuvo un incremento de casi 100%, llegando a 95 estudiantes. Por su parte el Centro de Tecnología de Semiconductores (CTS) continúa ofreciendo sus servicios de diseño a la industria electrónica. Entre sus logros de este año, CTS cuenta con el diseño de una decena de sistemas para Paradyne Co., siete de los cuales se incorporaron a productos lanzados para su venta en el mercado internacional. También se diseñaron diez tarjetas de circuito impreso para la compañía Hewlett Packard, mientras que para la compañía Dantel se diseñaron un circuito integrado y un sistema de transmisión de datos.

Laboratorio de Investigación en Materiales-Querétaro. Se inició la construcción de lo que será la sede de la Unidad Querétaro del Cinvestav con un total de de 5000 m² de construcción, en un terreno de 15 hectáreas ubicado en Juriquilla, Querétaro, aproximadamente a 15 kilómetros del Centro de la ciudad de Querétaro. Se presentó al Consejo Académico Consultivo del Cinvestav la propuesta de un programa de posgrado con Maestría y Doctorado en Materiales, la cual fue recomendada por el CAC. Dicho programa fue también sometido a consideración del Conacyt para su incorporación en el Padrón de Programas de Excelencia. Por segundo año consecutivo, el Laboratorio de Investigación en Materiales del Cinvestav en Querétaro obtuvo el Primer Lugar en la modalidad del Mejor Desarrollo Tecnológico en la Exposición Estatal de Ciencia y Tecnología convocada por el Gobierno del Estado. En el transcurso de 1997 se estableció vinculación con varias empresas, nacionales e internacionales, para el desarrollo de nuevas tecnologías en el ámbito

de los materiales. El recurso captado por este concepto fue de aproximadamente dos millones de pesos.

7. Programa de intercambio y cooperación

Mediante la ejecución de este programa, el Cinvestav mantiene su compromiso de intercambio académico con diversas instituciones de intereses afines, tanto nacionales como extranjeras, así como con entidades del sector productivo y organismos de apoyo, a fin de conseguir los fondos suficientes para el desarrollo de proyectos y la formación de recursos humanos mediante la promoción de estancias y de colaboración científica.

Convenios de colaboración interinstitucionales

El interés del Cinvestav en mantener una estrecha colaboración con instituciones nacionales y extranjeras se manifiesta en el intercambio de información, difusión, apoyo y colaboración académica. Durante 1997 se firmaron convenios de colaboración académica y apoyo mutuo con seis instituciones nacionales (tabla 33) y con cuatro instituciones extranjeras (tabla 34).

8. Programa de difusión

El Programa de Difusión Institucional del Cinvestav cubre la difusión, la promoción y la divulgación de las actividades científicas y tecnológicas del Centro. En el contexto de este programa, se realizó la publicación de seis números de la revista *Avance y Perspectiva* correspondientes al volumen 16 y el *Anuario 1996* de la institución, así como el mantenimiento de las páginas casa para Internet. Se publicaron las *Memorias del 35 Aniversario del Cinvestav*, el estudio de *Los Egresados del Cinvestav en el Mercado Laboral* y el *Informe de Labores 1996*. La imagen del Cinvestav también fue promovida en los medios de comunicación audiovisual y en diversos foros de intercambio y vinculación académicos; hacia el interior se coordinaron visitas institucionales, se organizaron presentaciones de libros

y diversas actividades culturales enmarcadas en el evento *Jornadas Culturales 1997*.

Avance y Perspectiva. El órgano de difusión del Centro, la revista *Avance y Perspectiva*, se publica bimestralmente, con artículos de divulgación científica y notas sobre avances científicos y tecnológicos obtenidos en las especialidades cultivadas en el Cinvestav. En 1997 se publicaron los 6 números correspondientes al volumen 16 de esta revista de divulgación científica. El Consejo Editorial de esta publicación está formado por los doctores: Enrique Campesino, René Asomoza, José Víctor Calderón Salinas, Luis Capurro, Marcelino Cerejido, Eugenio Frixione, Jesús González, Luis Herrera Estrella, María de Ibarrola, Eusebio Juaristi, Luis Moreno Armella, Miguel Ángel Pérez Angón, Héctor M. Poggi y Gabino Torres Vega. El sumario de los últimos ejemplares de la revista puede ser consultado a través de Internet, en la siguiente dirección electrónica: <http://www.Cinvestav.mx/webelect/avance.htm>

Anuario. Durante 1997 se publicaron la edición 1995 y la correspondiente a 1996, las cuales contienen información relativa a cada uno de los programas de posgrado que imparte el Cinvestav, el personal académico, estudiantes graduados, profesores visitantes y publicaciones científicas de cada departamento y unidad.

Memorias del 35° Aniversario. Se publicaron las Memorias del 35° Aniversario del Centro, donde se relatan las actividades académicas conmemorativas organizadas por los departamentos, unidades, laboratorios y secciones de la institución. Destacan las actividades conjuntas realizadas por los departamentos pertenecientes a una misma área. Las Memorias del 35° Aniversario fueron distribuidas al personal docente y administrativo del Cinvestav.

Informe de Labores 1996. En este año se editó el Informe de Labores 1996 del Cinvestav. En esta publicación se presentan los resultados de los programas de trabajo establecidos en ese año por la actual administración. Esta edición fue distribuida a nivel nacional a diversas entidades, dependencias gubernamentales, instituciones de educación superior y centros de investigación.

Los Egresados del Cinvestav en el Mercado Laboral. Fue publicado el documento "Los egresados del

Cinvestav en el mercado laboral", en el cual se dan a conocer los resultados del Cinvestav, desde 1961 hasta 1996, en relación a la formación de recursos humanos y su ubicación en el mercado laboral nacional. Esta edición fue distribuida de la misma manera que el Informe de Labores 1996.

Páginas-casa WWW. Destaca el esfuerzo de Cinvestav en la renovación de la página de presentación del Centro (<http://www.cinvestav.mx/>), con la inclusión de un directorio con el personal administrativo y los jefes de departamentos académicos de la institución.

