CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOBRE FIJACIÓN DEL NITRÓGENO

Raíces de frijol noduladas por *Rhizobium etli*. El CIFN ha logrado importantes avances que redundarán en la obtención de mejores cosechas.

Desde los inicios de la historia de nuestro país, la agricultura ha desempeñado un papel fundamental en el desarrollo y subsistencia de la población. Gracias a sus amplias áreas cultivables, México posee un enorme potencial para lograr una actividad agrícola sostenible. En virtud de sus importantes proyectos de investigación, orientados fundamentalmente a estudiar y proponer aprovechamientos de los procesos que rigen la fijación biológica del nitrógeno, el Centro de Investigación sobre Fijación del Nitrógeno (CIFN) contribuye de manera trascendente al desarrollo científico y agrícola de nuestro país.

DIRECTORA
Dra. Georgina Hernández Delgado
direccion@cifn.unam.mx
Segundo periodo: 13.02.01 al 12.02.05

SECRETARIO ACADÉMICO
Dr. David René Romero Camarena
dromero@cifn.unam.mx

CAMPUS
Morelos (Cuernavaca)

DOMICILIO
Av. Universidad S/N, Col. Chamilpa, Cuernavaca, Morelos, México, C.P. 62210

TELÉFONO LOCAL
(777) 313 98 77

FAX LOCAL
(777) 311 67 10

TELÉFONO DESDE CIUDAD UNIVERSITARIA (D.F.)
56 22 76 95

SITIO EN INTERNET
http://www.cifn.unam.mx

ESTRUCTURA ACADÉMICA
Programas de investigación:
- **Genómica Computacional**
- **Biología Molecular de Plantas**
- **Dinámica del Genoma**
- **Ecología Molecular y Microbiana**
- **Evolución Molecular**
- **Genética Molecular de Plásmidos Bacterianos**
- **Ingeniería Metabólica**

PROGRAMA DE POSGRADO
Doctorado en Ciencias Biomédicas

UN POCO ACERCA DE SU HISTORIA E INSTALACIONES

Durante los últimos años de la década de 1970, un grupo de investigadores del Departamento de Biología Molecular del Instituto de Investigaciones Biomédicas, conscientes de la necesidad de que la investigación científica universitaria mexicana se sumara a los esfuerzos internacionales por desentrañar los mecanismos de fijación del nitrógeno, iniciaron el proyecto de creación del CIFN, con el apoyo del Dr. Guillermo Soberón, entonces rector de la Universidad.

En 1980, el Consejo Universitario aprobó su creación, y el 23 de marzo del siguiente año se inauguraron sus instalaciones en Cuernavaca, Morelos, con lo que tuvo nacimiento el Campus Morelos de la UNAM.

Las instalaciones del CIFN ocupan un área de alrededor de 30,000 m^2. El diseño arquitectónico aloja siete amplios laboratorios, cada uno con capacidad para veinte académicos y estudiantes, quienes comparten instalaciones, equipo y servicios administrativos. Además, el CIFN cuenta con otras instalaciones de áreas comunes que dan apoyo a la investigación, tales como: invernaderos, biblioteca, auditorio y salas de cómputo.

¿QUÉ ES LA FIJACIÓN DEL NITRÓGENO?

El nitrógeno (N) es un elemento necesario en los procesos químicos vitales; forma parte de las macromoléculas informacionales, como los ácidos nucleicos y las proteínas, se encuentra presente en el 80% de los gases que conforman la atmósfera y su asimilación es el proceso más importante, después de la fotosíntesis, para el crecimiento y desarrollo óptimo de vegetales. La necesidad del nitrógeno y su presencia ambiental se convierte en un proceso paradójico, porque su fijación sólo puede ser realizada por un selecto grupo de bacterias. Esto se debe a la incapacidad de las plantas y los animales para asimilar el nitrógeno atmosférico.

Para la agricultura, el nitrógeno es esencial. Existen dos formas de proveerlo a los cultivos: mediante fertilizantes o utilizando el nitrógeno atmosférico. Durante mucho tiempo, la reducción química del nitrógeno ha servido para la producción de fertilizantes, los que a su vez han hecho posible alimentar al 40% de la población mundial. Sin embargo, la producción y consumo de los fertilizantes químicos se incrementó enormemente en las últimas décadas, lo cual ocasionó severos transtornos en ecosistemas del planeta. Es por ello que se desarrollaron la investigación y la tecnología en

la denominada "fijación del nitrógeno", que es la conversión del nitrógeno atmosférico en amonio, efectuada por un número limitado de bacterias. Por este conducto, la utilización del nitrógeno, no procedente de los fertilizantes sino del ambiente, se ha convertido en un verdadero motor de la agricultura moderna y en un área prioritaria de la biología.

