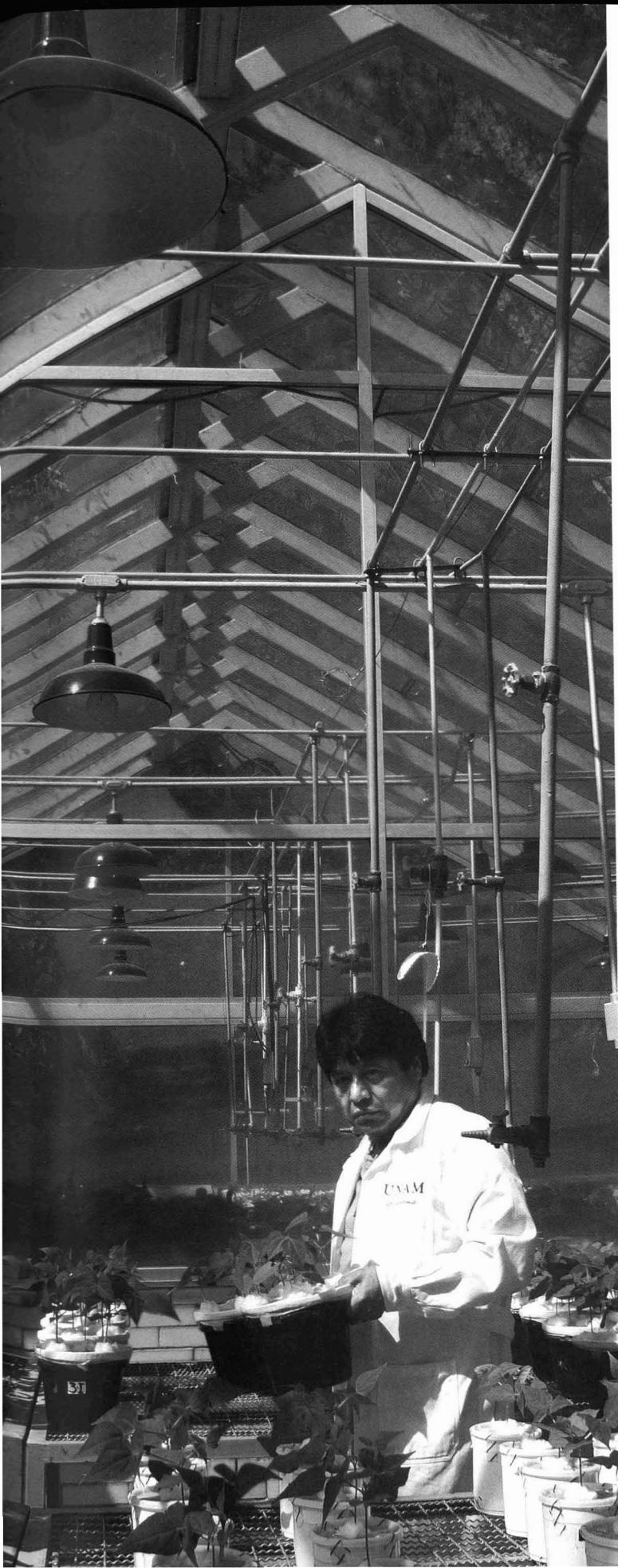




EL CENTRO DE INVESTIGACIÓN SOBRE FIJACIÓN DE NITRÓGENO

Georgina Hernández Delgado*

El Centro de Investigación sobre Fijación de Nitrógeno (CIFN) es la entidad pionera de la UNAM en el estado de Morelos; sus instalaciones fueron inauguradas en 1981, un año después de que el Consejo Universitario aprobó su creación. El CIFN ha contribuido al desarrollo del Campus Cuernavaca de la UNAM, que representa un modelo exitoso de crecimiento y descentralización de la investigación científica en nuestro país. En sus inicios, el centro no tenía tradición en el área de la fijación biológica del nitrógeno; empezó *de novo*, y actualmente es considerado un centro de excelencia en el ámbito internacional, semejante a los mejores laboratorios del área en países desarrollados.

A fines de los años setenta, los doctores Jaime Mora y Rafael Palacios, investigadores del Instituto de Investigaciones Biomédicas de la UNAM, con el apoyo del entonces rector doctor Guillermo Soberón, plantearon el proyecto de creación del CIFN. Se trataba de un proyecto original, de un nuevo experimento. Esta generosa casa,

* Directora del Centro de Investigación sobre la fijación del nitrógeno (CIFN)



nuestra universidad, brindó la oportunidad de realizar ese experimento: un centro en el que todos los esfuerzos se dirigen en la misma dirección, o como dice Jaime Mora, “todas las flechas hacia el mismo blanco”. La premisa fue que sólo el trabajo, en colaboración con una comunidad de académicos y estudiantes comprometidos en un área específica, tiene la posibilidad de hacer una contribución científica relevante. Se planteó la construcción de un sistema capaz de generar investigación científica fundamental de frontera y, a la vez, que los conocimientos generados tuvieran un potencial de aplicación. De aquí que se eligió la fijación biológica de nitrógeno (N) como sistema de la investigación en el CINF; es decir, la reducción del N atmosférico a amonio, que es realizada por un selecto grupo de bacterias.