Televisión. Se llevó a cabo la difusión de los avances científicos y tecnológicos del Cinvestav mediante la coordinación de grabaciones de cápsulas científicas y entrevistas con investigadores del Centro, que fueron realizadas por las siguientes empresas: Televisa, Once TV y Canal 22; para la Unidad de Televisión Educativa de la SEP se colaboró en la realización de la Semana Nacional de Ciencia y Tecnología.

9. Perspectiva

En virtud de los resultados obtenidos, la institución refrenda las estrategias seguidas y mantiene compromisos de mejoramiento de gestión académica que se detallan en seguida:

Se continuará apoyando la superación del personal académico promoviendo la obtención del doctorado y la realización de estancias posdoctorales en el extranjero.

Se continuará apoyando la incorporación de jóvenes investigadores a la planta académica y en entrenamiento posdoctoral en el Centro.

Se estimulará el cultivo de la excelencia científica en profesores y estudiantes de posgrado.

Se reforzará la política institucional de vinculación con los sectores productivo y social.

Se implementarán diversos instrumentos de reglamentación y normativa institucional tales como el Estatuto del Personal Académico.

Se revisarán los criterios y mecanismos de evaluación institucional del trabajo académico de investigadores y auxiliares de investigación.

Se promoverá la consolidación académico-administrativa de los laboratorios ubicados en Guadalajara y Querétaro para convertirlos en Unidades Foráneas.

Se estrecharán las relaciones de intercambio y colaboración académicas con diversas instituciones nacionales y extranjeras.

Se apoyará la organización de eventos científicos con la participación de investigadores y estudiantes del Centro.

Se proveerá de mejores servicios técnicos, bibliográficos y computacionales de apoyo a las tareas de investigación y docencia.

Se concluirán las obras de remodelación y acondicionamiento de instalaciones de servicio y de investigación.

Se continuará la difusión de las actividades de investigación, posgrado, vinculación y de organización de eventos académicos del Centro.

Todas las acciones proyectadas están contempladas en los programas estratégicos del Plan de Desarrollo Institucional.

Existe la convicción institucional de continuar realizando un esfuerzo especial de superación y de seguir expresando nuestro compromiso social mediante el óptimo aprovechamiento de los recursos que el Estado nos confía, al cumplir cabalmente con las metas programadas.

Es imperativo, también, lograr sensibilizar al entorno institucional sobre la necesidad de liberar todo el potencial de desarrollo y proyección del Cinvestav, cuya expresión está limitada por restricciones sólo presupuestales y por la imposibilidad de ampliar la plantilla de la base trabajadora.





XXII
PREMIO NACIONAL
EN CIENCIA Y
TECNOLOGIA
DE ALIMENTOS
1 9 9 8

CONVOCATORIA

LA INDUSTRIA MEXICANA DE COCA-COLA
INVITA A PARTICIPAR

A PROFESIONALES Y ESTUDIANTES MEXICANOS QUE HAYAN REALIZADO INVESTIGACIONES Y ESTUDIOS EN CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS ENTRE 1996 Y 1998, A PRESENTAR SUS TRABAJOS PARA CONCURSAR EN LAS SIGUIENTES CATEGORIAS:

Investigación Estudiantil en Ciencia y Tecnología de Alimentos

\$45,000.00 M.N. y diploma de reconocimiento

Investigación Profesional en Ciencia de los Alimentos

\$75,000.00 M.N. y diploma de reconocimiento

Investigación Profesional en Tecnología de Alimentos

\$75,000.00 M.N. y diploma de reconocimiento

PREMIO NACIONAL AL MERITO en Ciencia y Tecnología de Alimentos

\$90,000.00 M.N. medalla de plata y diploma de reconocimiento

JURADO CALIFICADOR

- ASOCIACION NACIONAL DE TECNOLOGOS EN ALIMENTOS DE MEXICO, A.C.
- CONSEJO NACIONAL EN CIENCIA Y TECNOLOGIA, CONACYT
 - INSTITUTO POLITECNICO NACIONAL
 - INSTITUTO TECNOLÓGICO DE VERACRUZ
 - UNIVERSIDAD AUTONOMA DE SINALOA
 - UNIVERSIDAD DE SONORA
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE MEXICO

BASES E INSCRIPCIONES

La inscripción queda abierta con la publicación de la presente convocatoria.

Las bases generales con los requisitos que deben observarse y la información respecto a los trámites de inscripción, están disponibles en la Coordinación Ejecutiva del Premio. Igualmente, las bases pueden ser consultadas en las páginas de la revista del mes de abril de 1998.

EXCLUSIVAMENTE ALIMENTOS PARA CONSUMO HUMANO

Fecha límite de inscripción y entrega de trabajos es el 31 de julio de 1998 a las 18:00 horas en la oficina de Coordinación Ejecutiva del Premio

MAYORES INFORMES:

Premio Nacional en Ciencia y Tecnología de Alimentos
Coordinación Ejecutiva Rubén Darío No. 115 Col. Bosques de Chapultepec 11580
México, D.F. Teléfonos: 262 21 29 (en el Distrito Federal)
91 (800) 70 444 (en el interior de la República) Fax 262 20 05 / 262 20 15
Internet <http://www.main.conacyt.mx/conacyt/convocatorias/index.html>.



