

# CENTRO DE CIENCIAS GENÓMICAS (CCG)

*Dr. Julio Collado Vides – Director – marzo de 2005*

## Introducción

Los objetivos del CCG son: contribuir con el avance del conocimiento científico y tecnológico en Ciencias Genómicas; formar licenciados expertos en la subdisciplina, siendo una de las entidades responsables de la Licenciatura en Ciencias Genómicas; formar doctores para la investigación en Ciencias Genómicas; organizar la investigación y la docencia con base en principios de colaboración académica, y contribuir con el desarrollo de las Ciencias Genómicas en coordinación con otras entidades de la UNAM, del país y del extranjero.

Se lograron avances en investigación en los tres tipos de modelo biológico básicos en los que se realiza investigación: genomas microbianos de plantas y humano. Se publicó la primera contribución en el estudio del genoma humano, así como contribuciones sobre genómica estructural y funcional del frijol, estudios de genómica comparativa en rizobiales y especies de *Burkholderia*, y genómica funcional de *Rhizobium etli* y de *Escherichia coli*, entre otros.

El CCG forma alumnos de doctorado con conocimientos en ciencias genómicas y es co-responsable, junto con el Instituto de Biotecnología, de la Licenciatura en Ciencias Genómicas (LCG) iniciada en agosto de 2003. La población estudiantil total es de 210 alumnos. En 2007 se graduaron los primeros egresados de la LCG. Se tienen evidencias del éxito de la Licenciatura como proyecto educativo; en efecto, además de la opinión y juicio por interacción directa con los alumnos, se ha recibido de colegas extranjeros que imparten un seminario a los alumnos, una consistente muy favorable opinión. El Centro tiene conciencia de la importancia que la contribución de los egresados con dicha formación integral, tanto de licenciatura como de posgrado, tendrá en el desarrollo potencial de la genómica en la UNAM y en el país.

El CCG está organizado en siete programas de investigación, donde se favorece el trabajo en colaboración. A partir de 2007, el Centro se ha definido como una comunidad con el compromiso de solidaridad académica entre los miembros académicos y sus alumnos. Esta solidaridad se manifiesta de distintas formas, como, por ejemplo, la hora académica que ofrecen semanalmente los investigadores titulares, el trabajo de dos grupos de voluntarios dedicados, uno, a la divulgación de las ciencias genómicas, y el otro, al apoyo a la bioinformática del CCG, así como a actividades de docencia e investigación.

## Personal académico

El personal académico que laboraba al final del año en el CCG incluyó 28 investigadores de tiempo completo, de los cuales: dos son eméritos, seis titulares “C”, seis titulares “B”, once titulares “A”, tres asociados “C” y cinco posdoctorales. De éstos, 32 cuentan con el grado de doctor y uno con maestría. Los investigadores que pertenecen al SNI tienen: uno, nivel de excelencia y emérito, uno de excelencia, dos el Nivel III, nueve el Nivel II y doce el Nivel I. Asimismo, laboraron en el Centro 33 técnicos académicos. Los técnicos que pertenecen al SNI tienen: cinco el Nivel I y uno el de candidato. El CCG cuenta con 15 administrativos de

confianza y 56 trabajadores de base.

Los doctores Mario Ramírez Yáñez y Christian Sohlenkamp ganaron los concursos abiertos para ocupar plazas de investigador titular A de tiempo completo. A la M. en C. Rosa Isela Santamaría Gutiérrez le fue otorgada la definitividad y promoción como técnico académico titular B de tiempo completo. La QFB Lourdes Martínez Aguilar ganó el concurso abierto para ocupar la plaza de técnico titular A de tiempo completo. A la Tec. Lab. Ma. de los Ángeles Moreno se le otorgó la definitividad como técnico académico asociado C de tiempo completo.

## Investigación y sus productos

Durante el 2007 se publicaron 32 artículos de investigación en revistas internacionales de prestigio, un artículo en memorias, y dos capítulos en libros. Se publicó en los *Proceedings of the National Academy of Science* la primera contribución del CCG sobre el genoma humano, mostrándose la existencia de rearrreglos recurrentes. Se secuenció el genoma del cloroplasto del frijol, mostrándose la gran flexibilidad evolutiva de dicho componente genético. Se enriqueció la genómica funcional del frijol con la clasificación funcional de más de 370 reguladores transcripcionales del mismo. En el ámbito bacteriano, se ha avanzado en estudios de genómica comparativa de especies de *Burkholderia*, encontrándose actividades bioquímicas involucradas en la degradación de compuestos aromáticos tipo tolueno, lo que da inicio a estudios genómicos de interés potencial aplicado no sólo en biofertilizantes, como se ha logrado desde años atrás, sino en aplicaciones potenciales de bioremediación. Asimismo, la genómica comparativa ha permitido una mejor comprensión del metabolismo de la tiamina, componente esencial para la bacteria, a través de la distribución de genes de tiamina en distintos genomas rizobiales. Capitalizando la secuencia del genoma de *Rhizobium etli*, se ha enriquecido el modelo de la red de regulación transcripcional de genes importantes en la fijación de nitrógeno, por un lado y, por el otro, se ha elaborado un modelo de estado estacionario con un primer conjunto de vías metabólicas con predicciones de la transición de la vida libre a la simbiosis. Se ha mostrado la importancia de lípidos específicos en la membrana de *Rhizobium tropici* en condiciones de acidez. Se mostraron propiedades de los motivos presentes en la red de regulación de *Escherichia coli*. Se publicó un método de procesamiento de lenguaje natural que logra recuperar más del 40% de las interacciones acumuladas en la base de datos RegulonDB.