DE LA CIENCIA GENÓMICA A LA AGRICULTURA

Los descubrimientos realizados por la ciencia genómica se basan en la comprensión del genoma o información genética total, la cual se expresa en el transcriptoma (conjunto de ARN) y el proteoma (conjunto de proteínas) de los organismos. Esta ciencia incluye los campos de análisis genómico, bioinformática, expresión del genoma e ingeniería de la expresión genómica. El CIFN desarrolla investigación genómica orientada hacia la micobiología vegetal, y su objeto de estudio son plantas y micoorganismos vinculados en relaciones simbióticas.

El énfasis del proyecto genómico del CIFN ha consistido en descifrar la secuencia completa del genoma de la bacteria *Rhizobium etli,* para utilizarla en el desarrollo de estudios "posgenómicos" (aquellos que sólo pueden realizarse si se tiene la secuencia completa de un genoma).

El genoma del *Rhizobium* es una estructura compleja compuesta por un cromosoma y siete plásmidos de gran tamaño. Uno de los plásmidos se denomina "plásmido simbiótico", ya que contiene la información esencial para que se lleve a cabo la simbiosis entre esta bacteria y la planta de frijol para la fijación de nitrógeno.

La secuencia del plásmido simbiótico de *R. etli* se completó en 2001, con lo que el CIFN se convirtió en la primera institución en México en descifrar un genoma bacteriano, lo que le trajo reconocimiento internacional en este campo.

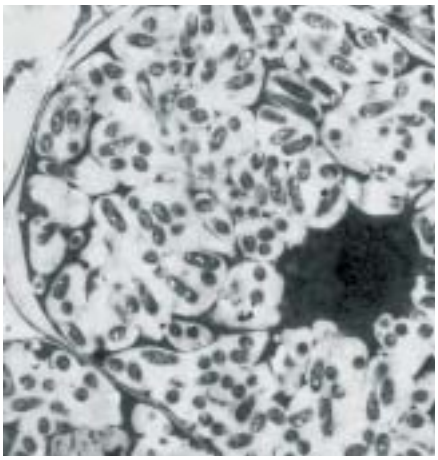
Los estudios genómicos de *R. etli* tienen como fin conocer la secuencia completa de ADN de dicho genoma, su anotación y análisis, su expresión, regulación, dinámica y evolución del genoma de esta bacteria, tanto en vida libre como durante su interacción simbiótica con las leguminosas. Una de las importantes metas agrícolas de este proyecto es aumentar el uso y mejorar el manejo del N que las leguminosas –como el frijol– fijan de forma biológica, con beneficios tanto alimenticios como económicos; con ello se busca evitar también el deterioro propiciado por el uso de fertilizantes nitrogenados, que ocasionan la volatilización de óxidos de N hacia la atmósfera, el desbalance del ciclo global del N, el agotamiento de recursos renovables y la contaminación de los mantos acuíferos por exceso de nitratos.

En colaboración con grupos del Instituto de Biotecnología, el CIFN ha iniciado la investigación sobre el genoma simbiótico funcional del frijol (*Phaseoulus vulgaris*). Éste es el segundo cultivo más importante del país, originario de Mesoamérica, y constituye la base proteica en la alimentación de los mexicanos. Ésta es la planta con la cual *R. etli* se asocia en simbiosis, y con la que lleva a cabo la fijación simbiótica de nitrógeno.

Actualmente, el CIFN evalúa el rendimiento de los cultivos del frijol inoculado con cepas de *R. etli* obtenidas en sus propios laboratorios.

VINCULACIÓN CON LA SOCIEDAD

El CIFN utiliza la información de sus investigaciones para el beneficio de la sociedad y crea también lazos con algunas instituciones privadas y estatales. En este sentido, el CIFN desarrolla un proyecto global de investigación



La ciencia genómica impactará de manera relevante en el área de la fijación del nitrógeno. Células del nódulo de frijol en simbiosis con *Rhizobium etli* vistas con microscopio electrónico.

El CIFN es la primera institución en México en descifrar un genoma bacteriano. Gracias al uso de esta bacteria (Rhizobium etli) *en cultivos de frijol, en campos experimentales a pequeña escala, se pudo duplicar el rendimiento de las hectáreas sembradas y reducir en 50 por ciento la cantidad de agua de riego.*

Sala incubadora para el cultivo de tejidos vegetales y detalle de cultivos de frijol. Éste es un eslabón en la labor del CIFN, que repercute, por ejemplo, en la reforestación y restauración ecológica en Morelos o en la optimización de la producción de la caña de azúcar.

aplicada hacia el desarrollo de la agricultura sustentable a través de la fijación biológica del nitrógeno.