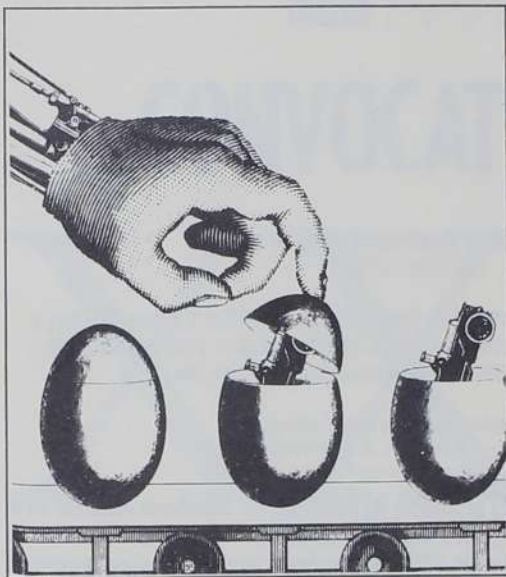
El Laboratorio de Control Automático de la Unidad Guadalajara del Cinvestav

Ofelia Begovich

El programa de posgrado en ingeniería eléctrica en la Unidad Guadalajara del Cinvestav se originó en septiembre de 1995 con dos áreas: telecomunicaciones y control automático. El Grupo de Control, en ese entonces, inició sus actividades con únicamente tres profesores. El número de aspirantes al programa de posgrado en aquella época fue de alrededor de 100 estudiantes (20 interesados en control), de los cuales ingresaron 25 estudiantes (9 en control). Los alumnos de control que constituyeron la primera generación provenían únicamente de instituciones del estado de Jalisco, tales como la Universidad de Guadalajara, la Universidad Autónoma de Guadalajara y el Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán. Actualmente el área de control cuenta con siete investigadores con doctorado y se tiene un promedio de 50 aspirantes por año a esta área de un total de 200 en todo el posgrado. Los alumnos actuales inscritos a la especialidad de control provienen de diferentes estados de la República Mexicana: Universidad de Guadalajara, Universidad Autónoma de Guadalajara, Instituto Tecnológico de Estudios Superiores de Occidente, Instituto Tecnológico de Ciudad Guzmán (Jalisco); Instituto Tecnológico de Sonora e Instituto Tecnológico de Hermosillo; Instituto Tecnológico de Saltillo, Instituto Tecnológico de Culiacán, Universidad de Colima e Instituto Tecnológico de Morelia. Una demanda parecida se tiene para los otros tres grupos que conforman nuestro posgrado: telecomunicaciones, computación y sistemas eléctricos de potencia.

La Dra. Ofelia Begovich es investigadora titular en el área de control automático de la Unidad Guadalajara del Cinvestav.

Esta demanda muestra el impacto que el programa de posgrado de la Unidad Guadalajara ha tenido en la



región norte y occidente de nuestro país; junto con la del CICESE, son las únicas dos maestrías en ingeniería eléctrica incluidas en el padrón de excelencia del CONACyT en la región occidente.

Desde el inicio de sus actividades el grupo de control se preocupó de proveer a sus estudiantes de un buen laboratorio de control, ya que la enseñanza de la teoría de control es más efectiva si los conceptos teóricos son reforzados por prácticas efectuadas sobre prototipos de sistemas reales. Es precisamente el Laboratorio de Control el tema que se abordará en este artículo.

Prototipos de sistemas reales

Cuando un estudiante pone en práctica algoritmos de control en tiempo real sobre un prototipo, además de fijar mejor sus conocimientos, puede tomar conciencia de muchos de los problemas que existen en la realidad y que en la teoría o la simulación en computadora usualmente no se consideran, como por ejemplo:

- saturaciones de actuadores
- presencia de fenómenos que se despreciaron al modelar

- importancia de la elección correcta del periodo de muestreo
- retardos de medición
- escalamientos apropiados de las variables de entrada y de salida
- elección adecuada del sistema de adquisición de datos (convertidores A/D y D/A)
- elección adecuada de sensores y actuadores
- selección de filtros para los ruidos de medición.

Además, cuando el alumno es capaz de sintonizar adecuadamente el sistema de control (Planta-Controlador) adquiere más confianza en sí mismo y experiencia práctica que le serán muy favorables si se incorpora a la actividad productiva.

El laboratorio de control en instituciones como la nuestra, además de cumplir con sus fines didácticos, proporciona prototipos de sistemas reales donde es necesario mejorar desempeños o proponer estrategias novedosas de control; lo cual, a su vez, puede ser utilizado para la solución de problemas de investigación y de esta forma preparar a los futuros investigadores y contribuir al avance de la ciencia a nivel internacional.

En apenas dos años y medio de existencia de la especialidad de control en la Unidad Guadalajara se han comprado, construido y remodelado diferentes sistemas experimentales: un sistema hidráulico con dos tanques para almacenamiento de líquidos, un robot subactuado (PENDUBOT), un péndulo invertido, una maqueta ferroviaria y un sistema electromecánico planar de dos grados de libertad (*plotter*). Actualmente se construye un robot móvil y una estación para control de motores de inducción. Estos sistemas se describen brevemente a continuación.

Sistema hidráulico de dos tanques para almacenamiento de líquidos

Este sistema fue construido por tesis de maestría de la Unidad Guadalajara y consiste en dos tanques para almacenamiento de líquidos interconectados entre sí mediante dos válvulas de tipo industrial. El soporte de los componentes es una estructura metálica que permite

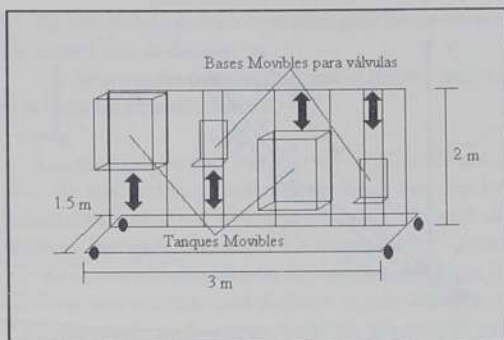
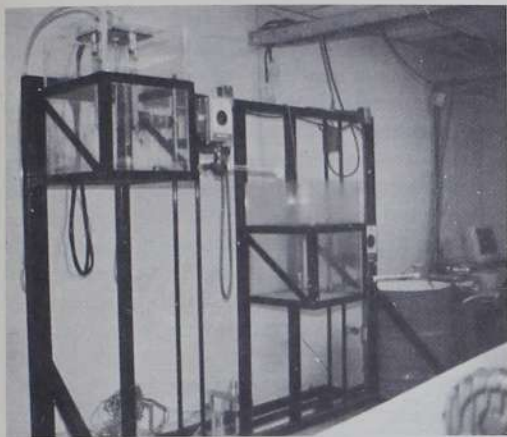