Por último, se publicó un artículo que resume la historia reciente del desarrollo de las ciencias genómicas en nuestro país, con el desarrollo de investigación en varias entidades de la UNAM y otras instituciones en el país, la creación de sociedades científicas y nuevas instituciones dedicadas a las ciencias genómicas y la perspectiva positiva gracias a la formación de recursos humanos con la creación de la LCG y el fortalecimiento de alternativas de posgrado en ciencias genómicas.

El Dr. Jesús Caballero forma parte de un consorcio de investigadores europeos en un proyecto de investigación básica con fines aplicados en agricultura. La Dra. Georgina Hernández forma parte del consorcio internacional Phaseomics, sobre genómica del frijol. El Dr. Julio Collado es la contraparte mexicana del proyecto internacional de EcoCyc.

Doce investigadores del CCG realizaron 27 visitas a instituciones del extranjero para

presentar seminarios y discutir sobre proyectos de investigación o para desarrollar proyectos en colaboración, y 7 investigadores visitaron 11 instituciones académicas en el país.

Un grupo de investigadores del CCG participa en un proyecto del programa IMPULSA 3, específicamente en la secuenciación del Genoma de *Taenia solium*, cuyo objetivo principal es caracterizar el genoma de ese agente etiológico de la cisticercosis humana y porcina, cestodo que constituye un problema de salud y de economía en México y otros países. Ese proyecto se enmarca en el campo de las ciencias genómicas, aunque su desarrollo abarca a otras áreas de la biología, como la parasitología, la biología molecular, la inmunología y la bioinformática. Actualmente, se dispone de casi 300 mil secuencias capilares de clonas genómicas y más de 30 mil de EST.

En el 2007 se notó, en relación con el año anterior, un incremento sustancial de los proyectos de investigación apoyados por donativos nacionales y extranjeros. El número de proyectos UNAM (PAPIIT) aumentó un 21.5%; los montos obtenidos por recursos otorgados por el CONACYT aumentaron un 250% y, finalmente, el ingreso de recursos externos aumentó en un 41.5%, debido al porcentaje derivado de un desfase en fechas de remesas provenientes del NIH, que debieron recibirse en el ejercicio 2006 pero se registraron en 2007. Se inició un nuevo proyecto de un consorcio internacional con recursos de la Unión Europea en el cual participa el Dr. Jesús Caballero.

Es importante mencionar que el índice H, que indica la frecuencia en que las publicaciones de los académicos del CCG han sido citadas, es actualmente de 48. Es decir, 48 artículos de los publicados por miembros del Centro tienen al menos 48 citas acumuladas. Esto refleja un notable incremento, ya que el año pasado el índice H era de 36. Adicionalmente, de acuerdo con la base de datos SCI-Thomson, se puede comentar que se han citado 31 veces los artículos publicados en el año 2007 y que el total de citas a los 407 trabajos publicados por los académicos del CCG ascendía, a finales del 2007, a 12 420.

## **Vinculación con la sociedad, cooperación, colaboración y servicios**

En cuanto a investigación, la prioridad del CCG es trabajar en la realización de proyectos de ciencia básica; sin embargo, existen grupos de investigación que han desarrollado proyectos de ciencia aplicada de manera sobresaliente y cuyos resultados han sido patentados. Se han realizado inclusive convenios de transferencia de tecnología con empresas de la iniciativa privada, como son los convenios de licenciamiento firmados por el Dr. Jesús Caballero Mellado con la compañía Asesoría Integral Agropecuaria y Administrativa, con vigencia de octubre del 2002 a octubre del 2012, y otro más con la misma compañía con vigencia mayo del 2003 a mayo del 2013, firmado por el Dr. Jaime Mora Célis. Estos convenios han permitido poner al alcance de la sociedad, concretamente de los agricultores, productos bacterianos mejorados que son utilizados como inoculantes y que han demostrado generar un incremento en la producción de los cultivos.