Este proceso es responsable del principal aporte de N hacia la biosfera. El área de la fijación biológica de N es, en efecto, un área prioritaria de la biología que ha aportado avances importantes tanto para el área espe-

cífica como para la ciencia en general, y tiene un gran potencial para incidir en la agricultura sostenible.

El proyecto académico del CINF, original desde su concepción y estable en su ejecución, ha sido –a mi juicio– exitoso. Sin embargo, toca a la comunidad académica evaluar el desempeño de este centro, tomando en cuenta las características que distinguen esta entidad de las demás entidades universitarias. Los que laboramos en el centro hemos creado una comunidad armónica, que sabe trabajar en colaboración, conservando la diversidad y originalidad entre sus individuos. Estamos firmemente convencidos de los beneficios que este estilo de trabajo conlleva al plantearnos resolver en comunidad problemas científicos de gran envergadura y relevancia. Esta integración humana y de proyecto científico compartido es lo que nos caracteriza y distingue, a diferencia de otras comunidades nacionales y del extranjero que, al abordar muy diversos sistemas dentro de una misma subdisciplina, fragmentan y has-

ta imposibilitan la integración de esfuerzos individuales en logros grupales.

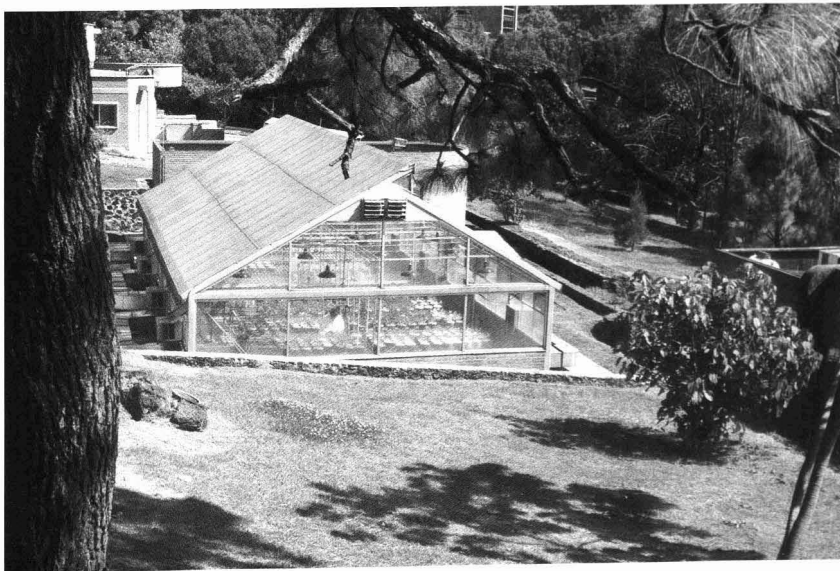
Los objetivos de este centro son contribuir al avance de la ciencia; mantener un nivel de frontera en la investigación sobre fijación de N; realizar proyectos genómicos de bacterias y plantas; contribuir al desarrollo de las ciencias genómicas en México; contribuir al desarrollo de la agricultura sostenible a través de la investigación básica y aplicada en fijación biológica de N, y formar recursos humanos para la investigación. La investigación científica que se realiza en el CIFN está organizada en siete programas de investigación; cada uno de éstos tiene una estructura flexible en cuanto a su personal académico y a su dinámica. La investigación en colaboración que se realiza en cada programa está orientada a la solución de problemas de un cierto tópico, tomando la fijación biológica de N como el sistema de estudio. En el CIFN se realizan proyectos globales, principalmente sobre ciencias genómicas y sobre agricultura sostenible —que mencionaré mas adelante—, en los que colaboran investigadores de distintos programas de investigación, y otros colegas tanto del país como del extranjero.

“La fijación de nitrógeno: de la ciencia genómica a la agricultura” es el título que define la investigación en este centro. Estudiando el sistema de la fijación biológica de N, el objetivo ha sido alcanzar la frontera en subdisciplinas de la biología tales como la genética molecular, la fisiología molecular, la ingeniería metabólica, la ecología molecular, la taxonomía, la evolución molecular y la biología molecular computacional. Las ciencias genómicas constituyen la frontera de la biología del nuevo siglo, que impactará de manera relevante el área de la fijación biológica de nitrógeno. En concordancia, la investigación actual del CIFN se orienta hacia las ciencias genómicas de la microbiología vegetal, que incluye a las plantas y a los microorganismos que se asocian con éstas.