Figura 1. Prototipo del sistema hidráulico (diagrama).

modificar la configuración hidráulica de los tanques y las válvulas, (Fig. 1). El objetivo de este sistema es ofrecer un prototipo de un sistema que aparece frecuentemente en muchas industrias donde, en una parte de sus procesos, se controlan los niveles, temperaturas, flujos, o presiones de fluidos residentes en tanques de almacenamiento, por ejemplo en pasteurizadoras y embotelladoras. Este prototipo ofrece un auxiliar didáctico donde los alumnos pueden realizar mediciones de las variables involucradas, verificar cómo el cambio de configuración hidráulica influye en el modelado del sistema, probar físicamente esquemas de control mono y multivariable que permitan valorar las bondades de cada uno de ellos, proponer mejoras en la instrumentación, etc. El sistema está constituido por los siguientes componentes^{1,2}:

- una computadora personal (PC) para realizar el procesamiento de datos y control del sistema
- dos tanques de acrílico con un volumen de 96 l
- dos válvulas electromecánicas de tipo industrial, las cuales guardan una relación lineal entre la apertura y la corriente
- dos sensores para presión diferencial, con una relación lineal entre el nivel y la corriente
- un depósito de agua con una bomba sumergible para la recirculación del agua.

La etapa de adquisición de datos y señales de control se lleva a cabo a través de una tarjeta de 8-bits y una velocidad de muestreo de 200 ms, diseñada y construida para el sistema y residente en la computadora personal.

Pendubot

Como parte de la colaboración que tiene nuestra institución con la Universidad de Illinois, el presente sistema fue comprado al Departamento de Ingeniería Eléctrica de esa universidad. Uno de los fines que motivó la compra de dicho sistema es comparar desempeños de algoritmos de control, para este prototipo, diseñados en las dos instituciones.

El PENDUBOT (PENDulum DoUble roBOT)^{3,4} es un sistema electromecánico subactuado; es decir, es un sistema que posee un número de actuadores (motores) menor a los grados de libertad que posee. El sistema consiste de dos eslabones (Fig. 2), uno de los cuales está en la base del sistema inercial y es accionado por un motor de corriente directa, mientras que el segundo tiene un movimiento libre (no tiene motor). Además, en cada uno de los extremos tiene sensores de posición (*encoders*).

El PENDUBOT, tal como está descrito, puede no representar un mecanismo real, sino más bien un manipulador (brazo de un robot) donde uno de los actuadores (motores) ha fallado. Según lo anterior, resulta interesante proponer leyes de control que estabilicen al PENDUBOT, ya que pensando en un manipulador con falla, estas acciones pueden verse como acciones de control que se activarían al momento de dicha falla.

El modelo matemático de este sistema está dado por un conjunto de ecuaciones diferenciales no lineales, con el cual se ilustran técnicas de control no lineal, tanto en investigación como en prácticas didácticas. Por su

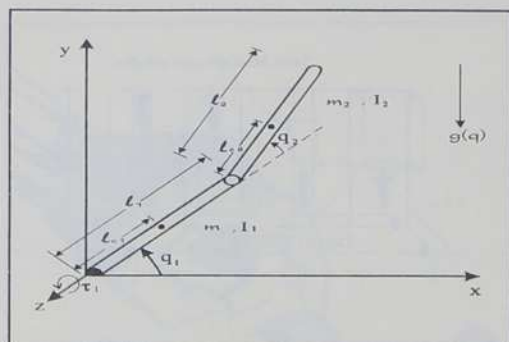


Figura 2. Sistema inercial (diagrama).

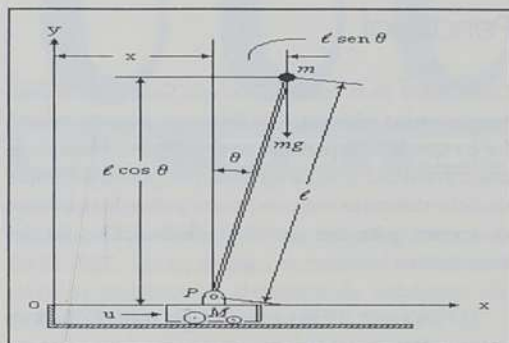


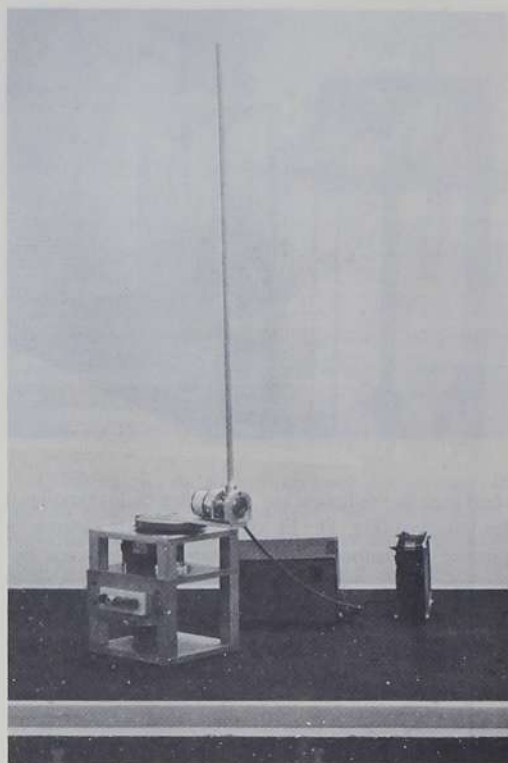
Figura 3. Péndulo invertido (diagrama).

naturaleza no lineal, este sistema describe fenómenos de caos, lo que permite realizar, además, investigaciones sobre este tópico.