Gracias a las investigaciones del CIFN se han creado biofertilizantes que, aplicados a los cultivos de frijol, reducen la contaminación y permiten a los productores obtener semillas de mejor calidad, con mayor valor nutricional y un ahorro económico significativo. También ha desarrollado biofertilizantes para cultivos de gramíneas, como maíz, trigo y sorgo, con base en la bacteria *Azposporillum.* Ha asesorado la producción de estos fertilizantes, por parte del INIFAP, con el material biológico producido en el CIFN, los cuales se utilizaron en 1999 y 2000 en cerca de 2 millones de hectáreas de cultivos, obteniéndose un promedio de 26% en el rendimiento de grano •

CIFN

Investigadores
29
Sexo femenino
27.6%
Sexo masculino
72.4%
Edad promedio
43 años
Antigüedad promedio
13 años
Eméritos
2

Técnicos académicos
28

INFORMACIÓN PROVENIENTE DE LOS *CURRÍCULA VITAE*

***Currícula vitae* analizados**
29

Investigadores con doctorado
29
En México
79.3%
En el extranjero
20.7%

Total de artículos
515
Nacionales
8
Internacionales
507

Total de citas a la producción científica*
11,482

Artículos de investigadores con citas*
488

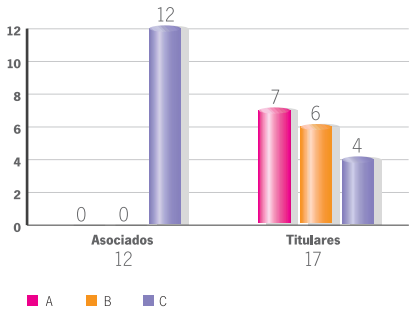
Reconocimientos
441
UNAM
137
Nacionales
184
Extranjeros
120

Membresías en comités de revistas
57
Nacionales
10
Extranjeras
47

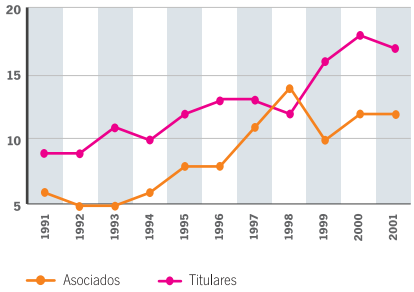
Conferencias
444
En México
183
En el extranjero
261

* 93.1% de los *currícula vitae* presentó este dato.

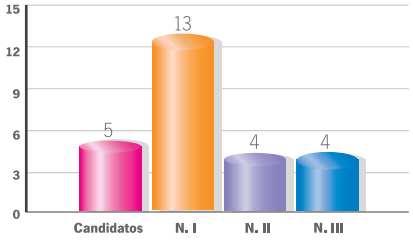
Investigadores por categoría y nivel • 2001



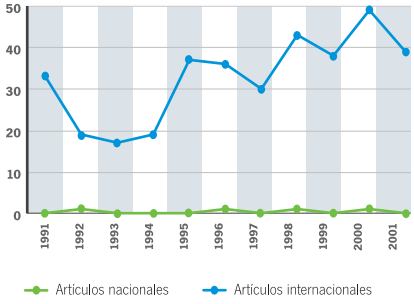
Crecimiento de investigadores



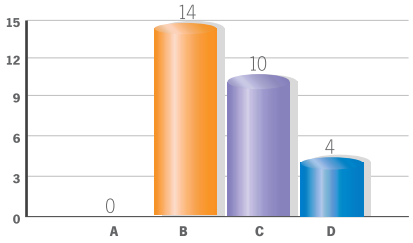
Investigadores en el SNI • 2001



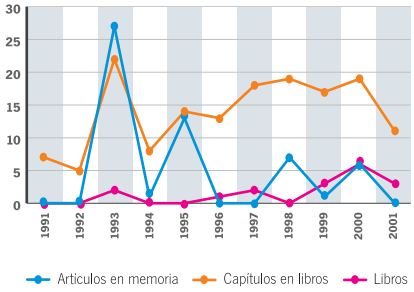
Producción científica (a)



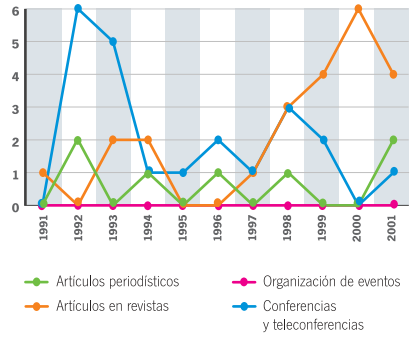
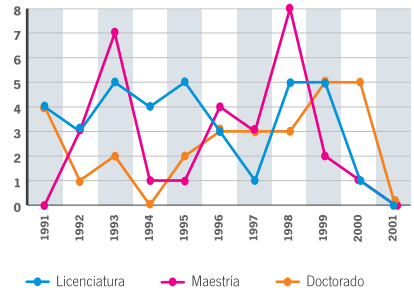
Investigadores por nivel de PRIDE • 2001



Producción científica (b)



Tareas de divulgación



Tesis dirigidas terminadas