## **Organización y participación en eventos académicos (dirigidos a pares)**

En el 2007 se continuó el programa bi-semestral de invitados internacionales expertos en ciencias genómicas “Frontiers in Genomics”, organizado por el Centro de Ciencias Genómicas, el Instituto de Biotecnología, la Licenciatura en Ciencias Genómicas (LCG) y la Sociedad Mexicana de Ciencias Genómicas, con el apoyo de la Dirección General de Apoyo al Personal Académico (DGAPA). Participaron 22 expertos líderes mundiales en diferentes áreas de las Ciencias Genómicas.

Dicho programa beneficia a la LCG, a la comunidad académica del CCG y del IBT, e indirectamente –por videoconferencia– a diversas instituciones educativas del país. La Facultad de Medicina participa como la sede de difusión de estos seminarios en el campus universitario de CU, al proyectarse por videoconferencia en el Auditorium “Dr. Fernando Ocaranza” y en la sala de juntas del edificio de investigación.

El personal académico participó en 37 congresos internacionales y 11 nacionales, donde se presentaron 98 trabajos.

El Dr. Jesús Caballero Mellado participó como miembro del Comité Científico de la XXIII Reunión Latinoamericana de Rhizobiología, Los Cocos-Córdoba, Argentina. El Dr. Sergio Encarnación Guevara, la QFB Sandra Contreras y la M. en B. Magdalena Hernández participaron como miembros del Comité Organizador del II Simposio Mexicano de Espectrometría de Masas: Proteómica Celular y Molecular. El Dr. Julio Collado fungió como miembro del Comité Honorario de Bioinformatics 2007: Workshop on Collaborative Bioinformatics Joint Meeting EMBnet-RIBIO Torremolinos, Málaga, España.

## **Premios y distinciones**

El Dr. Rafael Palacios recibió el diploma que lo acredita como Miembro de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. El Dr. Julio Collado recibió la distinción Robert F. Kennedy Visiting Professorship of the Americas y el Premio Scopus de Elsevier en el área de Biología Molecular, otorgado por una producción científica altamente citada. Asimismo, el Dr. Jaime Mora recibió un reconocimiento por sus 50 años de Servicios Académicos en la UNAM y fue distinguido con una medalla de bronce y un diploma en el marco de la celebración del 50 Aniversario de la Sociedad Mexicana de Bioquímica. La Dra. Ma. de Lourdes Girard fue distinguida con el reconocimiento de la UNAM “Sor Juana Inés de la Cruz”. Adicionalmente, se obtuvo el primer lugar en el área de Biología en el XV Concurso Universitario Feria de las Ciencias, UNAM, y el primer lugar entre los trabajos presentados en el II Simposio Mexicano de Espectrometría de Masas, Proteómica Celular y Molecular, en los cuales los doctores María de Lourdes Girard y Sergio Encarnación Guevara fueron responsables respectivamente de los grupos premiados. Por último el Dr. Sergio Encarnación Guevara fungió como Presidente y Vicepresidente de la Sociedad Mexicana de Ciencias Genómicas y de la Sociedad Mexicana de Proteómica.

## **Intercambio académico**

Además de los académicos referidos al hablar del seminario “Frontiers in Genomics”, se recibió en el CCG a 7 investigadores visitantes, quienes impartieron seminarios y discutieron proyectos de investigación con académicos del Centro.

Doce investigadores del CCG realizaron 27 visitas a instituciones del extranjero para presentar seminarios y discutir sobre proyectos de investigación o para desarrollar proyectos en colaboración y siete investigadores visitaron once instituciones académicas en el país. La Dra. Esperanza Martínez terminó su estancia sabática en la Universidad de California en Davis, en el laboratorio del Dr. Douglas J. Cook, realizada del 15 de agosto de 2006 al 14 de agosto de 2007.

## Docencia

La población estudiantil del CCG estuvo integrada por 213 alumnos; 154 pertenecientes a la Licenciatura en Ciencias Genómicas; 44 estudiantes de posgrado (39 de doctorado y 5 de maestría), y 15 aspirantes al posgrado o tesis de licenciatura.

La cuarta generación de la LCG, compuesta de 35 estudiantes, ingresó el 13 de agosto de 2007. La población total de estudiantes de este programa era de 154 alumnos (24 de la primera generación, 29 de la segunda, 37 de la tercera, 35 de la cuarta y 29 de la quinta). Durante el año se graduaron 18 de los 24 alumnos de la primera generación.

Durante el semestre 2007-2 (febrero-junio) se impartieron 17 materias, correspondientes al segundo, cuarto, sexto y octavo semestres de la carrera de la LCG, diez de las cuales fueron impartidas por investigadores del CCG, siete por personal del Instituto de Biotecnología, seis por personal de otras instituciones de la UNAM y cinco por profesores externos.