Péndulo invertido

El péndulo invertido fue construido para la Unidad Guadalajara por alumnos de licenciatura de la Universidad de Guadalajara como parte de su tesis de licenciatura, que fue asesorada por un profesor de nuestra institución. Este sistema electromecánico consiste en una barra rígida que se encuentra montada sobre un carro impulsado por un motor y cuya función es compensar la posición de la barra alrededor de la vertical (Fig. 3).

El sistema electromecánico del péndulo invertido puede ejemplificar sistemas tales como el brazo robot



de los transbordadores espaciales. El modelo matemático de este sistema está dado por ecuaciones diferenciales no lineales, por lo que este sistema es ideal para estudiar fenómenos no lineales y probar preferentemente estrategias de control no lineal.

Para la medición de la posición se ha utilizado un par de potenciómetros, uno de ellos sensa el ángulo que forma la varilla con respecto a la horizontal y el otro la posición del carrito. Las señales de entrada a la computadora y las señales de control de salida proporcionadas por la computadora pasan a través de una tarjeta de adquisición de datos, construida especialmente para el péndulo.

Maqueta ferroviaria

El proyecto denominado maqueta ferroviaria consiste en una pequeña red de trenes eléctricos miniatura (escala N) con cambios de vía eléctricos, la cual está totalmente

automatizada. La finalidad de este proyecto es tener un sistema donde se puedan probar los algoritmos de control inteligente y de sistemas de eventos discretos. En un futuro será utilizado para prácticas de control de sistemas híbridos. El proyecto fue realizado por estudiantes de la maestría de control de la Unidad Guadalajara con ayuda de un ingeniero de la ESIME y dos estudiantes de servicio social de la Universidad de Guadalajara. Este grupo de trabajo diseñó la distribución de las vías, la ubicación de los sensores y los cambios de vías, así como la circuitería electrónica necesaria para que una computadora personal controle las posibles evoluciones del sistema. Se adquirió además un PLC (*Programable Logic Controller*) y actualmente es posible controlar el sistema utilizando una computadora (PC) o un PLC. Los objetivos que se persiguen con este proyecto son los siguientes:

- (1) servir como sistema de prueba para los algoritmos de control que se diseñen y
- (2) demostrar la complejidad que se obtiene debido a la combinatoria del sistema.

Las metas se centran en tener un conjunto de prácticas de laboratorio y tesis que permitan estudiar los principales problemas que ocurren en un sistema de eventos discretos o híbrido. La maqueta ferroviaria consta de tres circuitos de vías interconectados entre sí; además, cada circuito está dividido en seis segmentos. Esta disposición facilita tener diferentes trayectorias y la división en segmentos permite inhibir o invertir el avance del tren. El cambio de un segmento a otro, por parte de un tren, es detectado por un sensor de rayo infrarrojo. La información detectada por los sensores es acon-

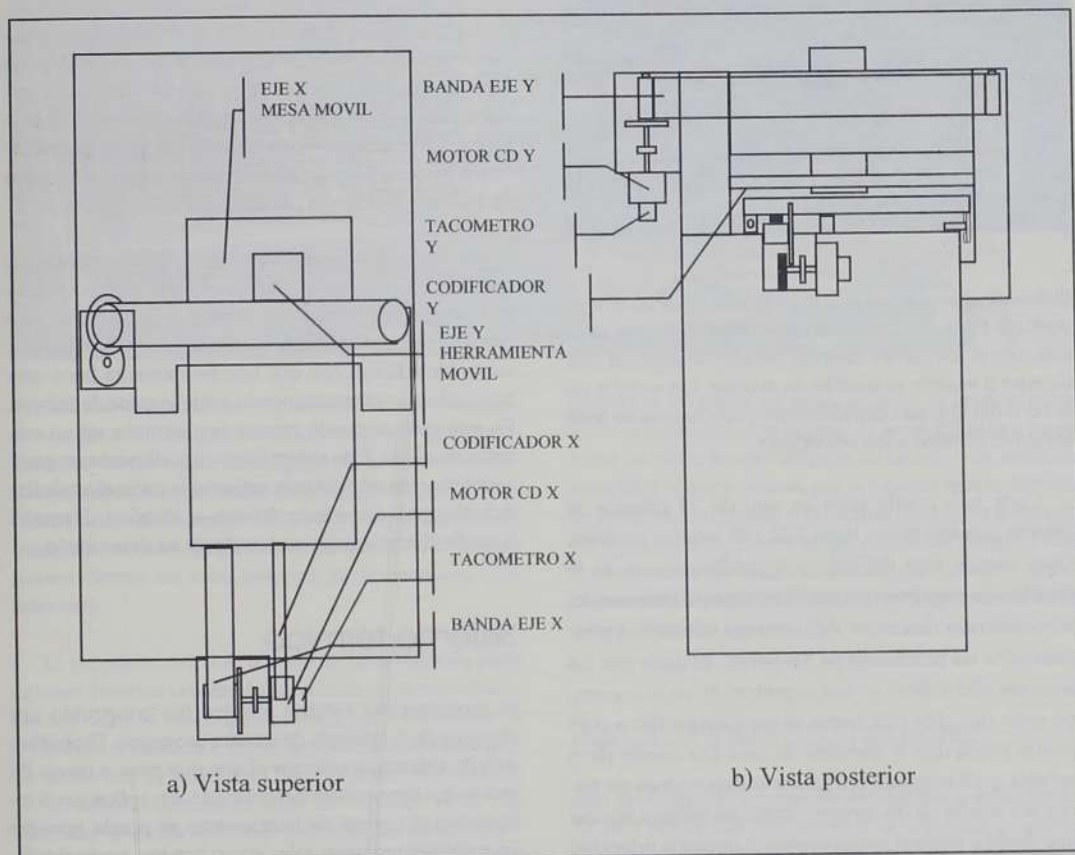
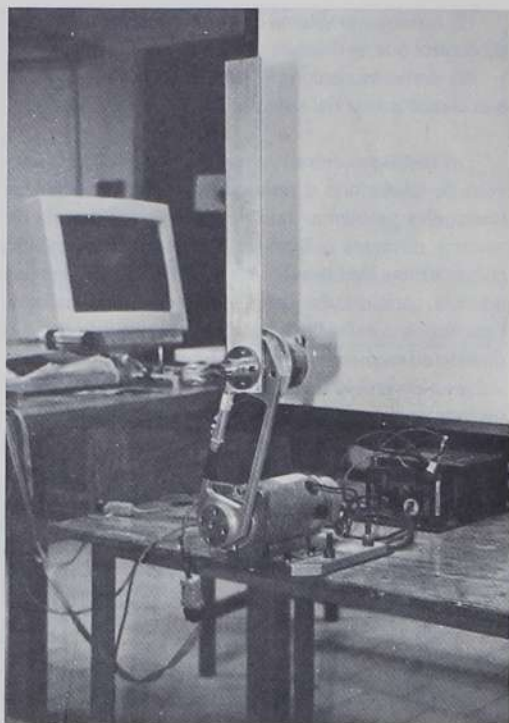