Las ciencias genómicas se refieren al conocimiento de la totalidad de la información genética —el genoma—

de los organismos. Los recientes descubrimientos sobre ciencias genómicas constituyen un nuevo paradigma para la biología; es un área estratégica en el mundo actual. Los proyectos genómicos globales del CIFN están enfocados tanto a *Rhizobium etli*, bacteria simbiótica fijadora de N, como al frijol, leguminosa con la cual establece simbiosis y que es la base de la dieta de los mexicanos. Por cierto, esta bacteria fue “bautizada” en el CIFN, con base en los resultados de la investigación sobre su taxonomía, con un nombre de origen mexicano: *etl*, que en náhuatl significa frijol. En México, el primer proyecto único hasta la fecha de secuenciación e interpretación de la información genética a gran escala es el del genoma de *Rhizobium etli*, cuya secuencia se terminará próximamente en el CIFN. Otras de nuestras aportaciones para el desarrollo de las ciencias genómicas en México son, por ejemplo, el establecimiento en el centro del nodo más completo de bioinformática del país, que forma parte de la red internacional conocida como EMBnet (European Molecular Biology Network) y la fundación de la Sociedad Mexicana de Ciencias Genómicas, con sede en el CIFN, cuya misión es coadyuvar al desarrollo y la consolidación de esta área científica en México a través de la organización de diferentes actividades académicas.

La agricultura sostenible se define como aquella orientada hacia una mayor eficiencia y conservación de los recursos manteniendo un ambiente favorable para la conservación de todas las especies. Una de las fuerzas



motoras detrás de la agricultura sostenible es el manejo eficiente del N del ambiente. La manipulación exitosa del aporte de N a través del uso de la fijación biológica de N resulta en prácticas agrícolas que son económicamente viables y ambientalmente prudentes.

Los proyectos globales del CIFN sobre el uso de la fijación biológica de N para el desarrollo de la agricultura sostenible incluyen la generación de cepas de *Rhizobium* modificadas genéticamente, con mejores capacidades simbióticas que pueden ser utilizadas como inoculantes para cultivos de leguminosas; la promoción del crecimiento de cultivos como maíz, café y caña de azúcar asociados con fijadores de N endófitos, y la generación de germoplasma modificado de cultivos importantes con mejores rendimientos o composición nutricional.

Como resultado de la investigación en nuestra entidad, el CIFN-UNAM ha firmado dos convenios de licenciamiento de tecnología para la producción de biofertilizantes con la compañía Asesoría Integral Agropecuaria y Administrativa (Asia). Estos biofertilizantes están constituidos por microorganismos fijadores de N que son benéficos para cultivos agrícolas, ya que promueven el crecimiento y la nutrición vegetal. Los biofertilizantes son una alternativa a los fertilizantes químicos, que representan uno de los mayores insumos agrícolas. La producción y el uso de fertilizantes químicos se han incrementado enormemente en las últimas décadas, sobre todo en los países desarrollados, lo cual ha resultado en serios daños a la ecología del planeta. Uno de los biofertilizantes desarrollados en el CIFN es con base en la bacteria *Azospirillum*, la cual promueve el crecimiento radicular e incrementa el rendimiento de cultivos de cereales, de ornamentales y otros. El otro biofertilizante está constituido por cepas de *Rhizobium etli* con alta capacidad de fijación biológica de N, y se utiliza en cultivos de frijol. El uso de estos biofertilizantes permitirá reducir de manera importante los insumos de los agricultores mexicanos, manteniendo buenos rendi-

mientos de los cultivos como resultado de su interacción con los microorganismos presentes.

Los investigadores de este centro tenemos la plena convicción de que la investigación y la docencia son inseparables, y participamos de manera comprometida en actividades docentes y de formación de recursos humanos para la investigación. La infraestructura del CIFN provee una situación idónea para el proceso de enseñanza-aprendizaje, al estrechar la relación entre la investigación y la docencia. El CIFN participó en el programa de licenciatura, maestría y doctorado en Investigación Biomédica Básica, convirtiéndose en el primer programa multisede (Instituto de Investigaciones Biomédicas y CIFN). Éste fue un programa innovador, creado específicamente para la formación de investigadores desde la licenciatura. El actual programa de posgrado del centro, derivado del original, es el doctorado en ciencias biomédicas; en él participan otras seis entidades académicas de la UNAM. El programa está orientado hacia la formación de investigadores en diferentes áreas de las ciencias biomédicas. En el CIFN los estudiantes adquieren su formación en áreas de biología molecular y de ciencias genómicas. La población estudiantil del centro también incluye a estudiantes de últimos años o tesis de licenciaturas afines que desean empezar su carrera en investigación. Asimismo, los investigadores del CIFN participan activamente en el programa de entrenamiento de posdoctorales internacionales.

Recientemente, investigadores de este centro y del Instituto de Biotecnología tomamos la responsabilidad de contribuir a la formación de los recursos humanos expertos en ciencias genómicas que el país necesita. En agosto se echó a andar la nueva licenciatura en ciencias genómicas en aulas construidas *ex profeso* en terrenos del CIFN. Se trata de un proyecto docente innovador, ya que es la octava licenciatura de su tipo en el mundo y la primera en Latinoamérica. ☉