La LCG puede considerarse un proyecto exitoso, con los primeros graduados recibidos en 2007, un ingreso altamente selectivo de aspirantes, una aceptación inicial, en 2003, del 31%, y de cerca del 10% actualmente. Como resultado, se cuenta con muy buenos alumnos. Ello se muestra, asimismo, en las opiniones de expertos en genómicas visitantes, quienes sistemáticamente han manifestado su entusiasmo de la calidad y capacidad de los alumnos.

Los programas de posgrado del Centro están orientados a formar recursos humanos para la investigación científica. El esfuerzo del CCG se ha concentrado fundamentalmente en el Doctorado en Ciencias Biomédicas (DCB), integrado por: la Facultad de Medicina, los institutos de Investigaciones Biomédicas, Fisiología Celular, Química, Ecología, Neurobiología y el CCG. Se impartieron ocho cursos fundamentales o tópicos selectos del Doctorado en Ciencias Biomédicas en el Centro. Se organizó el programa institucional del Curso Propedéutico, en el que se prepara a los alumnos interesados en ingresar al DCB.

Están en proceso 26 tesis de doctorado, 23 del Programa en Ciencias Biomédicas de la UNAM, 2 de otros programas, 3 de maestría y 16 de licenciatura. Dieciocho estudiantes de posgrado fueron becarios DGEP/CONACYT.

La mayor participación en docencia del personal académico es en la asesoría a los alumnos de posgrado en los comités tutorales. Así, 18 investigadores participaron como tutores, principales de 40 alumnos de doctorado y 2 como tutores principales de tres alumnos de maestría. Además, 22 investigadores tuvieron 130 participaciones como miembros de comités tutorales de maestría y de doctorado.

## Divulgación científica

El CCG recibió visitas de 21 grupos de alumnos (525 visitantes en total) de diferentes instituciones de educación superior nacionales, a los cuales se les impartieron seminarios sobre

la investigación y los programas docentes del Centro. Algunas de estas visitas corresponden a programas de divulgación de la ciencia como Jóvenes a la Investigación (UNAM).

El grupo de divulgación de la ciencia, conformado por académicos y estudiantes voluntarios, trabaja conjuntamente con la dirección del Centro en actividades de comunicación, difusión y divulgación de las ciencias genómicas, en los niveles local y nacional. Los proyectos de divulgación contemplan la participación en el diplomado “La ciencia en tu escuela” para profesores de enseñanza media y media superior, coordinado por la Academia de Ciencias de Morelos; la colaboración con la Escuela Nacional Preparatoria, para llevar la genómica al bachillerato, y el proyecto de creación del sitio de divulgación de la ciencia del CCG.

Se publicaron 10 artículos –algunos periodísticos– de divulgación de la ciencia. Además, los académicos del CCG participaron en otras actividades de divulgación, que incluyen: conferencias de prensa, programas de radio y TV, conferencias y mesas redondas en escuelas. Se inició, asimismo, el proyecto de creación del sitio o portal electrónico de divulgación de las ciencias genómicas desde el CCG.

## Descentralización institucional

La Licenciatura en Ciencias Genómicas atrae alumnos de toda la República, con una proporción más elevada proveniente de la ciudad de México y del Estado de Morelos. Como se mencionó anteriormente, el CCG participa en el diplomado coordinado por la Academia de Ciencias de Morelos: “La ciencia en tu escuela”, dirigido a profesores de enseñanza media y media superior de escuelas del Estado de Morelos. El CCG forma parte del Campus Morelos de la UNAM, que realiza actividades culturales y de difusión, con repercusión tanto en sus entidades como en la Universidad Autónoma del Estado de Morelos, así como en la población local, en un sentido más amplio.

## Infraestructura

Se inauguró el laboratorio de Proteómica, ubicado en el Programa de Genómica Funcional de Procariones, y que consta de 161 metros cuadrados y fue equipado principalmente con recursos obtenidos en años anteriores de la Fundación Río Arronte y de donativos otorgados por el CONACYT. El laboratorio cuenta con el equipamiento necesario para realizar experimentos de proteómica utilizando la separación de proteínas mediante geles de doble dimensión o mediante cromatografía líquida; está equipado, asimismo, para la identificación de éstas mediante espectrometría de masas. Dicha obra representa una expansión importante en la infraestructura y proyectos de investigación en genómica funcional, proteómica y fosfoproteómica, tanto para *R. etli*, como para otras bacterias, además de proyectos relacionados con problemas de salud en humanos, como cáncer cérvico-uterino, así como de otros modelos biológicos en proyectos en colaboración realizados con diferentes grupos de investigación de diferentes entidades de la UNAM y de otras instituciones del país y del extranjero.

Adicionalmente, se actualizó gran parte del equipo de cómputo de la Biblioteca y de las Secretarías Académica, Administrativa y Técnica.

\*\*\*