Figura 4. Diagrama del plotter.



Sistema electromecánico planar de dos grados de libertad (*plotter*)

El sistema⁵ consiste de dos ejes de movimiento (X, Y), que son perpendiculares entre sí y desacoplados mecánicamente. Sobre el eje X el sistema consta de una mesa rectangular móvil que se desplaza libremente sobre una pista de recorrido por medio de baleros para disminuir la fricción. Dicha mesa es el área de trabajo del sistema. El eje Y consiste de un carro móvil con un soporte fijo donde puede ir montada una herramienta (trazador, cortador, taladro, etc.). Las coordenadas del punto de fijación de la herramienta están determinadas por la posición en ambos ejes respecto a un punto de referencia escogido (Fig. 4).

La posición relativa de cada eje se mide por medio de un sensor de posición que consta de un codificador (*encoder*) incremental y un contador de 16 bits con una resolución de 10 μ m. El actuador en cada eje es un motor de corriente continua, que transmite la potencia mecánica a la masa de cada eje a través de un acoplamiento de poleas acopladas a presión.

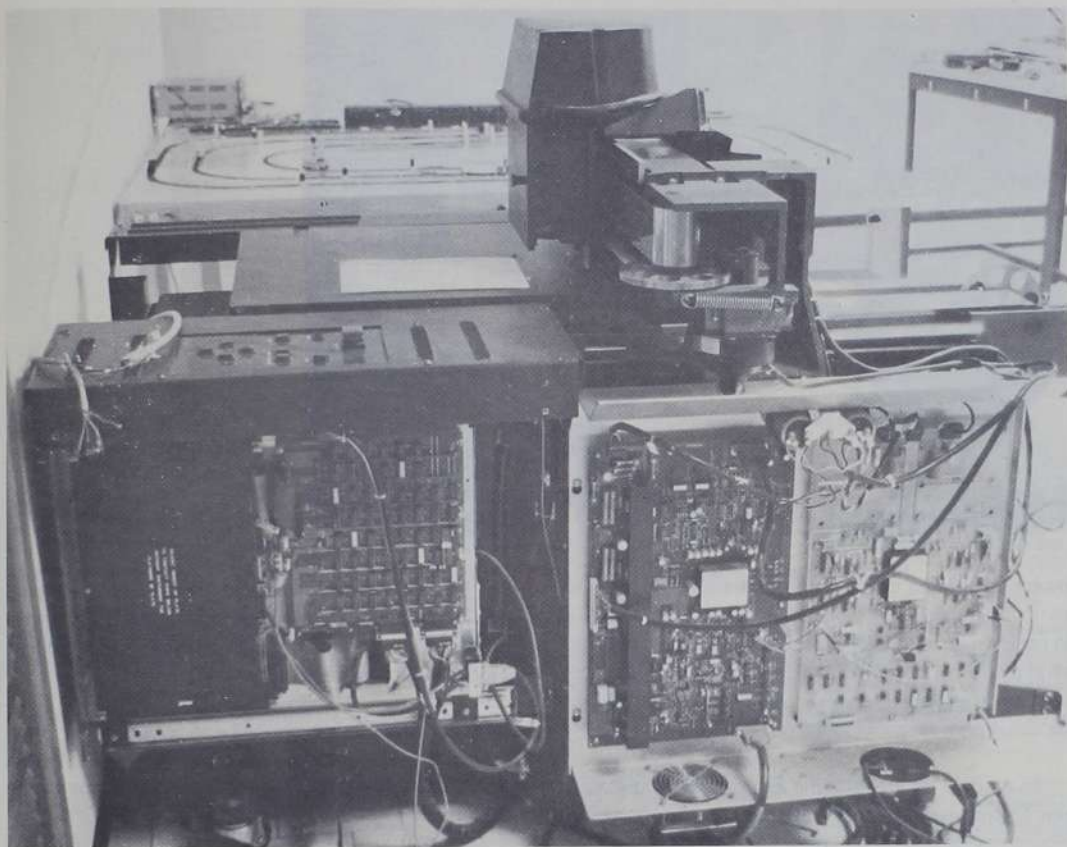
Un objetivo en este sistema es realizar un control de trayectorias cuando se desea, por ejemplo, que esta máquina actúe solamente como un graficador; otro objetivo sería, además de controlar la trayectoria, lograr controlar la fuerza con que una herramienta hace contacto sobre un objeto colocado sobre la mesa de trabajo. En este caso se puede pensar, por ejemplo, en un cortador de vidrio. Este sistema era originalmente un graficador obsoleto al cual se le rediseñó la parte electrónica. Actualmente, sobre este sistema se diseñan diferentes tipos de controladores para mejorar su desempeño.

Sistema térmico

El prototipo del sistema térmico fue construido por alumnos de la maestría de nuestro programa. El objetivo de este sistema es calentar el aire que pasa a través de éste a una temperatura determinada. En aplicaciones industriales el control de temperatura se puede apreciar en múltiples procesos, tales como hornos, pasteurizado, secado de azúcar, invernaderos, generación de electricidad.

dicionada y enviada a la computadora o al PLC. Por su parte, la PC o el PLC envían comandos al sistema para indicarle a los trenes cuándo deben cambiar de vía, detener o invertir su sentido de avance. Las señales de la PC o del PLC son debidamente acondicionadas para ser suministradas a los actuadores.

Cada tren puede estar en uno de 54 estados, el sistema con tres trenes tiene 132,192 estados posibles. Cada estado está definido por combinaciones de la posición de cada tren y su respectivo estado (avanzando, retrocediendo, detenido). Actualmente sólo están instrumentadas las posiciones de los trenes, es decir que los sensores sólo indican en qué segmento de vía se encuentra cada tren. Por otra parte, el controlador (PC o PLC) puede manipular 4 cambios de vías por medio de 8 señales y 18 avances, retrocesos o detenciones de trenes por medio de 36 señales. Todas las señales son del tipo digital y existe el proyecto para controlar la velocidad y posición de cada tren de manera analógica.



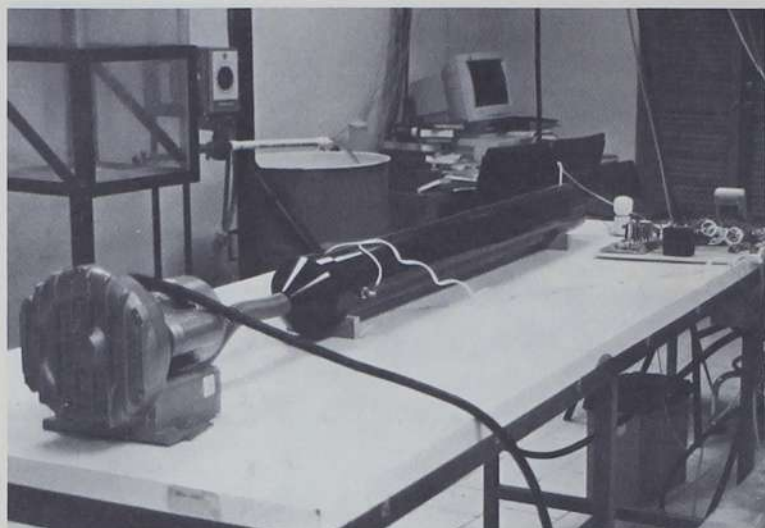
El sistema está compuesto básicamente por un compresor que suministra aire a un tubo metálico de aproximadamente un metro de longitud. El aire que entra al tubo es calentado por medio de una resistencia eléctrica. Para poder efectuar la corrección de temperatura mediante un controlador se han colocado en diferentes puntos dentro del tubo sensores de temperatura (termistores).

El propósito de haber elegido un tubo bastante largo es tener presente un retardo apreciable en la transmisión del aire caliente desde la boca inicial del tubo, donde se encuentra el calefactor, hasta la boca de salida del tubo. La existencia de un retardo de transporte considerable en un sistema dificulta la tarea de control, por lo que este sistema resulta adecuado para estudiar instrumentos e investigar estrategias de control para sistemas con retardo. Un ejemplo típico de un sistema térmico con

retardo es la ducha de agua caliente: el usuario (controlador humano) abre la llave de agua caliente y no es hasta un cierto tiempo después (el tiempo que tarda en transmitirse el agua caliente por la tubería) que se disfruta de la ducha. En general, si el usuario no conoce el retardo del agua caliente, puede llegar a controlar bastante mal la temperatura del agua y tener en consecuencia un baño bastante desagradable con cambios muy bruscos en la temperatura del agua.

Pendulo invertido giratorio

Este prototipo de sistema electromecánico subactuado ha sido construido por alumnos de maestría y consta de un péndulo invertido montado sobre un brazo que a su vez se ha unido a una base giratoria activada por un



motor. El sistema cuenta con dos sensores, el primero es un potenciómetro colocado en el brazo, para indicar la posición del péndulo, el otro es un *encoder* colocado en el motor para proporcionar la posición del brazo. Las señales de los sensores van a una tarjeta de adquisición de datos para ser procesados por una PC.

El modelo de este sistema es no lineal e inestable, por lo que resulta atractivo para diseñar y probar algoritmos de control no lineal. Modelos similares al de este sistema se pueden encontrar en ingeniería civil, al estudiar el movimiento de un edificio (viendo al edificio como el péndulo) ante un cierto tipo de sismo.

Robot móvil

Un robot móvil es un sistema autónomo capaz de censar el medio ambiente, razonar acerca de la información que percibe y en base a ésta tomar una decisión y actuar. Los robots móviles de la actualidad son utilizados en sistemas de manufactura flexible, construcciones, exploraciones interplanetarias, ambientes de alto riesgo, etc.

En nuestra institución un robot móvil está en proyecto de construcción por un tesista de maestría. El objetivo de este prototipo es predominantemente de investigación y radica en diseñar diversas leyes de control que permitan

a dicho robot interactuar adecuadamente con un medio ambiente dinámico. Investigaciones y aplicaciones recientes utilizan métodos no analíticos como lógica difusa y redes neuronales entre otros.

El prototipo de robot móvil está basado en la forma de una serpiente con dos eslabones: el control se lleva a cabo sobre los motores que acompañan a las dos ruedas del primer eslabón, éstas son controladas independientemente, lo que hace posible mover el vehículo hacia delante y atrás, así como girar al existir una diferencia entre las velocidades de las ruedas. El segundo eslabón también tiene dos ruedas pero, a diferencia del primero, ningún control es ejercido sobre ellas. Para interactuar con el medio ambiente, este prototipo está provisto de sensores que determinan la distancia a base de ultrasonidos.

El laboratorio de cómputo

Aunque el artículo se ha centrado sobre el Laboratorio de Control, es importante mencionar brevemente al Laboratorio de Cómputo, ya que en él los alumnos realizan estudios de simulación, aprenden a usar paquetes y herramientas informáticas útiles para el análisis y síntesis de sistemas de control y evidentemente realizan proyectos y trabajos relacionados con sus cursos y tesis.

El Laboratorio de Cómputo cuenta con computadoras personales (PC) pentium con windows 95 y sistema operativo LINUX. Se tienen también estaciones de trabajo Sparc. Todas estas computadoras están conectadas en red local entre ellas y cuentan con el servicio de Internet.

Por supuesto, este laboratorio da servicio a toda la comunidad de nuestra institución.

Agradezco a toda la comunidad de la Unidad Guadalajara del Cinvestav y en especial al grupo de Control Automático por el apoyo otorgado para la realización de este artículo.



Notas

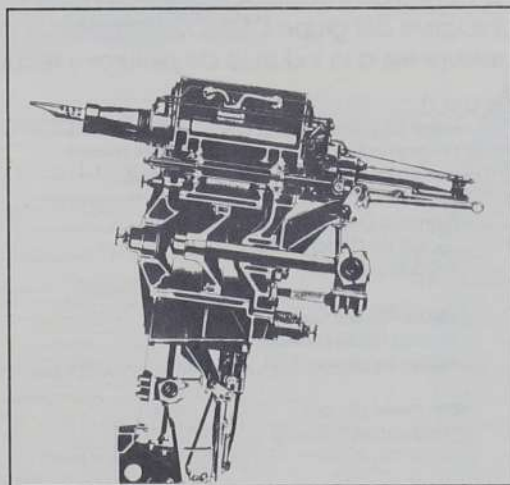
1. C. Hernández R., "Control de un sistema de dos tanques para almacenamiento de líquidos", tesis de maestría en ciencias, Cinvestav Guadalajara (diciembre de 1997).

2. O. Begovich, B. Castillo, C. Hernández y H. Bracamontes, "Diseño, Construcción y Control de un Sistema de Dos Tanques Hidráulicos", Tercera Conferencia de Ingeniería Eléctrica, Cie97, Cinvestav Zacatenco, México, D. F.

3. L. E. Ramos, "Control de un Sistema Electromecánico Subactuado (Pendubot)", tesis de maestría en ciencias, Cinvestav Zacatenco (mayo de 1996).

4. L. E. Ramos, B. Castillo-Toledo y J. Alvarez, "Nonlinear regulation of an underactuated system", Proceedings of the 1997 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Albuquerque, Nuevo Mexico, abril de 1997.

5. J. A. Pintor, "Control de un sistema electromecánico planar de dos grados de libertad", tesis de maestría en ciencias, Cinvestav Guadalajara (abril de 1998).



CENTRO DE INVESTIGACION EN POLIMEROS

Programa de Apoyo a la Formación de Recursos Humanos

Con el fin de apoyar y estimular las actividades de las instituciones mexicanas de educación superior dirigidas al desarrollo académico y a la formación de científicos en las áreas que a continuación se detallan, así como para fortalecer la interacción del Centro de Investigación en Polímeros (CIP) con universidades y centros de investigación nacionales o extranjeros con intereses afines al CIP, éste ha desarrollado un programa que contempla:

- A.** Entregar **galardones** a estudiantes sobresalientes que realizan estudios de maestría y doctorado.
- B.** Ofrecer a investigadores con prestigio académico, apoyo completo para realizar **estancias de trabajo** o **año sabático** en el CIP.
- C.** Ofrecer vinculación académica con investigadores universitarios notables a través de **asesorías** a los proyectos de investigación del CIP.
- D.** Copatrocinar **estancias de trabajo** externas al CIP de **profesores visitantes distinguidos**, nacionales o extranjeros en instituciones nacionales de educación

Las solicitudes de beca-galardón, colaboración, apoyo para año sabático, estancias de trabajo en el CIP, asesorías universitarias y estancias de profesores visitantes del extranjero, se reciben en cualquier época del año.

El Centro de Investigación en Polímeros es una institución creada en 1992 por iniciativa del grupo COMEX para realizar investigación tecnológica en áreas relevantes a la industria de pinturas y recubrimientos.

Dirigir las propuestas al domicilio postal del CIP:
Programa Formación de Recursos Humanos
Centro de Investigación en Polímeros

Campos Elíseos No.400-1601
Lomas de Chapultepec
11000 México, D.F.

Ubicación del Centro:
Marcos Achar Lobatón No.2
55885 Tepexpan, Edo. De México

[Http://www.cip.org](http://www.cip.org)
E-mail: cipac@cip.org

GRUPO COMEX

EL DEPARTAMENTO DE
INGENIERIA ELECTRICA

Ofrece a los egresados de Mecánica,

Electrónica, Computación y carreras afines,

estudios de **Maestría y Doctorado** en

Ingeniería Eléctrica en la **especialidad** de



Áreas de investigación:

Mecanismos y Máquinas Inteligentes.

Ingeniería por Computadora.

Simulación Dinámica y Tiempo Real.

Celdas de Manufactura Flexible.

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del IPN
Departamento de Física
Maestría, Doctorado, Posdoctorado

Materia Condensada (teórica y experimental)
Partículas Elementales (teórica y experimental)
Fisicamatemática y Gravitación
Física Estadística (teórica y experimental)
Física Nuclear

Examen de admisión a maestría y
cursos propedéuticos en marzo y mayo 31

Inscripciones al doctorado en cualquier época del año

BECAS de Conacyt a estudiantes nacionales admitidos

Coordinación de admisión
Departamento de Física, Cinvestav
Apdo. postal 14-740, 07000 México, D.F.
Tel./Fax: (52-5) 747 3831, 747 3838
admission@fis.cinvestav.mx
<http://www.fis.cinvestav.mx>

